R&D / 16TBIP-C111685_01-000000

직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발

최종보고서

2019

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

Launching Construction of Slab
R&D Report

직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발

최종보고서

2019

국토교통부
국토교통과학기술진흥원

R&D / 16TBIP-C111685_01-000000

직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발

최종보고서

2019. 03.25.

주관연구기관 / (주)지비텍이엔씨
협동연구기관 / (주)효명이씨에스

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통과학기술진흥원장 귀하

'직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발'(연구개발 기간 : 2016.04.27 ~ 2018.12.26.) 과제의 최종보고서 2부를 제출합니다.

2019 . 1 . 25 .

주관연구기관명 : (주)지비텍이엔씨 (대표자) 진용상 (인)
참여기관명 : (주)효명이씨에스 (대표자) 한녹희 (인)

주관연구기관책임자: 진용상
참여기관책임자: 안용수

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제38조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>16TBIP-C111685_01-000000</td><td>해당 단계 연구 기간</td><td>2018.01.01. ~2018.12.26</td><td>단계구분</td><td>2018.01.01.~2018.12.26(12개월)/ 2016.04.27.~2018.12.26(32개월)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="4">직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="4">직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">진용상</td><td>해당단계 참여 연구원 수</td><td>총: 14명
내부: 8명
외부: 6명</td><td>해당단계 연구개발비</td><td>정부:443,000천원
기업:300,000천원
정부 외: -
계:743,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간 참여 연구원 수</td><td>총: 39명
내부: 27명
외부: 12명</td><td>총 연구개발비</td><td>정부:1,357,000천원
기업:910,000천원
정부 외: -
계:2,267,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및 소속 부서명</td><td colspan="2">㈜지비텍이엔씨</td><td colspan="3">참여기업명
㈜효명이씨에스</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="2">상대국명:</td><td colspan="3">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="2">연구기관명:</td><td colspan="3">연구책임자:</td></tr>
</table>

4.국문요약문

연구개발 목적

▷ 본 사업화의 최종목표는 **시공상 안전성 문제를 해결하고, 빠른 시공 및 경제성향상을 추구할 수 있는 직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술을 개발**하는 것임

▷ 본 사업화 기술의 기본개념인 상부슬래브 압출가설공법은 강합성교량의 시공시 상부슬래브를 교대후방에서 제작하고 기가설된 강거더 상부로 압출하여 가설하는 방법으로써, 리프팅 폼 시스템, 추진장치, 가이드 레일, 슬래브 선단 선형 제어장치, 선단 견인장치, 시공성/품질을 고려한 가이드터널 무수축몰탈 충진 등의 연구개발이 선행되어야 하며, 구체적인 개발과제의 세부목표는 다음과 같음

1. Liftable Form System

: 교량의 선형 및 편구배의 변화에 대응 가능한 폼 시스템

- 거푸집 세팅시 인상(lift up) 및 양생후 탈형 시 거푸집의 drag down 시 동일 속도로 작동하여야 프레임의 이탈 및 풀림을 방지하며, 시스템 전반에 비틀림 변형을 최소화 할 수 있고 내구성 및 작업효율 향상
- 슬래브 가이드 터널내 폼의 내구성, 정밀도, 작업효율 향상을 위한 설계

2. 압출 추진 장치

: 교폭 20m, 연장 580m, 마찰계수 0.25, 슬래브 최소두께 0.25m, 추진잭 8ea 배치시 추진잭당 소요축력 약 320tonf

- 최대 축력과 작업효율을 고려, 추진잭의 단면 및 stroke 결정
- 추진잭의 슬래브 지점부 지압응력의 감소를 위한 spreader frame의 설계
- 추진잭의 단계별 추진후 셀프 이동 시스템(중량화 대형화로 인력 제어 불가)
- 곡선 교량에서 곡선 내외측의 추진 속도 및 축력 제어 장치

3. 압출 가이드 레일

: 슬래브의 높이 및 선형을 제어하고 터널내 충진 후 스터드 볼트와 전단재 역할

- 레일의 마찰력 감소를 위한 대안 개발(소요 추진력 감소에 따른 슬래브 및 추진장비의 안정성 향상)
- 레일 강재의 용접성 저하에 따른 거더와 레일의 Gap Plate의 디자인 및 합성기술 개발
- 레일의 선형 및 레벨의 정밀도 유지를 위한 시공기술 개발(적정 측정장비 및 시공방법)

4. 슬래브 추진 선형유지 제어 장치

: 가이드 레일에서 슬래브의 이탈 방지를 위한 안전 시스템

- 가능한 심플하고 소형화한 구조
- 측면 압력센서 또는 리미트 스위치, cctv설치 등으로 실시간 확인 및 제어 기능 탑재

5. 선단 견인장치

: 슬래브 후면부 추진잭의 슬래브 지압점 지압응력 감소를 위해 선단에 설치한 인장 장치

- 견인장치의 슬래브 고정부의 응력분산
- 거더와의 고정 장치
- 추진잭과의 연동 및 축력, 속도 등의 밸런스 유지를 위한 제어 장치 개발

6. 시공성, 품질을 고려한 그라우팅

: 가이드 터널내 전단재(스터드볼트, 가이드레일)과 함께 무수축몰탈을 충진해 슬래브와 거더 합성

- 충진 완성도를 높이기 위해 가압이 필요하므로 거더와 터널의 접속부 보강공법
- 가압에 따른 선행작업(air vent, sealing, 충진재 선택)
- 슬래브 제작시 가이드 터널내 탄성 seal재 선택 및 설치방안

연구개발 내용	▷ 본 연구개발의 기본개념인 **상부슬래브 압출가설공법**은 **강합성교량의 시공시 상부슬래브를 교대후방에서 제작하고 기가설된 강거더 상부로 압출하여 가설하는 방법**으로써, 세부과제별 연구개발의 주요내용은 다음과 같음 : **o 압출가설용 상부슬래브의 최적단면 설계** - 슬래브 거더합성 전단부를 고려한 단면설계 - 단면 양단의 캔틸레버 구간의 안정 검토 - 보조장치의 제작 및 성능실험 - 설계도면 및 사양서 개발 **o 슬래브 제작용 리프팅 거푸집 설계 제작** - 제작장 가동에 필요한 총괄 운용시스템 설계 - 리프팅 프레임 세부 설계 제작 - 리프팅 시스템 설계 및 제작 성능시험 - 전단부 터널거푸집의 설계 및 제작 가동시험 **o 슬래브 추진 지점부 지압응력 저감 장비 설계 제작** - 지압응력 감소 장비 설계제작 및 성능검증실험 - 추진잭 선단부 spreader beam 설계 제작 - 일부구간 실물모형 제작 및 하중재하 시험 - 시험용 거더 설계, 제작 **o 추진용 유압잭 설계, 제작** - 추진잭의 축력 및 Stroke를 고려한 설계, 제작 - 추진잭의 성능 인증 - 메인프레임 고정장치 지지력 검증 실험 - 제어장비의 설계 및 제작 및 성능검증실험 **o 가이드 레일의 개발 및 설계, 시공 성능 검증 실험** - 마찰력 감소를 위한 소재 선정 및 제작 시험 - 각 단부의 마감 형상 결정 - 필라 플레이트의 형상 디자인 및 강도시험 - 시공기술 개발, 시공정밀도 검증 **o 슬래브 선단 견인장치 개발 제작** - 견인장치 설계 제작 시험 (추진력의 50%) - 견인장치와 거더의 연결 시스템 개발 및 제작. 부착력 시험 - 인장 속도의 연동 제어기술 개발 및 성능시험 **o 슬래브와 거더의 합성 기술의 개발 및 시험** - 거더와 슬래브의 합성 전단부에 그라우팅 씰의 소재 선정 및 시험 - 충진재의 선정 및 시공성 시험 - 그라우팅 시공기술의 개발 및 성능검증실험 **o 실물모형 일행선으로 성능실험** - 현장시공조건을 적용한 실시공 모델 - 시공중 발생된 문제점 리스트 및 개선책 보완 - 강선삽입용 쉬스관 설치 방안 강구 - 최대 허용 추진 축력까지 강선인장 재하 실험 **o 슬래브 선단 선형유지 가이드 장비 개발 및 제작, 성능 시험** - 슬래브 선단의 수평응력 계산 - 붐의 그립과 거더의 응력변화에 대한 검토 - 슬래브 선단의 수평응력 계산슬래브 선단의 선형보정용 가이드 장비 개발 및 제작 성능시험 **o 양행선 실물 모형 거더의 지상제작 및 최종 실물 모형 추진 시험 및 검증 실험** - 기존의 일행선의 지상거더에 일행선을 추가하여 양행선의 지상 거더 제작 - 현장 실시공이 가능하면 실시공으로 대체 - 최종 보고서 작성 제출

연구개발성과	▷ 본 사업화과제 수행결과로 얻어질 핵심 연구성과물을 요약하면 다음과 같음 : **1. 상부슬래브 제작용 리프팅거푸집** : 유압 및 전동식으로 작동되는 상부 슬래브 제작용 리프팅 거푸집 - 상부슬래브의 압출시공은 교량 단부에서 반복작업으로 진행되므로 거푸집 조립 및 해체시간을 단축해 충분한 양생시간을 확보하고 유압 및 전동의 정밀구동에 필요한 구조 및 제어시스템을 개발해 선행슬래브와의 정밀한 합성과 선형을 유지할 수 있는 리프팅 거푸집의 개발 및 제작 **2. 슬래브의 지압응력 감소장비** : 슬래브의 지압응력 저감을 위한 장비 및 기술 개발, 제작 - 상부슬래브의 압출시 추진지점부의 구조물에 지압응력 증가 하는데 이는 추진 사이클을 결정하는 중요한 요소로 지압응력이 너무 크면 슬래브 콘크리트의 양생에 필요한 소요시간이 증가하므로 전체 공정이 늦어지고 구조물의 안정성 확보가 어려워짐 - 그러므로 추진축 선단과 슬래브 사이에 Spreader Beam을 설계, 제작하여 설치하며 추진 축력을 선행 Span에 전달하여 응력을 분산시키기 위한 부재의 개발 및 제작, 성능검증 실험 **3. 압출추진장치** : 압출용 추진잭과 제어 시스템의 설계 및 제작. 성능실험 - 슬래브 압출에서 가장 핵심이 되는 부분으로 추진 축력의 확보와 Stroke 확대, 교량의 좌우 양측 추진 축력의 균형을 위한 제어 시스템의 개발 및 제작 **4. 압출 가이드 레일** : 가이드 레일 세그먼트 최적길이 산출 및 거더와의 접합기술, 선형유지를 위한 기술 개발 및 시험제작 - 가이드 레일의 정렬이 맞지 않으면 슬래브가 추진 중 선형을 이탈하거나 가이드 홈의 측면이 손실될 우려가 크고 이에 의한 마찰 저항이 커져 추진부 지압응력의 증가하고 터널형 전단부 씰재의 한계초과로 그라우팅 실패 가능성 높음 - 철도레일 고장력강과 강합성 거더의 압연강재의 특성이 달라 용접접합시 인장강도 확보를 위한 접합 기술 개발 및 성능검증 시험 **5. 선단 견인장치** : 슬래브 선단 견인 장치의 설계 및 제작 검증실험 - 연장이 300m 이상의 긴 교량에서 슬래브 압출시 추진 지점부 지압응력이 증가하여 이를 세심하게 관리하여야하고, 상향 종곡선(+) 곡선반경이 작아 변화율이 큰 교량의 종곡점에는 슬래브의 부반력에 대한 검토를 고려 - 교량의 한계 추진연장을 증가시키고 슬래브의 안정성을 높이기 위해 슬래브 선단에서 거더를 지지점으로 하여 추진부와 연동하여 제어 인장을 병행, 추진력을 증가 **6. 선단 선형유지 장비** : 슬래브 선단의 추진시 선형유지 및 보정용 가이드의 개발 제작, 성능검증실험 - 곡선교량, 편구배가 큰 교량 또는 장연장(300m 이상) 교량은 추진시 선형 유지를 위한 별도의 가이드 장비가 필요하고 허용한계(± 5mm이내)를 초과하면 슬래브의 선형을 수정해 이탈을 방지하기 위한 가이드 장비를 개발 및 제작, 시험

활용계획 및 기대효과	▷ **활용계획** : o시험 적용: 본 과제의 참여기업인 (주)지비텍이엔씨와 (주)효명이씨에스는 그동안 다양한 교량설계 및 시공을 통해 풍부한 경험을 축적해 왔다. 따라서, 축적된 풍부한 경험과 실적을 바탕으로 본 과제의 종료 후 참여기업의 교량 설계프로젝트에 개발된 기술을 반영하고 시험시공 함으로써 기술의 우수성을 확인할 예정이다. o기술보급 및 국내 교량건설에 반영: 본 연구개발은 매우 독창적인 기술이면서도 강합성 교량의 설계 및 시공분야에 있어서 많은 장점을 가지고 있다. 이에 대한 연구성과를 기술강습회 및 세미나를 통해 국내·외 교량 기술자들에게 보급하고 발주처에 본 연구결과의 우수성을 알린다면, 본 기술은 앞으로 건설될 교량 현장에 적극적으로 반영될 수 있을 것이다. o국제특허 획득 및 기술수출: 상부슬래브의 압출가설공법이 가지는 수많은 장점에도 불구하고 이에 대한 연구는 매우 미미한 상태이며, 따라서 신속한 연구개발이 이루어진다면 압출가설용 상부슬래브와 관련하여 국제특허를 획득하고 이를 통한 기술수출이 충분히 가능할 것으로 판단된다. o타 분야와의 융합: 압출 슬래브의 개념은 국내·외적으로 설계 및 시공 경험이 없는 이유로 기술의 인증작업과 지적재산권 확보를 통해 한정되어 있는 건설시장에서 수출이 가능한 기술 품목으로 발전할 수 있을 것이다. 또한 IT, 기계 등 타 산업과의 융합된 기술을 창출함으로써 더욱더 큰 시장을 확보할 수 있을 것이다. 또한 개발예정인 본 기술은 강합성 교량뿐만 아니라 콘크리트 빔교와 같은 기타형식의 교량에도 적용가능할 것으로 판단되므로 파급효과가 클 것으로 예상된다. ▷ **기술적 기대성과** : o기존의 상부슬래브 시공은 고교각에 설치된 강거더 위에서 작업이 이루어지므로 작업인원이 교량하부로 추락하는 사고가 빈번히 발생하고 있으나, 본 연구개발 목표인 상부슬래브의 압출가설공법은 지상인 교대 후방에서 재료 및 장비 등이 운용되기 때문에 상부슬래브 시공상의 안전성 문제를 해결할 수 있다. o상부슬래브의 압출가설공법은 콘크리트 양생이나 기상조건 등의 영향을 받지 않으므로 공기단축이 가능하고 총공사비, 구조성능, 내구성, 경관 등의 측면을 크게 향상시킬 수 있으므로, 경제적이고 시공에 유리한 강합성교량 건설의 강력한 대안이 될 수 있다. o상부슬래브의 압출가설공법이 가지는 수많은 장점에도 불구하고 이에 대한 연구는 아직 초기 단계이며, 따라서 신속한 연구개발이 이루어진다면 강합성교량의 설계 및 시공분야에서 세계적인 기술을 선도할 수 있다. ▷ **사회·경제적 파급효과** : o작업인원의 고공 현장작업을 최소화시켜 시공 안전성을 향상시킬 수 있으며, 교각 하부의 공사용 가도건설 등과 같은 환경적 피해 요소를 최소화시킬 수 있다. o상부슬래브의 시공비용을 획기적으로 절감할 수 있으므로 경제적인 교량의 건설이 가능하며, 지상에서의 콘크리트 작업으로 고품질의 상부슬래브 제작이 가능하다. o지상 거푸집의 장점을 활용하여 경관미가 뛰어난 교량을 건설할 수 있으며, 교량 하부 공간의 영향을 받지 않아 도심지 내 교량건설에 시너지효과 창출이 가능하다. o상부슬래브의 압출가설공법이 개발된다면 교량의 가설기간을 대폭 단축할 수 있어 교통난의 신속한 해소라는 측면에서 사회적 파급효과가 클 것으로 기대된다.

핵심어(5개 이내)	강합성교량	압출가설	상부슬래브	압출개구부	지지시스템

5.Summary

Purpose	▷The final object of this study [Development of Incremental Launching Apparatus and Constructing Method with Launching Length over 600M using Lifting Form and Rail for Launching Construction of Slab for Straight and Curved Bridges], is to develop of launching device and construction technique which can offer safety workers, construction costs/period, structure quality by using lifting form-work systems and rail for launching slab composite bridge. ▷This construction of the deck slab by incremental launching method cast a concrete slab(5~25m) segment in the bridge axis behind the abutment and jack this slab section onto the girder flanges. Therefore, structural system (the producing technique of the concrete slab for incremental launching, the launching system of the concrete slab and composite method between the slab and girder flanges, lifting form system, launching device, guide rail, The control device for linear) of composite bridge for launching slab needs to be developed earlier.
Contents	▷The object of this study 「Development of Incremental Launching Apparatus and Constructing Method with Launching Length over 600M using Lifting Form and Rail for Launching Construction of Slab for Straight and Curved Bridges」, is to offer safety of workers, construction costs, structure quality, durability and aesthetics for the slab construction of composite bridges. The contents and scope of research are as follows: o Technology development of the concrete slab for incremental launching - decision of the shape of the considering shear part for concrete slab and steel flange - the establishment of cantilever sections - drawing up design sample and guide line of the incremental launching slab o Design of lifting form-work for slab manufacturing - Designing the overall operation system necessary for the production operation yard - Detailed design of lifting frame - Lifting system design and production performance test o Design and manufacture of slab bearing stress reducing equipment - Bearing stress reduction equipment design and performance test - Spreader beam design for launching jack fore-end o Design and manufacture of hydraulic jack for launching o Development and design of guide rail, test of construction performance o Development and manufacturing of slab end towing device o Development of composite method between concrete slab and steel flange - Selection and testing of grouting seals at the composite part girder and slab - Experiment of development and performance verification of grouting construction technology o Developed and manufactured slab end linear guide equipment, performance test

Development results	▷Key research results to be obtained as a result of the project are summarized as follows: o Lifting form-work for slab manufacturing; - This construction of the deck slab by incremental launching method cast a concrete slab(5~25m) segment in the bridge axis behind the abutment and jack this slab section onto the girder flanges. Development and production of lifting form-work which can precisely synthesize with preceding slab, linearity through structural, control system required for precise driving of hydraulic jack and shorten the time of assembly and disassembly for ensuring sufficient curing time. o Equipment for slab bearing stress reduction; - the stress on the structure of the fore-end point during the launching is an important factor in determining the launching cycle. If the stress is too large, the time required for curing of the slab concrete will be increased and the entire process will be delayed. So it will be difficult to secure the stability of the structure. Therefore, Spreader Beam will be designed and manufactured between jack-end and slab to disperse stress. o Equipment of hydraulic jack for launching; - Development and production of a control system for securing the axial force, expanding the stroke, balancing the launching forces on the whole girders.
Expected Contribution	o Test bed; - Based on experience and performance of launching method developed in this study, we are going to check the excellence of this technology (ensuring the safety of the worker, economical bridge construction) by applying and executing on a bridge design project of participating companies. o Spread and applying on domestic bridge project: - This development is very ingenious technology and construction of composite bridge (including the field of design) has many advantages. Knowledge and technical know-how to be resulted from our study not only is to be spread to engineers by holding conference and lecture, but also to be informed to public organization to apply bridge construction site. o Acquisition international patent and technical exportation: - Despite the numerous advantages with the launching method for concrete slab, for domestic as well as worldwide, it is still in the early stages. Thus, if this development achievements is commercialized as soon as possible, it can be lead global technology in the field of the design and construction of steel composite bridge.

Keywords	Composite bridge	Incremental launching	Concrete slab	launch opening	Supporting system

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요 ····· 002

2. 국내외 기술 개발 현황 ····· 006

3. 연구 수행 내용 및 성과 ····· 008

4. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도 ····· 133

5. 연구개발성과의 활용 계획 ····· 135

6. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보 ····· 140

7. 연구개발성과의 보안등급 ····· 140

8. 국가 과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설,장비현황 ····· 140

9. 연구개발과제 수행에 따른 연구실 등의 안전 조치 이행 실적 ····· 140

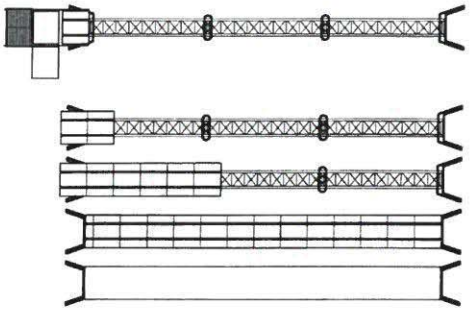
10. 연구개발과제의 대표적 연구 실적 ····· 141

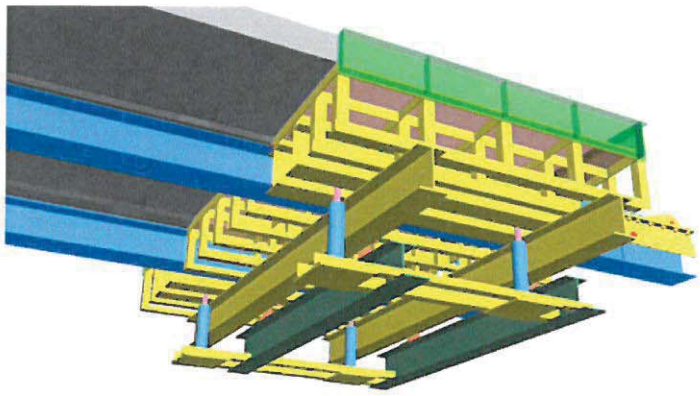
11. 기타사항 ····· 141

12. 참고 문헌 ····· 142

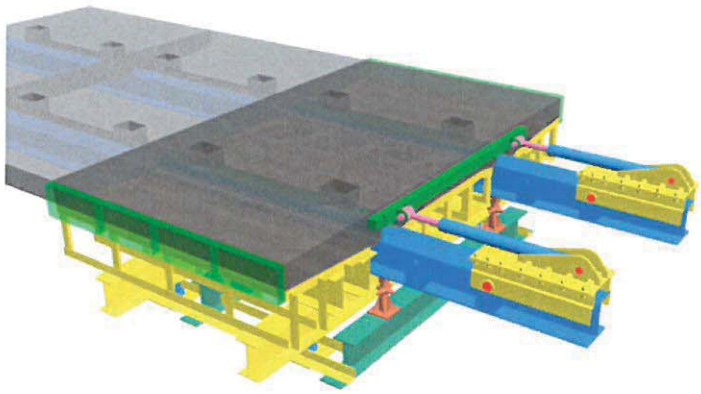
제1장 연구개발과제의 개요

1. 연구개발 목적

구분	내용
최종 목표	▹본 사업화의 최종목표는 시공상 안전성 문제를 해결하고, 빠른 시공 및 경제성향상을 추구할 수 있는 직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술을 개발하는 것임  < 상부슬래브 압출가설공법의 개념도 > ▹본 사업화 기술의 기본개념인 상부슬래브 압출가설공법은 강합성교량의 시공시 상부슬래브를 교대 후방에서 제작하고 기가설된 강거더 상부로 압출하여 가설하는 방법으로써, 리프팅 폼 시스템, 추진장치, 가이드 레일, 슬래브 선단 선형 제어장치, 선단 풀링 시스템, 시공성/품질을 고려한 가이드터널 무수축몰탈 충진 등의 연구개발

구분	내용
세부 목표	① Liftable Form System : 교량의 선형 및 편구배의 변화에 대응 가능한 폼 시스템 ▹거푸집 세팅시 인상(lift up) 및 양생후 탈형 시 거푸집의 drag down 시 동일 속도로 작동하여야 프레임의 이탈 및 풀림을 방지하며, 시스템 전반에 비틀림 변형을 최소화 할 수 있고 내구성 및 작업효율 향상 ▹슬래브 가이드 터널내 폼의 내구성, 정밀도, 작업효율 향상을 위한 설계  < 리프팅거푸집 시스템(Liftable Form System)의 개념도 > ② 압출 추진 장치 : 교폭 20m, 연장 580m, 마찰계수 0.25, 슬래브 최소두께 0.25m, 추진잭 8ea 배치시 추진잭당 소요축력 약 200tonf ▹최대 축력과 작업효율을 고려, 추진잭의 단면 및 stroke 결정 ▹추진잭의 슬래브 지점부 지압응력의 감소를 위한 spreader beam의 설계 ▹추진잭의 단계별 추진후 셀프 이동 시스템(대형화로 인력 제어 불가) ▹곡선 교량에서 곡선 내외측의 추진 속도 및 축력 제어 장치

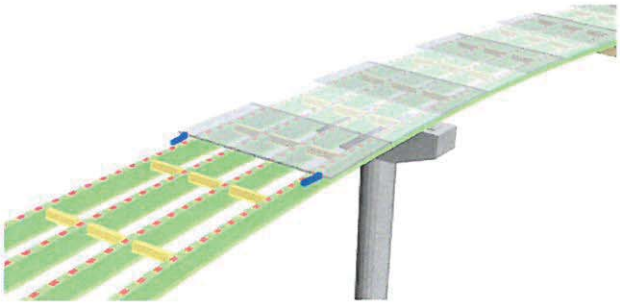
구분	내용
세부 목표	③ 압출 가이드 레일 : 슬래브 높이 및 선형을 제어, 터널내 충진 후 스터드 볼트와 전단재 역할 ▹레일 마찰력 감소를 위한 대안 개발(소요 추진력 감소에 따른 슬래브 및 추진장비 안정성 향상) ▹레일 강재의 용접성 저하에 따른 거더와 레일의 Filler Plate의 디자인 및 합성기술 개발 ▹레일의 선형 및 레벨의 정밀도 유지를 위한 시공기술 개발(적정 측정장비 및 시공방법)



< 압출추진장치 및 가이드레일의 개념도 >

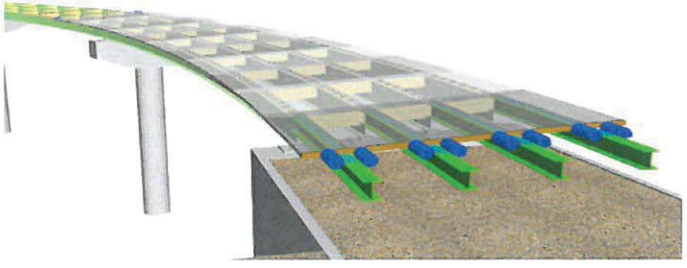
④ 슬래브 추진 선형유지 제어 장치 : 가이드 레일에서 슬래브의 이탈 방지를 위한 안전 시스템
▹가능한 심플하고 소형화한 구조
▹측면 압력센서 또는 리미트 스위치, cctv설치 등으로 실시간 확인 및 제어기능 탑재

⑤ 선단 견인장치 : 슬래브 후면부 추진잭의 슬래브 지압응력 감소를 위해 선단에 설치한 인장 장치
▹견인장치의 슬래브 고정부의 응력분산
▹거더와의 고정 장치
▹추진잭과의 연동 및 축력, 속도 등의 밸런스 유지를 위한 제어 장치 개발



< 슬래브 추진 선형유지 제어장치의 개념도 >

⑥ 시공성, 품질을 고려한 그라우팅 : 가이드 터널내 전단재(스터드볼트, 가이드레일)과 함께 무수축 몰탈을 충진해 슬래브와 거더 합성
▹충진 완성도를 높이기 위해 가압이 필요하므로 거더와 터널의 접속부 보강공법
▹가압에 따른 선행작업(air vent, sealing, 충진재 선택)
▹슬래브 제작시 가이드 터널내 탄성 seal재 선택 및 설치방안



< 선단 풀링 시스템의 개념도 >

2. 연구개발의 필요성

▹기존의 강합성교량에 대한 상부슬래브의 시공은 고교각에 설치된 강거더 위에서 작업이 이루어지기 때문에, 최근까지도 **작업인원이 교량하부로 추락하는 사고가 빈번히 발생**하고 있으나, 본 연구개발 성과물인 상부슬래브의 압출가설공법은 지상인 교대 후방에서 재료 및 장비 등이 운용되기 때문에 **상부슬래브 시공상의 안전성 문제를 해결**할 수 있음

▹상부슬래브의 압출가설공법은 콘크리트 양생이나 기상조건 등의 영향을 받지 않으므로 공기단축이 가능하고 총공사비, 구조성능, 내구성, 경관 등의 측면을 크게 향상시킬 수 있으므로, **경제적이고 시공에 유리한 강합성 교량 건설의 강력한 대안**이 될 수 있음

▹상부슬래브의 압출가설공법이 가지는 수많은 장점에도 불구하고 이에 대한 연구는 국내뿐만 아니라 전 세계적으로도 아직 초기 단계에 있으며, 따라서 본 연구개발 성과물을 조속히 사업화한다면 **강합성교량의 설계 및 시공분야에서 세계적인 기술을 선도**할 수 있음

3. 연구개발범위

연차	연구목표	연구개발 추진전략·방법
1차년도	▹압출가설용 상부슬래브의 최적단면 설계	- 슬래브 거더합성 전단부를 고려한 단면설계 - 단면 양단의 캔틸레버 구간의 안정 검토 - 캔틸레버 구간의 처짐을 고려한 보조장치의 제작 및 성능실험 - 설계도면 및 사양서 개발
	▹슬래브 제작용 리프팅 거푸집 설계 제작	- 제작장 가동에 필요한 총괄 운용시스템 설계 - 슬래브거푸집의 단순화(거더 n+1 cell) - 리프팅 거푸집 전체 개념 설계 - 리프팅 프레임 세부 설계 제작 - 리프팅 시스템 설계 및 제작 성능시험 - 전단부 터널거푸집의 설계 및 제작 가동시험
	▹슬래브 선단 선형유지 가이드 장비 개발 및 제작, 성능 시험	- 슬래브 선단의 수평응력 계산 - 가이드 장비의 붐의 그립과 거더의 응력변화에 대한 검토 - 슬래브 선단의 수평응력 계산슬래브 선단의 선형보정용 가이드 장비 개발 및 제작 성능시험
2차년도	▹슬래브 추진 지점부 지압응력 저감 장비 설계 제작	- 지압응력 계산(600m급) - 지압응력 감소 장비 설계제작 및 성능검증실험 - 추진잭 선단부 spreader beam 설계 제작 성능 검증 실험 (하중분산의 균일성) - 일부구간 실물모형 제작 및 하중재하 시험 - 시험용 거더 설계, 제작(지상, 소수주형교 형식, 곡선형, 일행선)
	▹압출추진장치 설계 제작	- 추진잭의 배치 수량 산정 및 소요 최대축력 결정 (최대 8ea, 320tonf) - 추진잭의 축력 및 Stroke를 고려한 설계, 제작 (F=350tonf, S=최소 1.0m 이상) - 추진잭의 성능 인증(한국표준과학연구원) - 추진잭의 이동 브라켓 설계 및 제작, 메인프레임 고정장치 지지력 검증 실험 - 추진잭의 추진 방향제어장치(Pan. Tilt)의 개발 및 제작 - 추진 축력의 균형유지 제어장비의 설계 및 제작 및 성능검증실험
3차년도	▹레일의 개발 및 설계, 시공 성능 검증 실험	- 가이드 레일과 슬래브의 마찰력 감소를 위한 소재 선정 및 제작시험 - 가이드레일의 마찰력 감소 및 슬래브의 가이드 홈의 원활한 활동을 위한 각 단부의 마감 형상 결정(라운드=>곡률, 테이퍼 타입=>각도) - 레일과 거더의 용접접합부 강도시험 및 필라 플레이트의 형상 디자인 및 강도시험 - 레일 배치시 선형위치의 정밀도 확보 및 시공성 향상을 위한 측정장비 선정과 시공기술 개발, 시공정밀도 검증
	▹슬래브와 거더의 합성 기술의 개발 및 시험	- 거더와 슬래브의 합성 전단부에 그라우팅 씰의 소재 선정 및 시험 - 그라우트재의 유동성 및 강도를 고려한 충진재의 선정 및 시공성 시험 (일부구간 실물모형-유동성, 강도, 작업성) - 그라우팅 시공기술의 개발 및 성능검증실험
	▹지상거더에서 실물모형 일행선으로 성능실험 (현장 설계반영시 현장 시공으로 대체)	- 실물 모형으로 현장시공조건을 적용한 실시공 모델 - 시공중 발생된 문제점 리스트 및 개선책 연구 보완 - 시험중 제작되는 슬래브에는 강선삽입용 쉬스관 설치 방안 강구 - 시험이 완료된 일부 슬래브(3~5span)에 강선을 삽입. 최대 허용 추진축력까지 강선인장 재하 실험

제2장 국내외 기술개발현황

1. 슬래브 시공방법

1)임시/영구거푸집

- 고공에서의 작업으로 인한 추락사고등 안전성 문제
- 현장타설 콘크리트와의 접촉면에서 균열발생 야기
- 복합슬래브에 대한 설계규정 → 슬래브 두께 과도
- 거푸집자중, 작업인원에 의한 사하중 증가

2)이동식거푸집

- MSS 자중 및 가설장비에 의한 사하중 증가
- 비틀림 하중 방지를 위한 강골조의 추가 보강필요
- 콘크리트 주입을 위한 교량 하부공간의 접근로 필요
- 거푸집 지지부재에 의하여 슬래브에 다수의 홀 발생

3)프리캐스트슬래브

- 운반상의 장애로 인한 분할크기의 제한
- 다수의 시공이음으로 인한 종방향 텐던 설치 필요
- 지상 크레인을 이용하는 경우, 총 공사비 더욱 증가
- 러시아와 같은 혹한의 국가에서 주로 적용

2. 공법 비교표

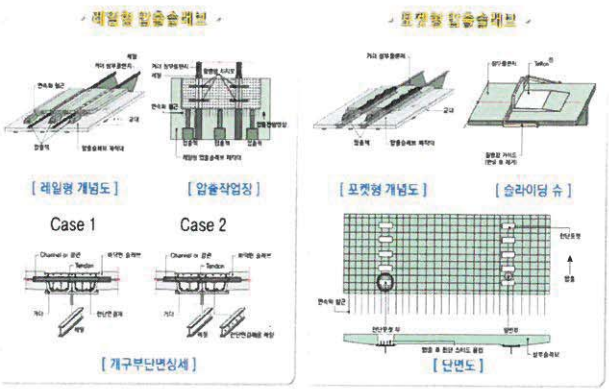
< 상부슬래브 비교표 >

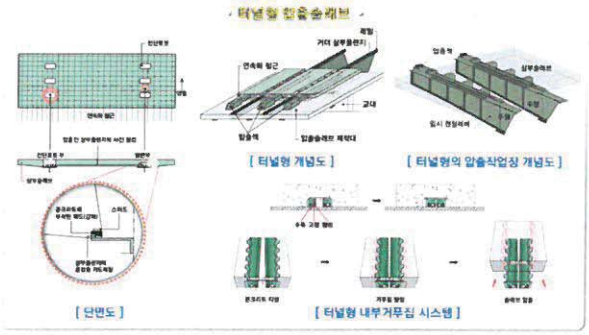
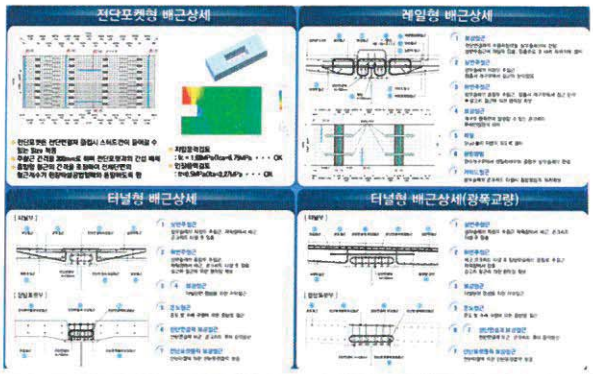
구 분		본 기술	경쟁기업 1	경쟁기업 2
형 식		상부슬래브 압출가설공법	프리캐스트 패널	현장타설공법(합판+동바리)
개 요		교대 배면에 압출작업장을 설치하고 콘크리트를 타설하기 위한 강재거푸집을 설치한 후, 상부슬래브를 제작하여 압출시공하는 방법	전단연결재가 부착된 프리캐스트 패널로써 현장치기 콘크리트와 일체화되어 합성작용에 의해 외력에 저항하는 거푸집 겸용 패널	합판 거푸집과 목재동바리를 설치하여 가설 하중에 저항하는 공법
				
특 징		·구조적 안정성 우수 ·전단포켓형 시공으로 시공성 개선 ·작업자의 고공 현장작업 최소화 ·공기단축 및 장비/인력 최소화로 경제성 우수 ·가축도 및 폐기물 최소화로 친환경성	·균열저항성 보통 ·캔틸레버부 시공성, 안정성 미흡 ·시공시 안전성 우수 ·강교계열 적용시 슬래브 자중 증가 ·재래식공법에 비해 공기 단축 가능	·구조적 안전성 우수 ·철근 시공성 보통 ·현장에서 목재동바리 및 합판 거푸집을 제작 및 설치, 해체로 인한 안전성 불량 ·날씨의 영향이 크고 공사기간 보통
장·단점	시공성	양 호 ◎	양 호 ◎	보 통 △
	경제성	우 수 ◎	공사비 보통 ○	공사비 보통 ○
	유지관리	양 호 ◎	양 호 ○	양 호 ◎
	미 관	양 호 ◎	양 호 ○	양 호 ○
	공 기	우 수 ◎	우 수 ◎	보 통 △
	안전성/친환경성	우 수 ◎	우 수 ◎	불 량 X
총 공사비		180천원/㎡	210천원/㎡	235천원/㎡
※ 2015년 기준				

제3장 연구수행내용 및 성과
1차 연도 연구개발 목표 및 결과

구분(연도)	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
1차 연도 (2016)	직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술을 개발	▹ 압출가설용 상부슬래브의 최적단면 설계	- 슬래브 거더합성 전단부를 고려한 단면설계 - 단면 양단의 캔틸레버 구간의 안정 검토 - 설계도면 및 사양서 개발	▹ **연구결과 상세내용 : "2. 연구범위 및 연구수행 방법" 참조** - [C-1] 압출슬래브 형상별 압출시스템 - [C-2] 터널형 압출슬래브 상세설계 - [C-3] 압출슬래브 배근설계 : 레일형/포켓형/터널형 배근상세
		▹ 슬래브 제작용 리프팅 거푸집 설계 제작	- 제작장 가동에 필요한 총괄 운용시스템 설계 - 리프팅 프레임 세부 설계 제작 - 리프팅 시스템 설계 및 제작 성능시험 - 전단부 터널거푸집의 설계 및 제작 가동시험	▹ **연구결과 상세내용 : "2. 연구범위 및 연구수행 방법" 참조** - [A-1] 리프팅 거푸집 설계도서 작성 - [A-2] 리프팅 거푸집 제작 - [A-3] 리프팅 시스템 동작오차 - [A-4] 리프팅 시스템 거푸집 리셋 정밀도 - [A-5] 거더&슬래브 전단 접합부 터널형 거푸집 리셋 정밀도 - [A-6] 리프팅 시스템 - [A-7] 거더&슬래브 전단접합 터널형 거푸집
		▹ 슬래브 선단 선형유지 가이드 장비 개발 및 제작, 성능 시험	- 슬래브 선단의 수평응력 계산 - 붐의 그립과 거더의 응력변화에 대한 검토 - 슬래브 선단의 수평응력 계산슬래브 선단의 선형보정용 가이드 장비 개발 및 제작 성능시험	▹ **연구결과 상세내용 : "2. 연구범위 및 연구수행 방법" 참조** - [A-8] 선단선형 유지장치 - [B-1] 선단선형 제어시스템 - [B-2] 선단선형 제어장비 개발, 제작

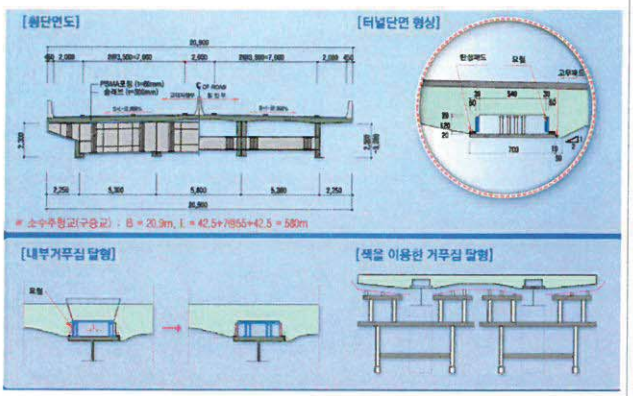
2. 연구 범위 및 연구 수행 방법

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-1] 압출슬래브 형상별 압출시스템	▹ 압출슬래브 형상별 압출시스템 : - 레일형 압출슬래브 시스템 - 포켓형 압출슬래브 시스템 - 터널형 압출슬래브 시스템	▹ 레일형/포켓형/터널형 압출슬래브 최적단면 설계 

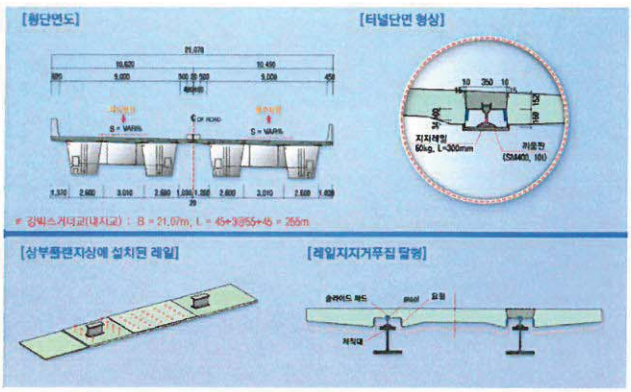
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-2] 터널형 압출슬래브 상세설계	▹ 터널형 압출슬래브 상세설계 : - 터널형 압출슬래브 최적설계 - 압출시스템을 위한 상세설계 고려요소 - 교량형식별 터널형 압출시스템 - 양단지지 터널형 압출슬래브 상세설계 - 레일지지 터널형 압출슬래브 상세설계	▹ 터널형 압출슬래브 최적단면 상세설계 
[C-3] 압출슬래브 배근설계	▹ 압출슬래브 배근설계 : - 전단포켓형 배근상세 - 레일형 배근상세 - 터널형 배근상세 - 터널형 배근상세(광폭교량)	▹ 압출슬래브 배근설계 : 

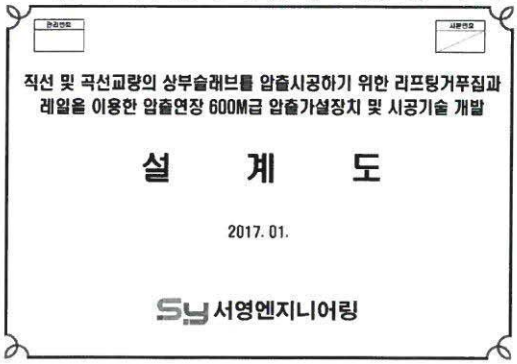
구체적인 내용 [C-2]

- 양단지지 터널형 압출슬래브 상세설계



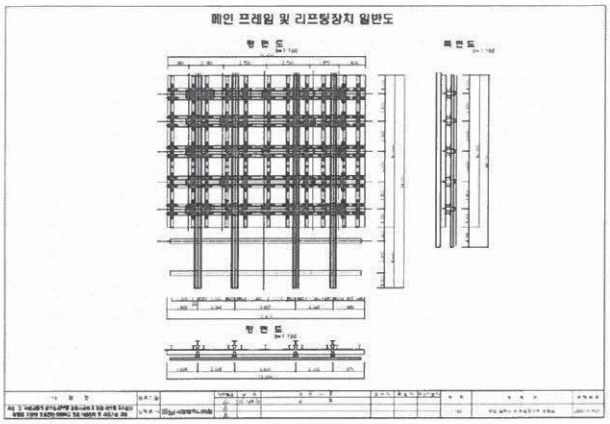
- 레일지지 터널형 압출슬래브 상세설계



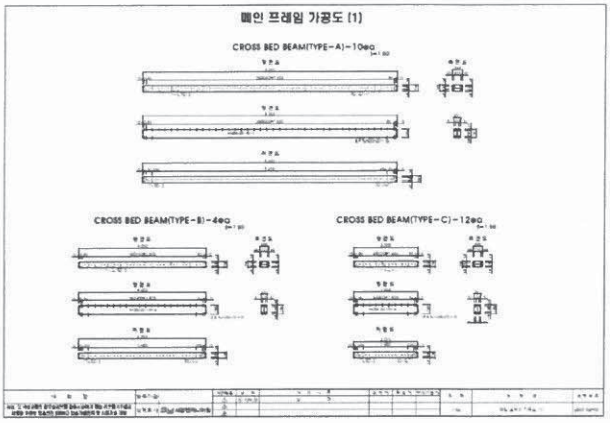
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[A-1] 리프팅 거푸집 설계도서 작성	▹ 슬래브 제작용 리프팅 거푸집 상세설계 및 설계도면 작성 : - 매인 프레임 및 리프팅장치 일반도 - 매인 프레임 가공도[5] - 슬래브 강재 거푸집 일반도[2] - 슬래브 하면 강재 거푸집 상세도[6] - 슬래브 측면 강재 거푸집 상세도[3] - 리프팅 실린더 제어 배선도 - 실린더 및 밸브 배치도 - 리프팅 실린더 플랜지 가공도[3] - 실리더 브라켓 상세도 - 잭 연장블록 상세도 - 슬레이브 실린더 치수보정 상세도 - 선단 선형 제어장치 일반도/상세도	▹ 슬래브 제작용 리프팅 거푸집 설계도면 (연구개발성과 증빙자료 [A-1] 참조) 

구체적인 내용 [A-1] (계속)

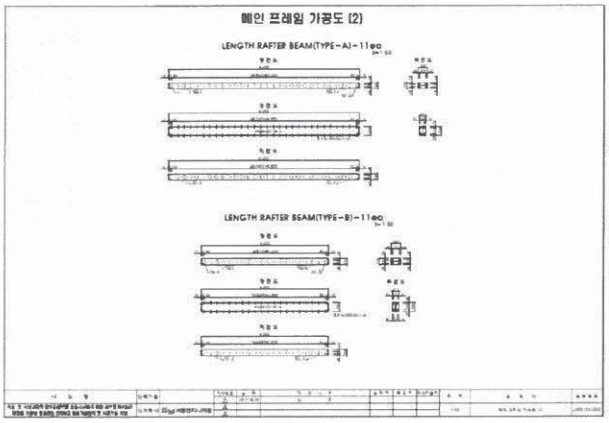
- 매인 프레임 및 리프팅장치 일반도



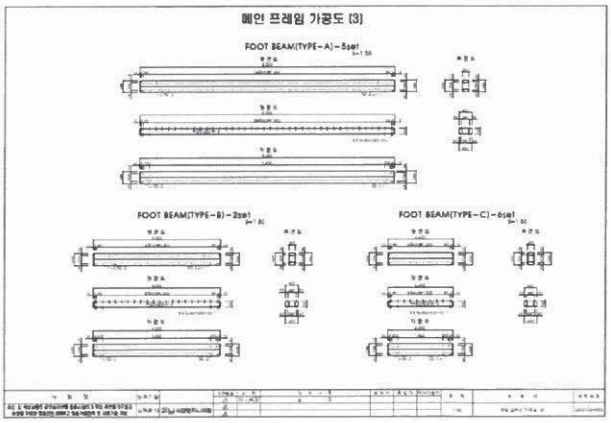
- 매인 프레임 가공도[1]



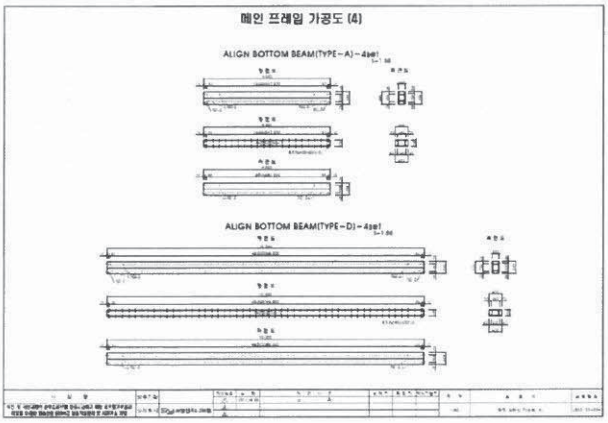
- 매인 프레임 가공도[2]



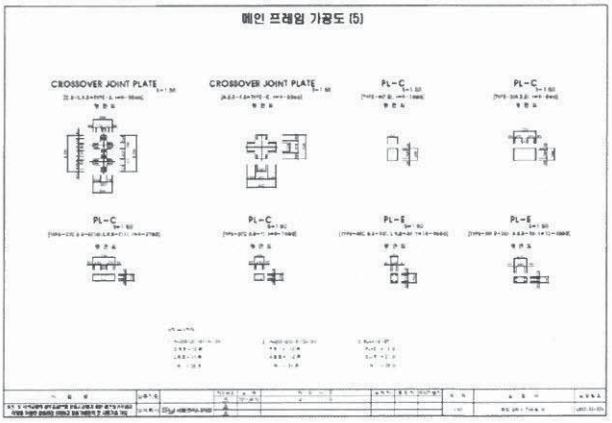
- 매인 프레임 가공도[3]



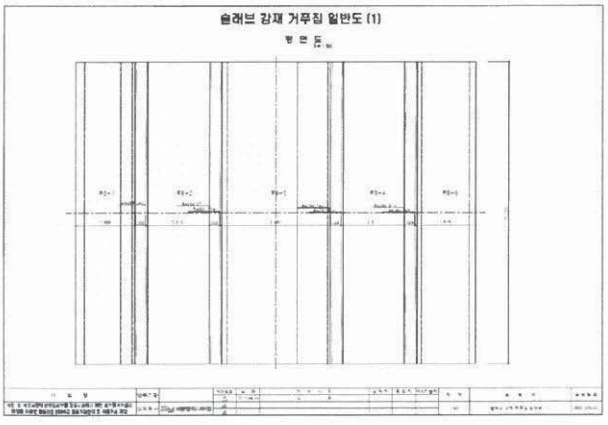
- 매인 프레임 가공도[4]



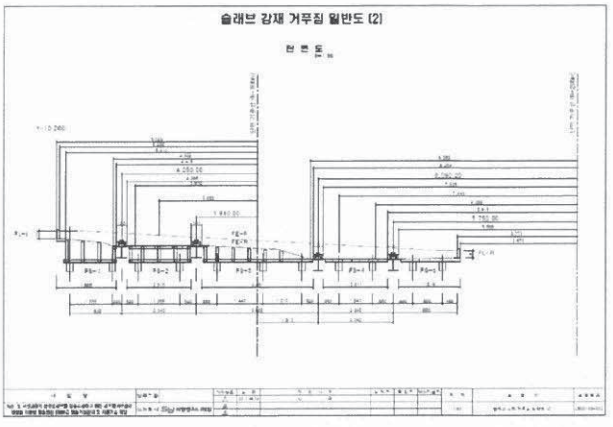
- 매인 프레임 가공도[5]



- 슬래브 강재 거푸집 일반도[1]

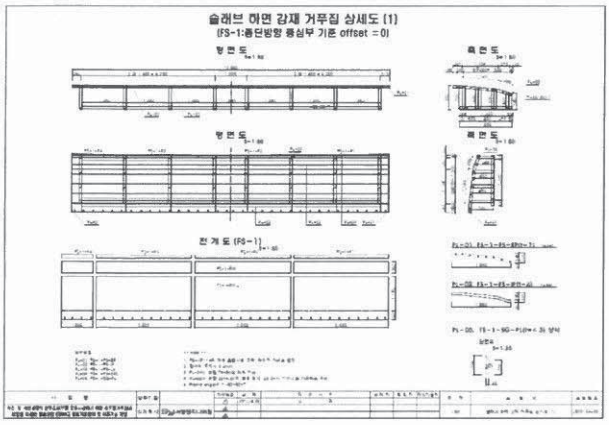


- 슬래브 강재 거푸집 일반도[2]

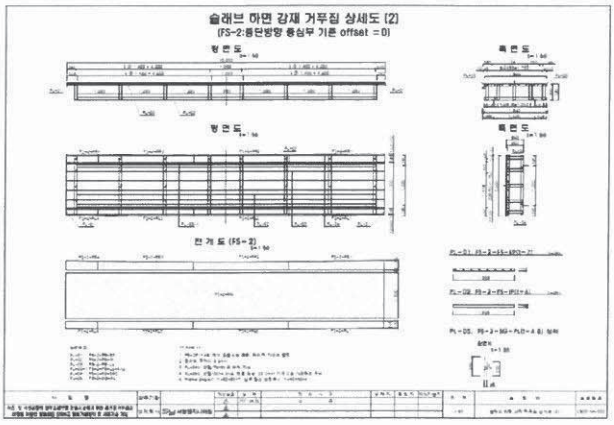


구체적인 내용 [A-1] (계속)

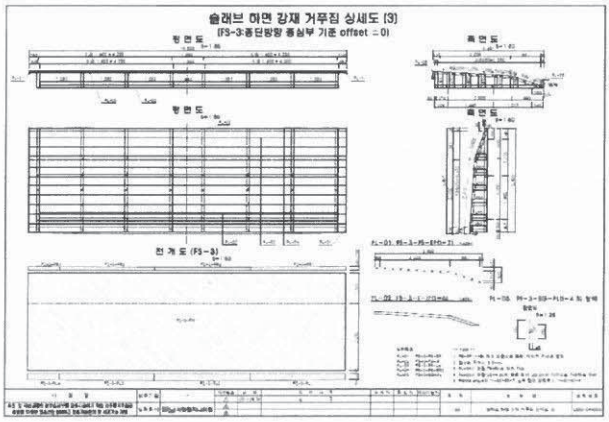
- 슬래브 하면 강재 거푸집 상세도[1]



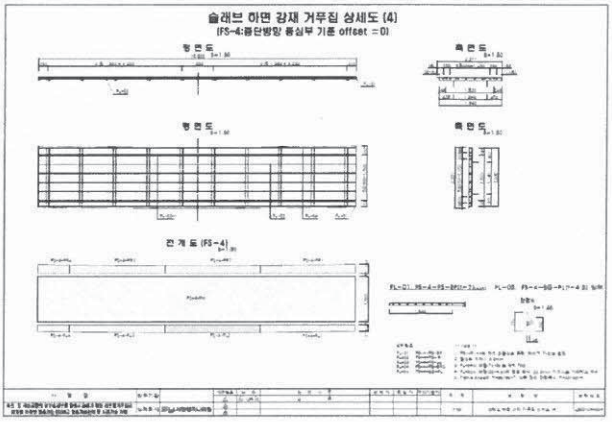
- 슬래브 하면 강재 거푸집 상세도[2]



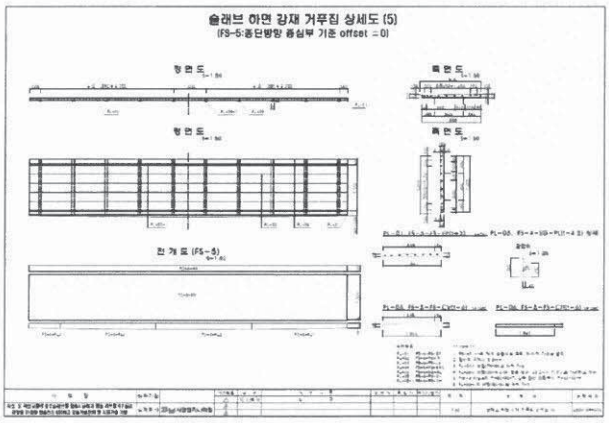
- 슬래브 하면 강재 거푸집 상세도[3]



- 슬래브 하면 강재 거푸집 상세도[4]



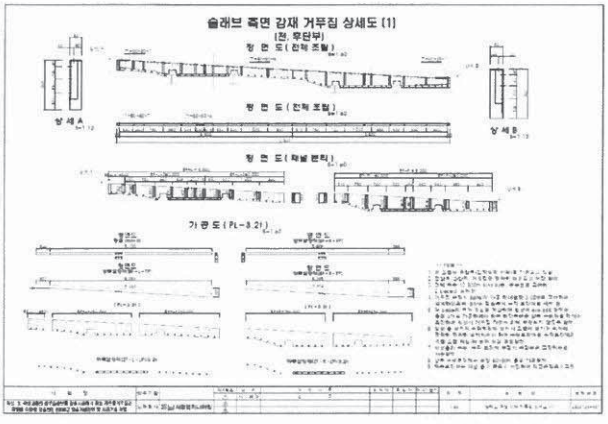
- 슬래브 하면 강재 거푸집 상세도[5]



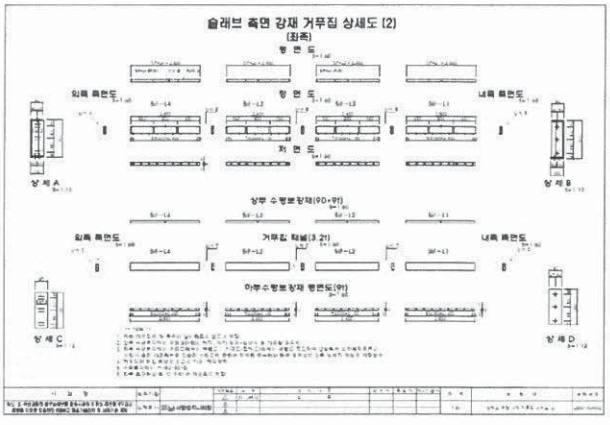
- 슬래브 하면 강재 거푸집 상세도[6]



- 슬래브 측면 강재 거푸집 상세도[1]

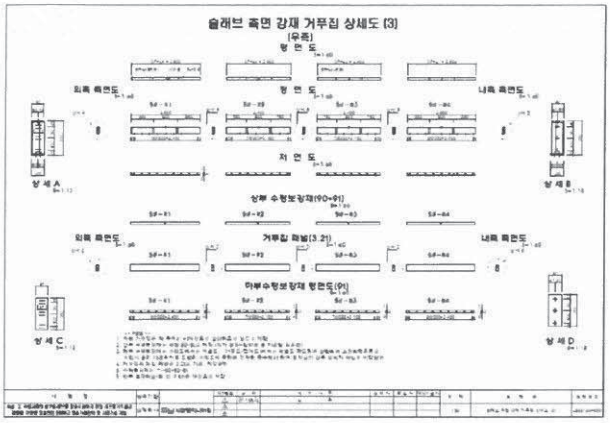


- 슬래브 측면 강재 거푸집 상세도[2]

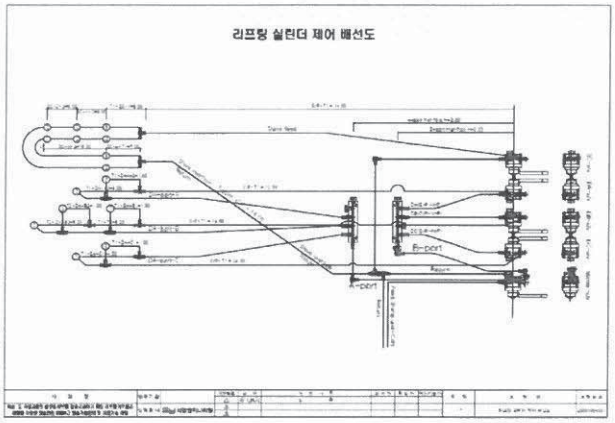


구체적인 내용 [A-1] (계속)

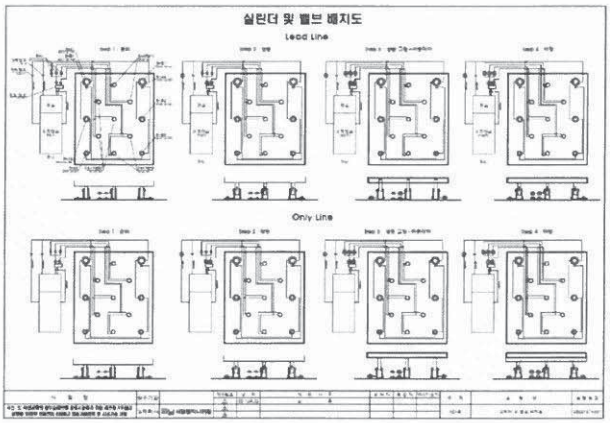
- 슬래브 측면 강재 거푸집 상세도[3]



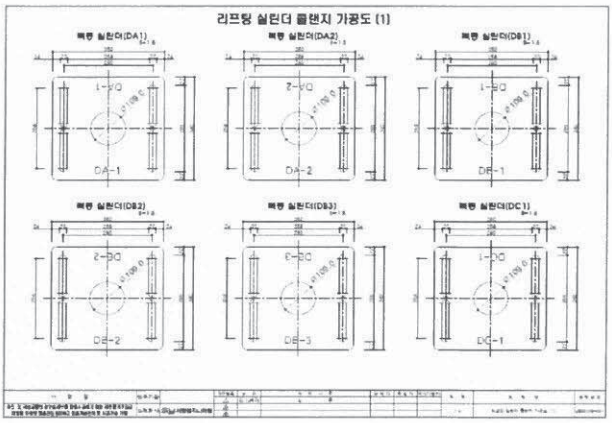
- 리프팅 실린더 제어 배선도



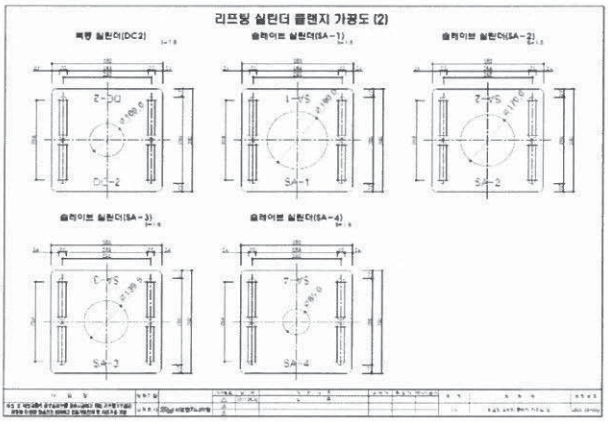
- 실린더 및 밸브 배치도



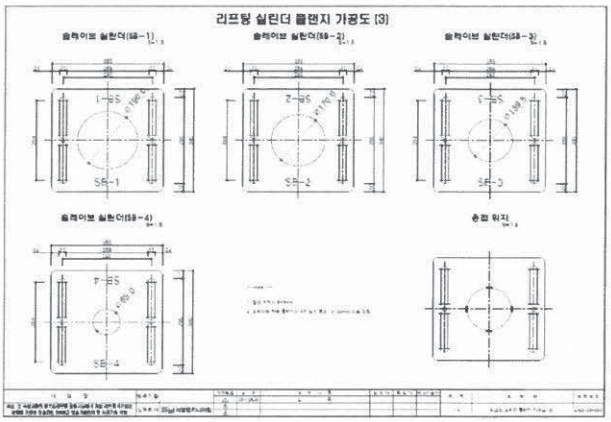
- 리프팅 실린더 플랜지 가공도[1]



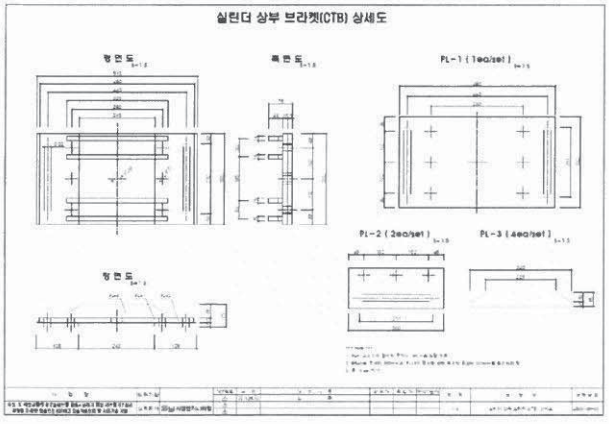
- 리프팅 실린더 플랜지 가공도[2]



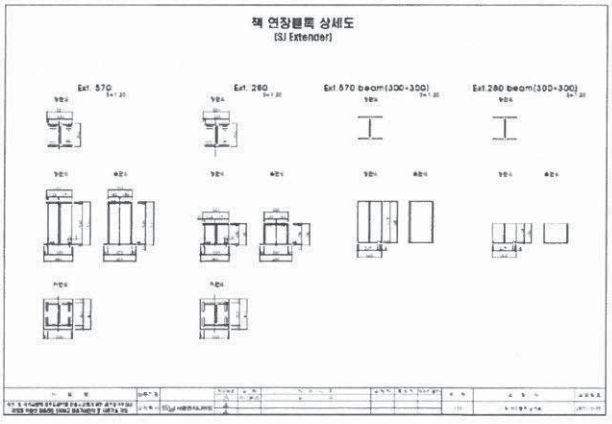
- 리프팅 실린더 플랜지 가공도[3]



- 실리더 브라켓 상세도

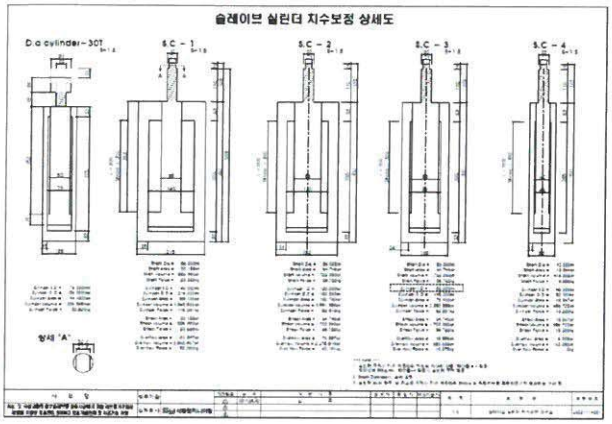


- 잭 연장블록 상세도

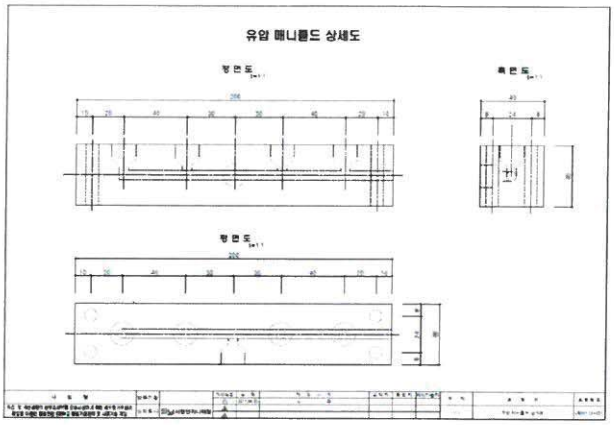


구체적인 내용 [A-1] (계속)

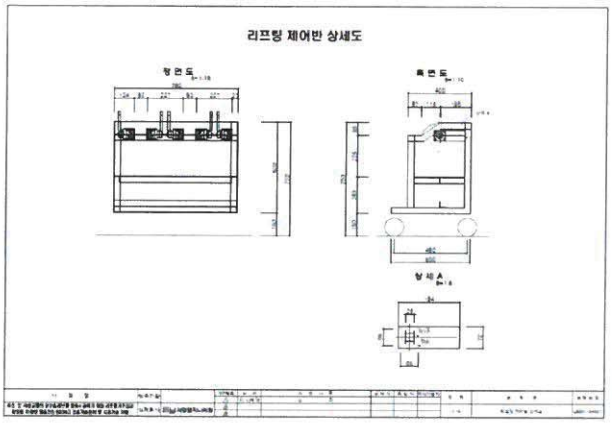
- 슬레이브 실린더 치수보정 상세도



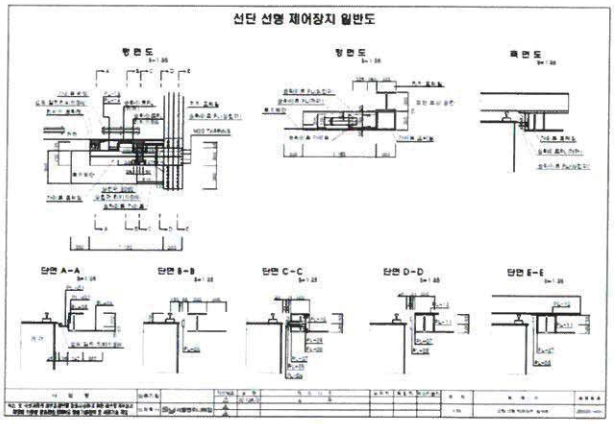
- 유압 매니폴드 상세도



- 리프팅 제어반 상세도



- 선단 선형 제어장치 일반도/상세도



연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[A-2] 리프팅 거푸집 제작	▹ 연구수행방법 : - 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정 - 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며, 거푸집의 리셋정밀도 및 상승, 하강시 거푸집의 동작오차를 테스트 ▹ 리프팅거푸집 제작 : - 설계도면과 제작된 리프팅 거푸집과의 제작 정밀도 확인	▹ 리프팅 거푸집 제작 (연구개발성과 증빙자료 [A-2] 참조)

시 험 성 적 서

리온정밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [A-2] 리프팅 거푸집 제작
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비택 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~2017.01.13.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비택 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([첨부A-2] 참조)

구 분	A	B	C	D	종방향	횡방향	비고
도면	1,940 mm	2,011 mm	1,954 mm	2,010 mm	10.0 m	12.830 m	
측정	1,930 mm	2,015 mm	1,952 mm	2,010 mm	9.998 m	12.829 m	
제작오차	-10 mm	2 mm	0 mm	0 mm	4 mm	1 mm	
목표오차	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	
판 정	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 01. 13

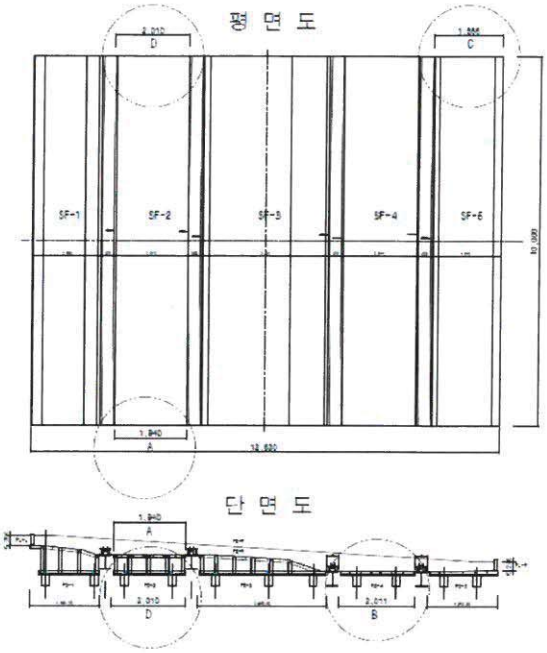
리온정밀 대표 심 상 서

구체적인 내용 [A-2] (계속)

- 리프팅 거푸집 제작 전경



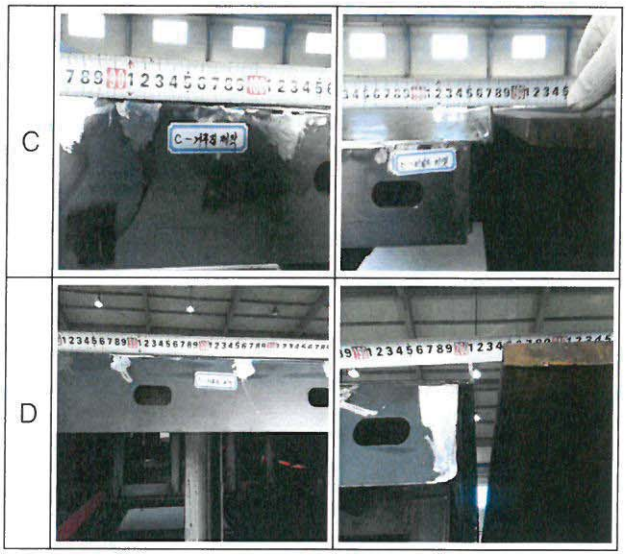
- 측정도면



- 사진대지



- 사진대지



- 사진대지



- 리프팅 거푸집 제작오차

구분	A	B	C	D	종방향(L)	횡방향(W)	비고
도면	1,940 mm	2,011 mm	1,854 mm	2,010 mm	10.0 m	12.630 m	
측정	1,930 mm	2,013 mm	1,862 mm	2,010 mm	9.996 m	12.629 m	
제작오차	-10 mm	2 mm	8 mm	0 mm	4 mm	1 mm	
목표오차	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	
판정	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[A-3] 리프팅 시스템 동작 오차	▹연구수행방법 : - 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정 - 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며, 거푸집의 리셋정밀도 및 상승, 하강시 거푸집의 동작오차를 테스트 ▹리프팅 시스템 동작오차 : (인상, 강하 시) - 거푸집 상승, 하강시 거푸집을 지지하는 메인프레임의 상하동작 오차 확인	▹ 리프팅 시스템 동작오차 (연구개발성과 증빙자료 [A-3] 참조) **시 험 성 적 서** 리온정밀 경기도 화성시 장안면 석포로 31 TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696 ○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업 [직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발] ○ 시험명 : [A-3] 리프팅시스템 동작오차(인상, 강하 시) ○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)] ○ 실험기간 : 2017. 01.09~ 2017.01.13. ○ 의뢰자 · 기관명 : (주)지비텍 이연씨 · 주 소 : 경기도 양평군 양서면 정계길57번길 1 · 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31 ○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용 실험결과 ([첨부A-3] 참조) 2017. 01. 13 리온정밀 대표 심 상 서

구분	A	B	C	D	비고
초기치	285 mm	303 mm	297 mm	307 mm	
하강치	75 mm	78 mm	76 mm	83 mm	
상승치	285 mm	298 mm	289 mm	298 mm	
하강변화	210 mm	226 mm	219 mm	224 mm	
상승변화	-210 mm	-215 mm	-211 mm	-215 mm	
하강편차	0 mm	-16 mm	-9 mm	-14 mm	
상승편차	0 mm	5 mm	1 mm	5 mm	
리셋오차	0 mm	10 mm	8 mm	9 mm	
목표오차	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	
판 정	O.K	O.K	O.K	O.K	

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

구체적인 내용 [A-3] (계속)

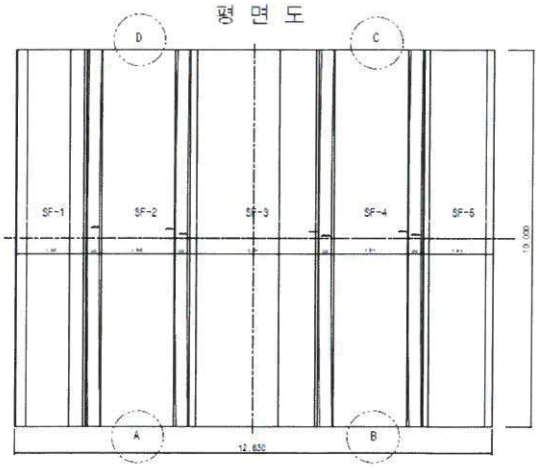
- 리프팅 시스템 동작 전경



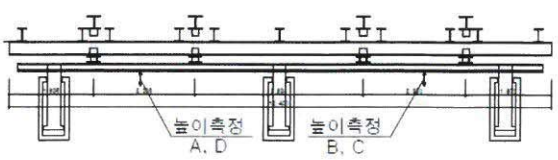


- 측정도면

평 면 도

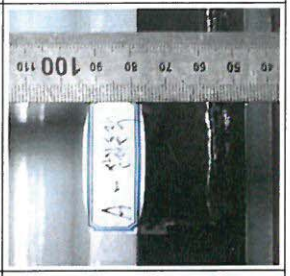


정 면 도

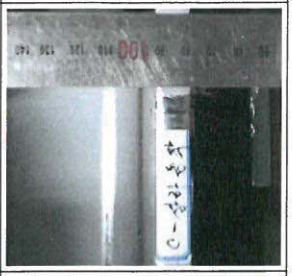
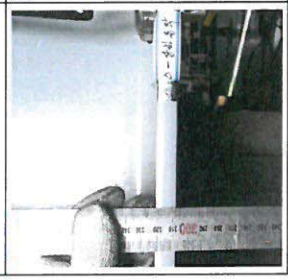


구체적인 내용 [A-3] (계속)

- 사진대지

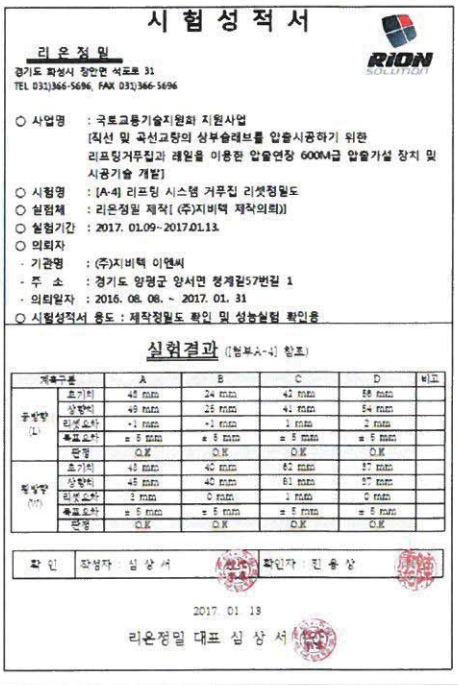
N	초기치	하향치
A		
B		

- 사진대지

N	초기치	하향치
C		
D		

- 리프팅 시스템 동작오차(인상, 강하시)

계측구분	A	B	C	D	비고
초기치	288 mm	303 mm	297 mm	307 mm	
하향치	78 mm	78 mm	78 mm	83 mm	
상향치	288 mm	293 mm	289 mm	298 mm	
하향변위	210 mm	225 mm	219 mm	224 mm	
상향변위	-210 mm	-215 mm	-211 mm	-215 mm	
하향편차	0 mm	-15 mm	-9 mm	-14 mm	
상향편차	0 mm	5 mm	1 mm	5 mm	
리셋오차	0 mm	10 mm	8 mm	9 mm	
목표오차	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	
판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[A-4] 리프팅 시스템 거푸집 리셋 정밀도	▹ 연구수행방법 : - 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정 - 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며, 거푸집의 리셋정밀도 및 상승, 하강시 거푸집의 동작오차를 테스트 ▹ 리프팅 시스템 거푸집 정밀도 : - 거푸집 상승, 하강시 거푸집 모서리(A,B,C,D)의 리셋정밀도(X,Y 오차)를 측정	▹ 리프팅 시스템 거푸집 리셋 정밀도 (연구개발성과 증빙자료 [A-4] 참조) 

시 험 성 적 서

리온정밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [A-4] 리프팅 시스템 거푸집 리셋정밀도
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~2017.01.13.
○ 의뢰자
· 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
· 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
· 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([별표A-4] 참조)

계측구분		A	B	C	D	비고
주방향 (L)	초기치	45 mm	34 mm	42 mm	58 mm	
	상향치	46 mm	25 mm	41 mm	54 mm	
	리셋오차	-1 mm	+1 mm	1 mm	2 mm	
	목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
	판정	O.K	O.K	O.K	O.K	
부방향 (W)	초기치	40 mm	40 mm	80 mm	87 mm	
	상향치	45 mm	40 mm	81 mm	87 mm	
	리셋오차	3 mm	0 mm	1 mm	0 mm	
	목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
	판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

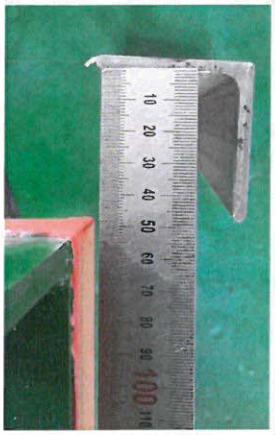
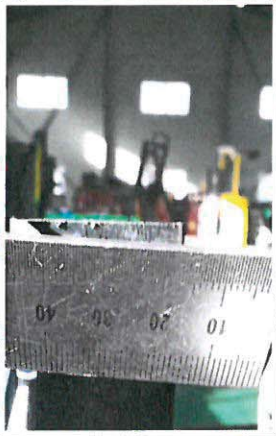
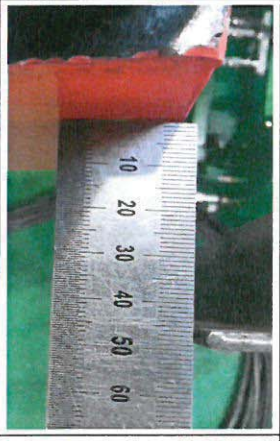
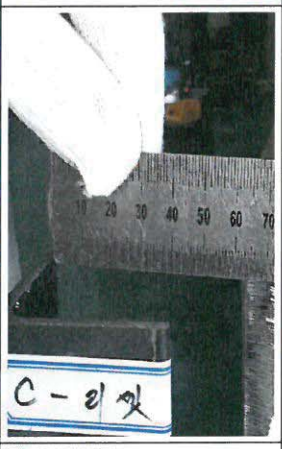
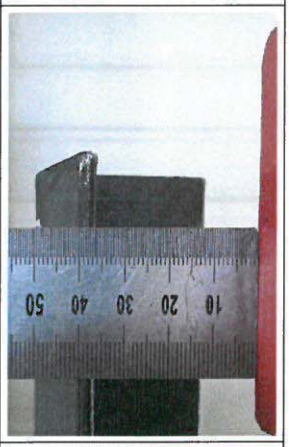
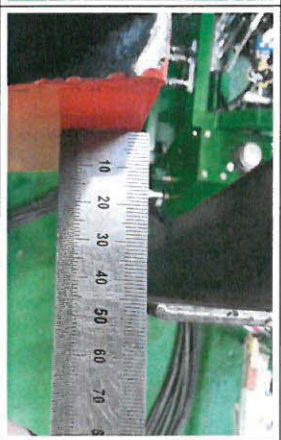
확 인 | 작성자 : 심 상 서 | 확인자 : 권 용 상

2017 01 19

리온정밀 대표 심 상 서

구체적인 내용 [A-4] (계속)

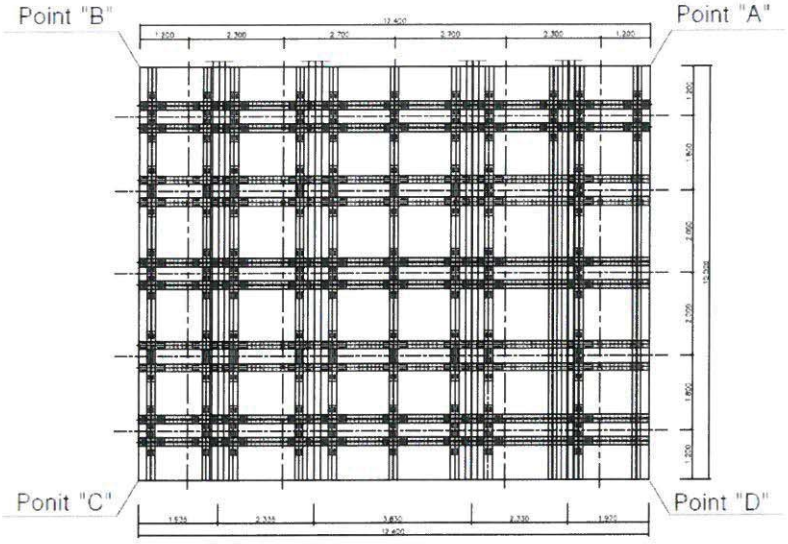
- 사진대지

구분		A	B	C	D
종방향	초기치				
	상향치				
횡방향	초기치				
	상향치				

구체적인 내용 [A-4] (계속)

- 측정도면

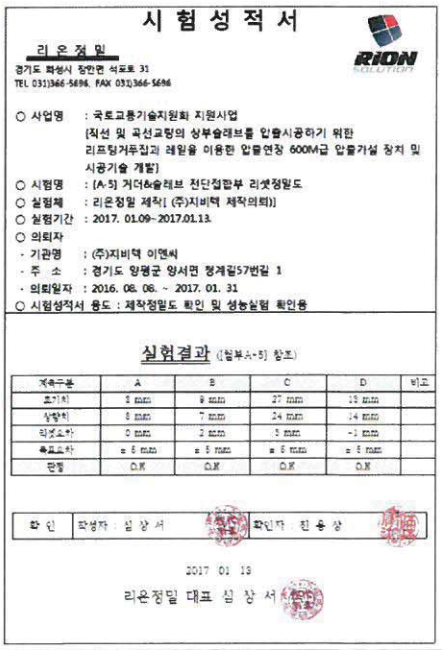
평 면 도



- 리프팅 시스템 거푸집 리셋 정밀도

계측구분		A	B	C	D	비고
종방향 (L)	초기치	48 mm	24 mm	42 mm	56 mm	
	상향치	49 mm	25 mm	41 mm	54 mm	
	리셋오차	-1 mm	-1 mm	1 mm	2 mm	
	목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
	판정	O.K	O.K	O.K	O.K	
횡방향 (W)	초기치	48 mm	40 mm	62 mm	37 mm	
	상향치	45 mm	40 mm	61 mm	37 mm	
	리셋오차	3 mm	0 mm	1 mm	0 mm	
	목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
	판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[A-5] 거더&슬래브 전단 접합부 터널형 거푸집 리셋 정밀도	▹ 연구수행방법 : - 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정 - 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며, 거푸집의 리셋정밀도 및 상승, 하강시 거푸집의 동작오차를 테스트 ▹ 거더&슬래브 전단 접합부 터널형 거푸집 리셋 정밀도 : - 거푸집 상승, 하강시 거더&슬래브 전단접합부 리셋 정밀도(오차) 확인	▹ 거더&슬래브 전단 접합부 터널형 거푸집 리셋 정밀도 (연구개발성과 증빙자료 [A-5] 참조)



시 험 성 적 서

리온정밀

경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [A-5] 거더&슬래브 전단접합부 리셋정밀도
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~ 2017.01.13.
○ 의뢰자
· 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
· 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
· 의뢰일자 : 2016. 08. 06. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([첨부A-5] 참조)

계측구분	A	B	C	D	비고
초기치	5 mm	9 mm	27 mm	15 mm	
상향치	6 mm	7 mm	24 mm	14 mm	
리셋오차	0 mm	2 mm	3 mm	-1 mm	
목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

확 인 | 작성자 : 심 장 서 | 확인자 : 진 용 상

2017 01 19

리온정밀 대표 심 장 서

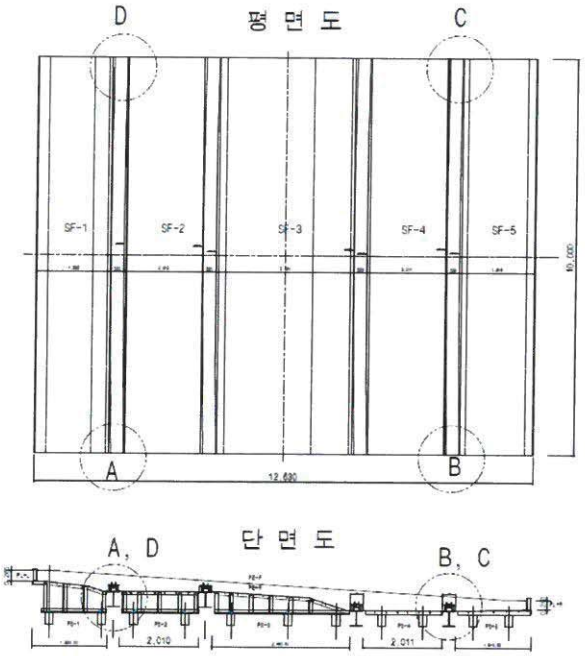
구체적인 내용 [A-5] (계속)

- 사진대지

구분	초기치	상향치
A		
B		
C		
D		

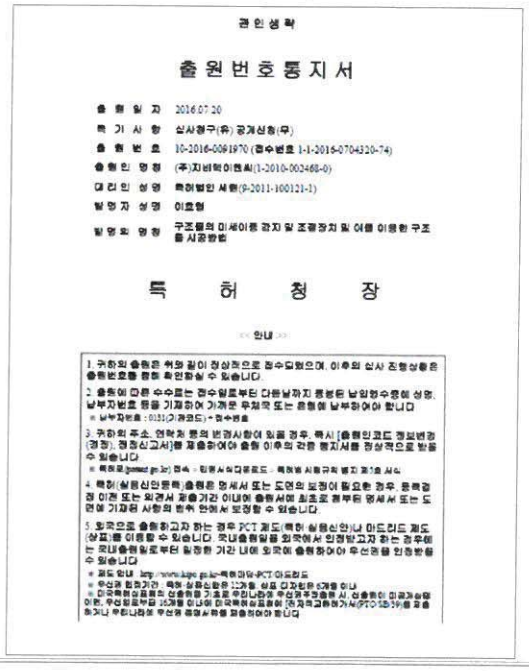
구체적인 내용 [A-5] (계속)

- 측정도면



- 거더&슬래브 전단접합부 리셋 정밀도

계측구분	A	B	C	D	비고
초기치	8 mm	9 mm	27 mm	13 mm	
상향치	8 mm	7 mm	24 mm	14 mm	
리셋오차	0 mm	2 mm	3 mm	-1 mm	
목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[A-6] 리프팅 시스템	▹연구수행방법 : - 특허출원 : 구조물의 미세이동 감지 및 조절장치 및 이를 이용한 구조물 시공방법 **[등록예정]**	▹ 출원번호 : 10-2016-0091970 (2016.07.20) (연구개발성과 증빙자료 [A-6],[A-9] 참조) 

권 인 성 락

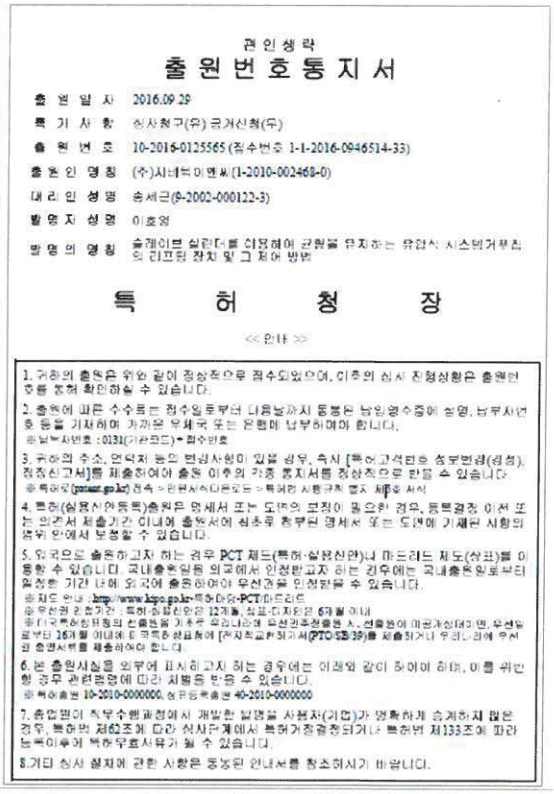
출 원 번 호 통 지 서

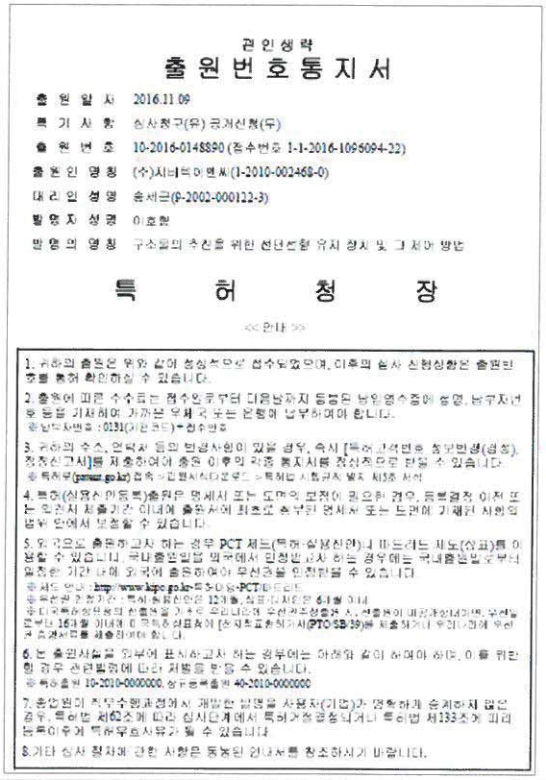
출 원 일 자 2016.07.20
특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무)
출 원 번 호 10-2016-0091970 (접수번호 1-1-2016-0704320-74)
출 원 인 명 칭 (주)지비엑이엔씨(1-2010-002468-0)
대 리 인 성 명 특허법인 세원(9-2011-100121-1)
발 명 자 성 명 이효형
발 명 의 명 칭 구조물의 미세이동 감지 및 조절장치 및 이를 이용한 구조물 시공방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.
2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 은행등 납입창구에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 기재된 무효의 출원에 납부하여야 합니다
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호
3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 출원인코드 정보변경(경정) 전정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 - 민원서식다운로드 - 특허법 시행규칙 별지 제1호 서식
4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 문제점 이전 또는 외관서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.
5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 경로(특허 실용신안)나 마드리드 경로(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다
※ 경로 안내 http://www.kipo.go.kr-특허마당-PCT 마드리드
※ 우선권 주장기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표 디자인은 6개월 이내
※ 미국특허심플래드 선출원을 기초로 우선나라를 우선권주장출원 시 선출원이 미공개상태이면, 우선권주장일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 (비가국고특허거시(PCT-SR)부를 제출하거나 우리나라로 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
[A-7] 거더&슬래브 전단접합 터널형 거푸집	▹연구수행방법 : - 특허출원 : 슬레이브 실린더를 이용하여 균형을 유지하는 유압식 시스템 거푸집의 리프팅장치 및 그 제어방법	▹ 출원번호 : 10-2016-0125565 (2016.09.29) (연구개발성과 증빙자료 [A-7] 참조)  권인생략 출원번호통지서 출원일자 2016.09.29 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 출원번호 10-2016-0125565 (접수번호 1-1-2016-0946514-33) 출원인 명칭 (주)시너트이엔씨(1-2010-002468-0) 대리인 성명 송세근(9-2002-000122-3) 발명자 성명 이호원 발명의 명칭 슬레이브 실린더를 이용하여 균형을 유지하는 유압식 시스템 거푸집의 리프팅장치 및 그 제어 방법 특 허 청 장 << 안내 >> 1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원인 코드를 통해 확인하실 수 있습니다. 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등록된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※납부자번호 : 0131(기관코드)+접수번호 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정) 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. ※특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제8호 서식 4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다. 5. 외국으로도 출원하고자 하는 경우 PCT 체도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다. ※자세한 안내 : http://www.kipo.go.kr>특허>PCT마드리드 ※우선권 주장기간 : 특허 실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내 ※미국특허상표청의 선출원주의 우선나라에 우선권주장출원 시, 선출원에 대한거절이유가 없어, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환청구서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우선나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다. 6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다. ※특허출원 10-2010-0000000, 실용등록출원 40-2010-0000000 7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제138조에 따라 특허이후에 무효사유가 될 수 있습니다. 8.기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
[A-8] 선단선형 유지장치	▹연구수행방법 : - 특허출원 : 구조물의 추진을 위한 선단선형 유지 장치 및 그 제어방법 (추가성과)	▹ 출원번호 : 10-2016-0148890 (2016.11.09) (연구개발성과 증빙자료 [A-8] 참조)  권인생략 출원번호통지서 출원일자 2016.11.09 특기사항 심사청구(유) 공개신청(무) 출원번호 10-2016-0148890 (접수번호 1-1-2016-1095094-22) 출원인 명칭 (주)시너트이엔씨(1-2010-002468-0) 대리인 성명 송세근(9-2002-000122-3) 발명자 성명 이호원 발명의 명칭 구조물의 추진을 위한 선단선형 유지 장치 및 그 제어 방법 특 허 청 장 << 안내 >> 1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원인 코드를 통해 확인하실 수 있습니다. 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 등록된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. ※납부자번호 : 0131(기관코드)+접수번호 3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정) 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. ※특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제8호 서식 4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다. 5. 외국으로도 출원하고자 하는 경우 PCT 체도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다. ※자세한 안내 : http://www.kipo.go.kr>특허>PCT마드리드 ※우선권 주장기간 : 특허 실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내 ※미국특허상표청의 선출원주의 우선나라에 우선권주장출원 시, 선출원에 대한거절이유가 없어, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환청구서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우선나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다. 6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다. ※특허출원 10-2010-0000000, 실용등록출원 40-2010-0000000 7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제138조에 따라 특허이후에 무효사유가 될 수 있습니다. 8.기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[B-1] 선단선형 제어시스템 구축	▹연구수행방법 : - 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정 - 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며, 거푸집의 리셋정밀도 및 상승, 하강시 거푸집의 동작오차를 테스트 ▹선단선형 제어시스템 구축 : - 선형 제어시스템 오차범위에 대한 제어기능 측정	▹ 선단선형 제어시스템 구축 (연구개발성과 증빙자료 [B-1] 참조)

시 험 성 적 서

리온정밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [B-1] 선단선형 제어 시스템 구축
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~2017.01.13.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([첨부B-1] 참조)

구분	센서 암 길이	스펙(고유) 유격	유격편차	시험유격	목표유격	판정
Sensor-1	210mm	18.4mm	1.6mm	20.0mm	± 20mm	OK
Sensor-2	52mm	4.5mm	0.4mm	4.9mm	± 5mm	Ok

확 인 | 작성자 : 심 상 서 | 확인자 : 진 용 상

2017. 01. 13

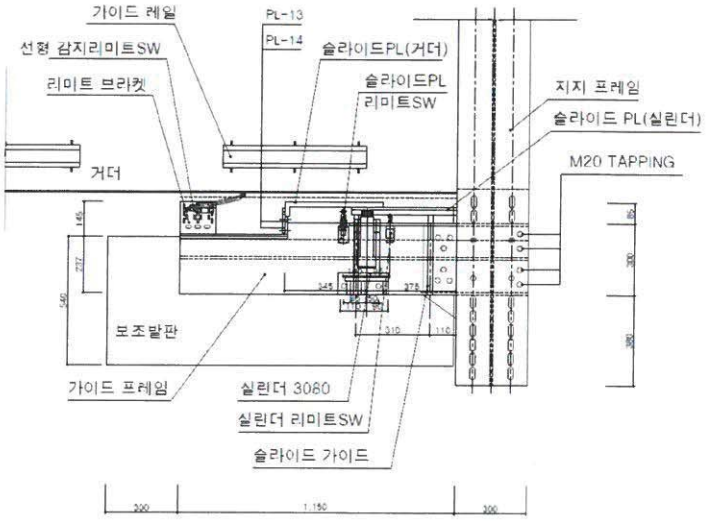
리온정밀 대표 심 상 서

구체적인 내용 [B-1] (계속)

- 사진대지



- 제어시스템 구축상세



- 선단선형 제어시스템 정밀도

구분	센서 암 길이	스펙(고유) 유격	유격편차	시험유격	목표유격	판정
Sensor-1	210mm	18.4mm	1.6mm	20.0mm	± 20mm	OK
Sensor-2	52mm	4.5mm	0.4mm	4.9mm	± 5mm	Ok

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
[B-2] 선단선형 제어장비 개발, 제작	▹연구수행방법 : - 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정 - 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며, 거푸집의 리셋정밀도 및 상승, 하강시 거푸집의 동작오차를 테스트 ▹선단선형 제어장비 개발, 제작 : - 선형 제어시스템 오차범위에 대한 제어기능 측정	▹ 선단선형 제어장비 개발, 제작 (연구개발성과 증빙자료 [B-2] 참조)

시 험 성 적 서

RION SOLUTION

리온정밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [B-2] 선단선형 제어 장비 개발 · 제작
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~2017.01.13.
○ 의뢰자
· 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
· 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
· 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([첨부B-2] 참조)

구분	센서 암 길이	선형기준유격	최대유격	유효유격	보정유격	목표유격	판정
Sensor-1	210 mm	4.9 mm	25.1 mm	20.3 mm	18.7 mm	± 20mm	OK
Sensor-2	52 mm	5.0 mm	10.1 mm	5.2 mm	4.8 mm	± 5mm	OK

확 인 | 작성자 : 심 상 서 | 확인자 : 진 용 상

2017 01 18

리온정밀 대표 심 상 서

구체적인 내용 [B-2] (계속)

- 사진대지

구 분	초기유격	최대유격
Sensor-1		
Sensor-2		

- 선단선형 제어시스템 유격측정 정밀도

구분	센서 암 길이	선형기준유격	최대유격	유효유격	보정유격	목표유격	판정
Sensor-1	210 mm	4.9 mm	25.1 mm	20.3 mm	18.7 mm	± 20mm	OK
Sensor-2	52 mm	5.0 mm	10.1 mm	5.2 mm	4.8 mm	± 5mm	OK

[별첨 A-3] 리프팅 시스템 동작오차 (인상, 강하 시)

시 험 성 적 서

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [A-3] 리프팅시스템 동작오차(인상, 강하 시)
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~2017.01.13.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([첨부A-3] 참조)

구 분	A	B	C	D	비고
초기치	288 mm	303 mm	297 mm	307 mm	
하향치	78 mm	78 mm	78 mm	83 mm	
상향치	288 mm	293 mm	289 mm	298 mm	
하향변위	210 mm	225 mm	219 mm	224 mm	
상향변위	-210 mm	-215 mm	-211 mm	-215 mm	
하향편차	0 mm	-15 mm	-9 mm	-14 mm	
상향편차	0 mm	5 mm	1 mm	5 mm	
리셋오차	0 mm	10 mm	8 mm	9 mm	
목표오차	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	
판 정	O.K	O.K	O.K	O.K	

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 01. 13

리온정밀 대표 심 상 서

[첨부 A-3] 리프딩시스템 동작오차(인상, 강하 시)

1. 실험개요

1.1 실험목적

본 시험의 목적은 시험 의뢰자가 제공한 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집 및 선단선형 제어장치에 대한 제작과 시스템작동의 정밀도를 파악하는 것이다.

1.2 제작 및 실험기간

- 2016. 08 ~ 2017. 01

1.3 거푸집제작 및 시험 전경

본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 (주)지비텍의 의뢰에 의해 수행되었으며 제작현장 및 시험전경은 다음과 같다. 본 슬래브 제작용 거푸집은 폭 12.4m, 길이 10.0m, 편경사 6%의 제원을 갖는 슬래브 제작을 위한 거푸집으로 제작되었다.



< 리프팅거푸집 시험체 모습 >

2. 실험방법

2.1 시험체

시험체는 실험의뢰자((주)지비텍이엔씨)가 제작의뢰(리온정밀 제작)가 제공한 리프팅거푸집 실험체 수량은 1개이다.

2.2 시험방법

본 시험은 상부슬래브제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정하기 위함이며, 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며 거푸집의 리셋정밀도 및 상승,하강시 거푸집의 동작오차를 테스트하였다.

○ **리프팅 시스템 동작오차(인상, 강하 시)**

- 거푸집 상승, 하강시 거푸집을 지지하는 메인프레임의 상하동작 오차 확인





< 거푸집 상승 >





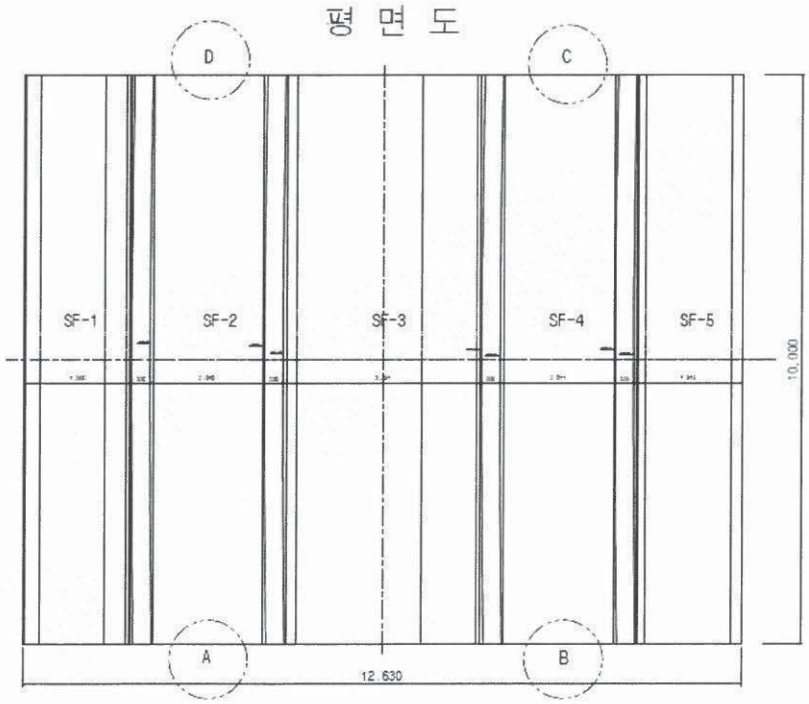
< 거푸집 하강 >

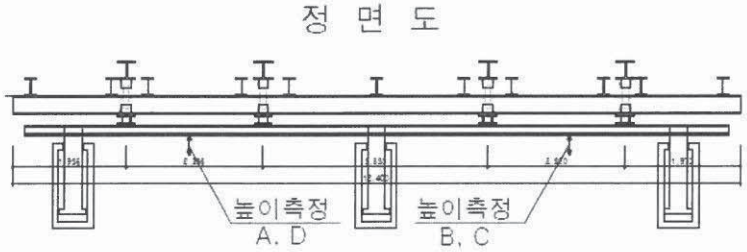
3. 실험결과

○ [A-3] 리프팅 시스템 동작오차(인상, 강하 시)

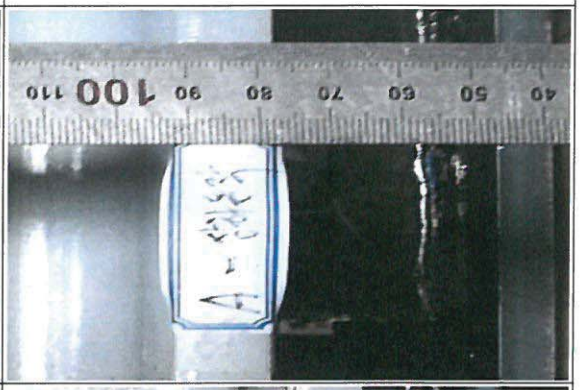
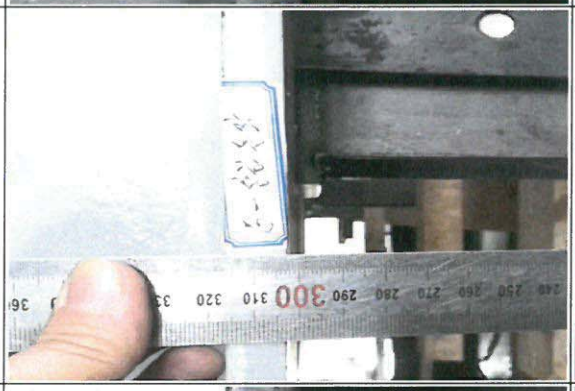
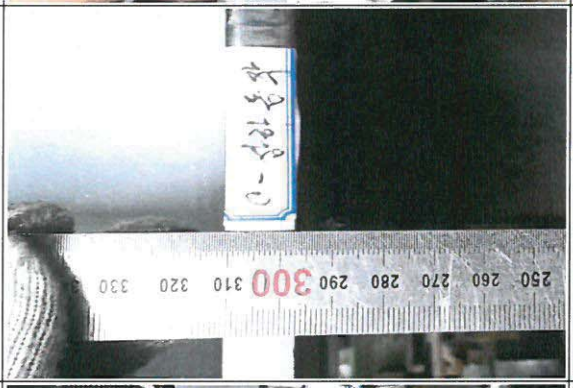
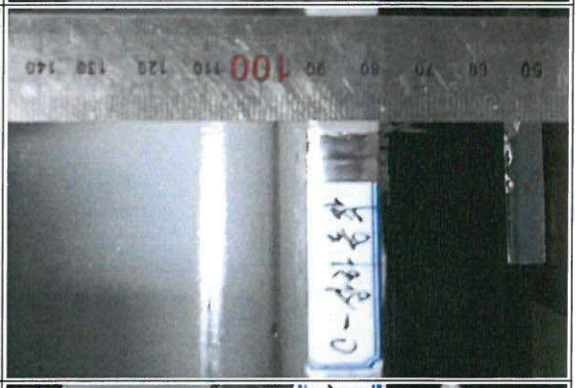
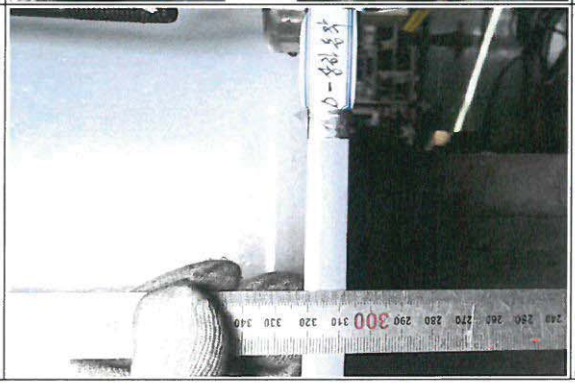
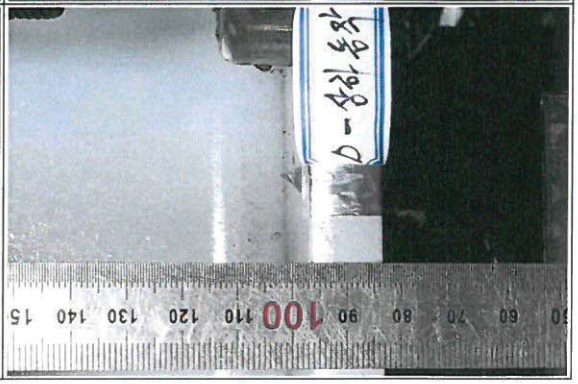
계측구분	A	B	C	D	비고
초기치	288 mm	303 mm	297 mm	307 mm	
하향치	78 mm	78 mm	78 mm	83 mm	
상향치	288 mm	293 mm	289 mm	298 mm	
하향변위	210 mm	225 mm	219 mm	224 mm	
상향변위	-210 mm	-215 mm	-211 mm	-215 mm	
하향편차	0 mm	-15 mm	-9 mm	-14 mm	
상향편차	0 mm	5 mm	1 mm	5 mm	
리셋오차	0 mm	10 mm	8 mm	9 mm	
목표오차	± 10mm	± 10mm	± 10mm	± 10mm	
판 정	O.K	O.K	O.K	O.K	

○ [A-3] 측정위치





○ [A-3] 측정사진

구분	초기치	하향치
A		
B		
C		
D		

[별첨 A-4] 리프팅 시스템 거푸집 리셋 정밀도

시 험 성 적 서

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [A-4] 리프팅 시스템 거푸집 리셋정밀도
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~2017.01.13.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([첨부A-4] 참조)

계측구분		A	B	C	D	비고
종방향 (L)	초기치	48 mm	24 mm	42 mm	56 mm	
	상향치	49 mm	25 mm	41 mm	54 mm	
	리셋오차	-1 mm	-1 mm	1 mm	2 mm	
	목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
	판정	O.K	O.K	O.K	O.K	
횡방향 (W)	초기치	48 mm	40 mm	62 mm	37 mm	
	상향치	45 mm	40 mm	61 mm	37 mm	
	리셋오차	3 mm	0 mm	1 mm	0 mm	
	목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
	판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 01. 13

리온정밀 대표 심 상 서

[첨부 A-4] 리프팅 시스템 거푸집 리셋 정밀도

1. 실험개요

1.1 실험목적

본 시험의 목적은 시험 의뢰자가 제공한 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집 및 선단선형 제어장치에 대한 제작과 시스템작동의 정밀도를 파악하는 것이**다.**

1.2 제작 및 실험기간

- 2016. 08 ~ 2017. 01

1.3 거푸집제작 및 시험 전경

본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 (주)지비텍의 의뢰에 의해 수행되었으며 제작현장 및 시험전경은 다음과 같다. 본 슬래브 제작용 거푸집은 폭 12.4m, 길이 10.0m, 편경사 6%의 제원을 갖는 슬래브 제작을 위한 거푸집으로 제작되었다.



< 리프팅거푸집 시험체 모습 >

2. 실험방법

2.1 시험체

시험체는 실험의뢰자((주)지비텍이엔씨)가 제작의뢰(리온정밀 제작)가 제공한 리프팅거푸집 실험체 수량은 1개이다.

2.2 시험방법

본 시험은 상부슬래브제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정하기 위함이며, 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며 거푸집의 리셋정밀도 및 상승,하강시 거푸집의 동작오차를 테스트하였다.

○ **리프팅 시스템 거푸집 정밀도**

- 거푸집 상승, 하강시 거푸집 모서리(A,B,C,D)의 리셋정밀도(X,Y 오차)를 측정





< 거푸집 상승 >





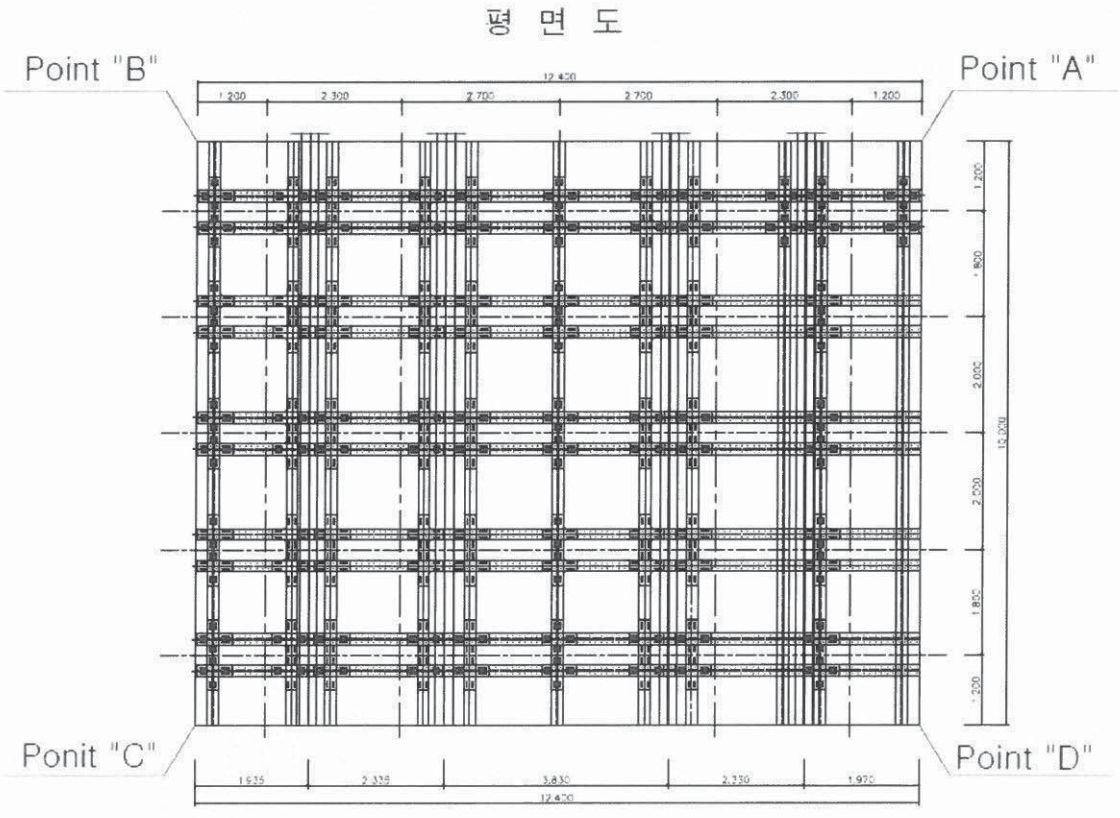
< 거푸집 하강 >

3. 실험결과

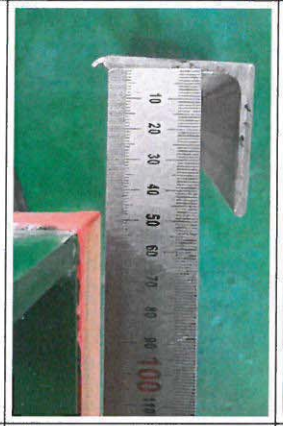
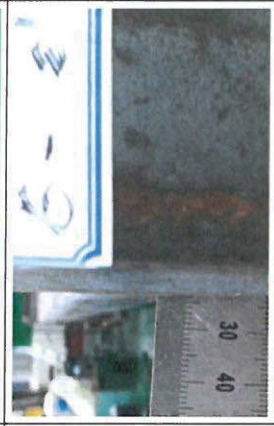
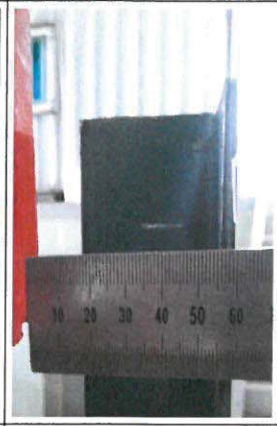
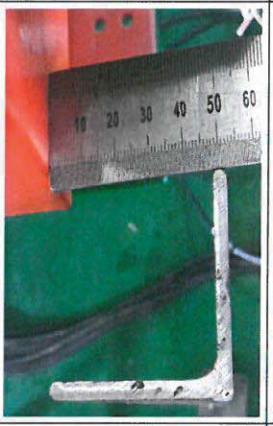
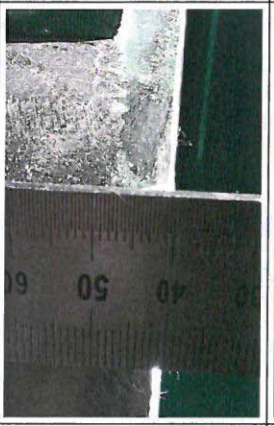
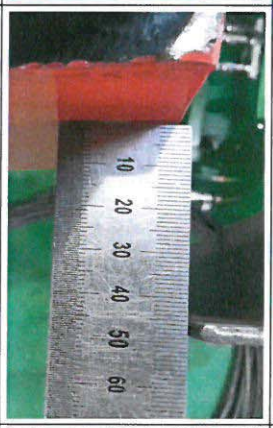
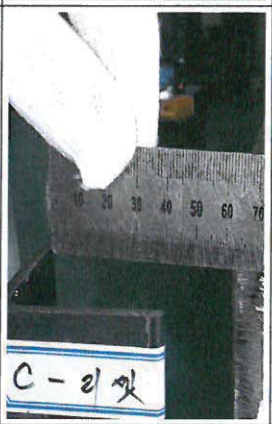
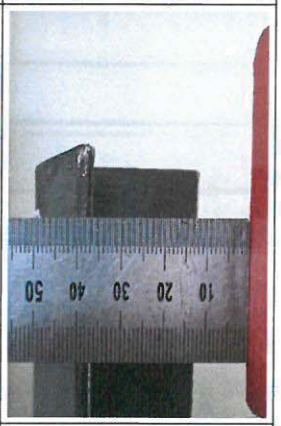
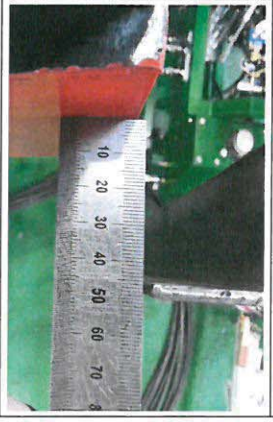
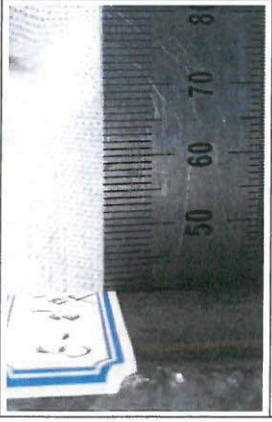
○ [A-4] 리프팅 시스템 거푸집 리셋정밀도

계측구분		A	B	C	D	비고
종방향 (L)	초기치	48 mm	24 mm	42 mm	56 mm	
	상향치	49 mm	25 mm	41 mm	54 mm	
	리셋오차	-1 mm	-1 mm	1 mm	2 mm	
	목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
	판정	O.K	O.K	O.K	O.K	
횡방향 (W)	초기치	48 mm	40 mm	62 mm	37 mm	
	상향치	45 mm	40 mm	61 mm	37 mm	
	리셋오차	3 mm	0 mm	1 mm	0 mm	
	목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
	판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

○ [A-4] 측정위치



○ [A-4] 측정사진

구 분		A	B	C	D
종방향 (L)	초기치				
	상향치				
횡방향 (W)	초기치				
	상향치				

[별첨 A-5] 거더&슬래브 전단접합부 리셋정밀도

시 험 성 적 서

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [A-5] 거더&슬래브 전단접합부 리셋정밀도
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~2017.01.13.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([첨부A-5] 참조)

계측구분	A	B	C	D	비고
초기치	8 mm	9 mm	27 mm	13 mm	
상향치	8 mm	7 mm	24 mm	14 mm	
리셋오차	0 mm	2 mm	3 mm	-1 mm	
목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 01. 13

리온정밀 대표 심 상 서

[첨부 A-5] 거더&슬래브 전단접합부 리셋 정밀도

1. 실험개요

1.1 실험목적

본 시험의 목적은 시험 의뢰자가 제공한 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집 및 선단선형 제어장치에 대한 제작과 시스템작동의 정밀도를 파악하는 것이다.

1.2 제작 및 실험기간

- 2016. 08 ~ 2017. 01

1.3 거푸집제작 및 시험 전경

본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 (주)지비텍의 의뢰에 의해 수행되었으며 제작현장 및 시험전경은 다음과 같다. 본 슬래브 제작용 거푸집은 폭 12.4m, 길이 10.0m, 편경사 6%의 제원을 갖는 슬래브 제작을 위한 거푸집으로 제작되었다.



< 리프팅거푸집 시험체 모습 >

2. 실험방법

2.1 시험체

시험체는 실험의뢰자((주)지비텍이엔씨)가 제작의뢰(리온정밀 제작)가 제공한 리프팅거푸집 실험체 수량은 1개이다.

2.2 시험방법

본 시험은 상부슬래브제작용 리프팅 거푸집의 제작정밀도 및 시스템작동의 정밀도를 측정하기 위함이며, 상부슬래브 제작시 거푸집의 탈형을 모사하기 위한 리프팅거푸집을 상승, 하강시키며 거푸집의 리셋정밀도 및 상승,하강시 거푸집의 동작오차를 테스트하였다.

○ **리프팅 시스템 거푸집 정밀도**

- 거푸집 상승, 하강시 거더&슬래브 전단접합부 리셋 정밀도(오차) 확인





< 거푸집 상승 >





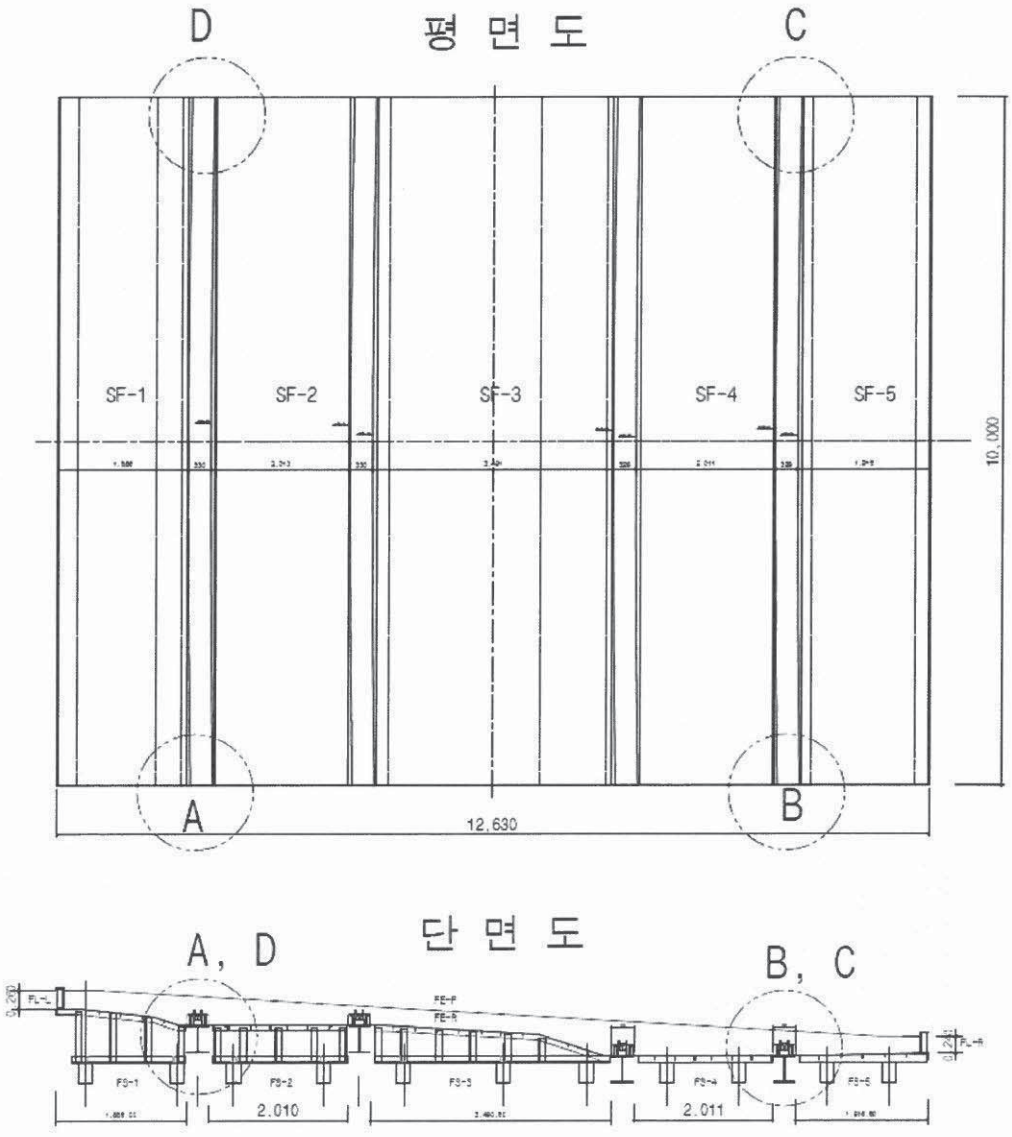
< 거푸집 하강 >

3. 실험결과

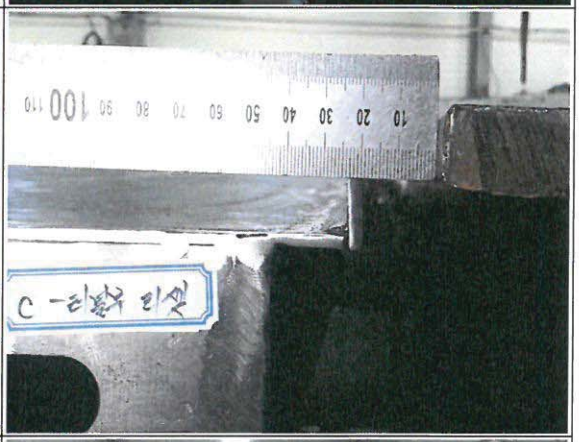
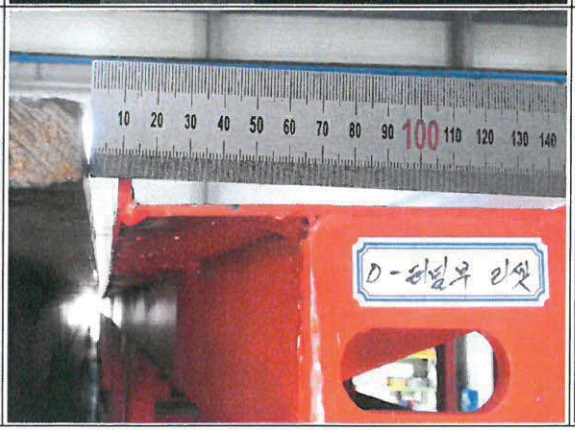
○ [A-5] 리프팅 시스템 거푸집 리셋정밀도

계측구분	A	B	C	D	비고
초기치	8 mm	9 mm	27 mm	13 mm	
상향치	8 mm	7 mm	24 mm	14 mm	
리셋오차	0 mm	2 mm	3 mm	-1 mm	
목표오차	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	± 5 mm	
판정	O.K	O.K	O.K	O.K	

○ [A-5] 측정위치



○ [A-5] 측정사진

구분	초기치	상향치
A		
B		
C		
D		

[별첨 B-1] 선단선형 제어시스템 구축

시 험 성 적 서

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [B-1] 선단선형 제어 시스템 구축
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017. 01.09~2017.01.13.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2016. 08. 08. ~ 2017. 01. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작정밀도 확인 및 성능실험 확인용

실험결과 ([첨부B-1] 참조)

구분	센서 암 길이	스펙(고유) 유격	유격편차	시험유격	목표유격	판정
Sensor-1	210mm	18.4mm	1.6mm	20.0mm	± 20mm	OK
Sensor-2	52mm	4.5mm	0.4mm	4.9mm	± 5mm	Ok

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 01. 13

리온정밀 대표 심 상 서

1. 실험개요

1.1 실험목적

본 시험의 목적은 시험 의뢰자가 제공한 상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집 및 선단선형 제어장치에 대한 제작과 시스템작동의 정밀도를 파악하는 것이다.

1.2 제작 및 실험기간

- 2016. 08 ~ 2017. 01

1.3 거푸집제작 및 시험 전경

본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 (주)지비텍의 의뢰에 의해 수행되었으며 제작현장 및 시험전경은 다음과 같다. 본 슬래브 제작용 거푸집은 폭 12.4m, 길이 10.0m, 편경사 6%의 제원을 갖는 슬래브 제작을 위한 거푸집으로 제작되었다.



< 리프팅거푸집 시험체 모습 >

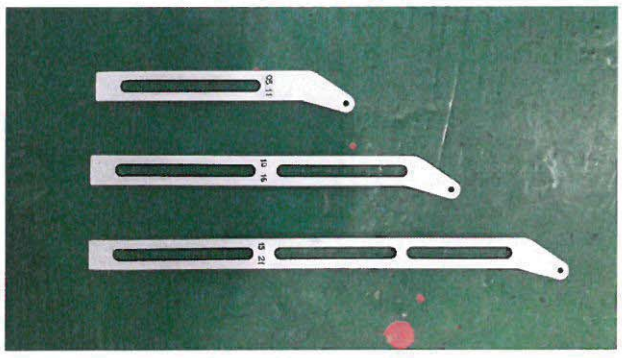
2. 실험방법

2.1 시험체

시험체는 실험의뢰자((주)지비텍이엔씨)가 제작의뢰(리온정밀 제작)가 제공한 리프팅거푸집 실험체 수량은 1개이다.

2.2 시험방법

1. 선형제어 리미트SW를 장착, SW유격을 이용해 기준 선형과 추진관리 허용 한계 유격의 범위를 조정하게 됨
2. 초기 5mm 유격은 기준선형 유격으로 이 범위를 벗어나도 시스템은 가동하지 않음.
3. 기준선형에서 이탈이 지속되어 허용 한계 유격(최대유격으로 추진전 설정)을 벗어나게 되면 센서 암이 스위치를 작동하게 되고 이때 유압 실린더가 확장되어 선형을 수정하게 됨
4. 실린더가 확장되어 선형이 교정되어 기준선형 유격 5mm 이내에 진입하게 되면 실린더의 작동이 멈추고 수축해 준비단계에서 대기 모드
5. 리미트 스위치의 유격을 이용하는 이유는 초기 준선형 유격을 초과하는 5mm 구간에서는 스위치의 유격으로 인해 작동하지 않음, 앞서 시험을 통해 계산되 암의 길이를 조정(길이 210mm)해 최대 유격을 20mm로 세팅하면 유격을 초과 할 경우 실린더가 확장하게 되고 실린더의 확장에 의한 횡방향 수정을 진행해도 스위치의 유격으로인해 즉시 작동이 멈추지 않고 시험에 의한 유격값 만큼 수정되어야 실린더의 작동이 멈추고 수축해 대기 모드로 돌아감



< 리미트 스위치 센서 >

○ **선단선형 제어시스템 구축**

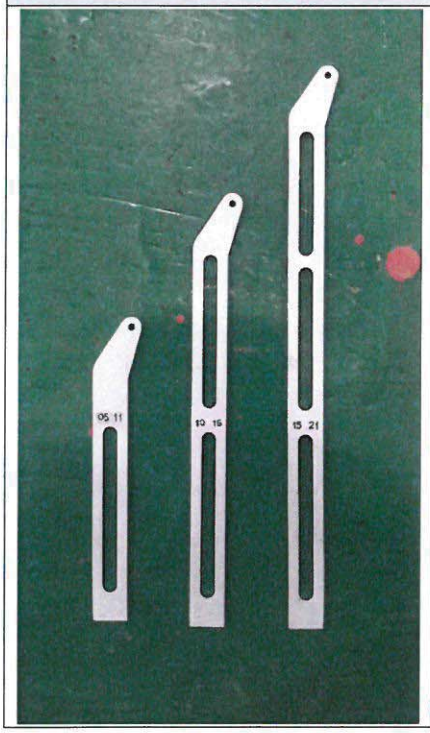
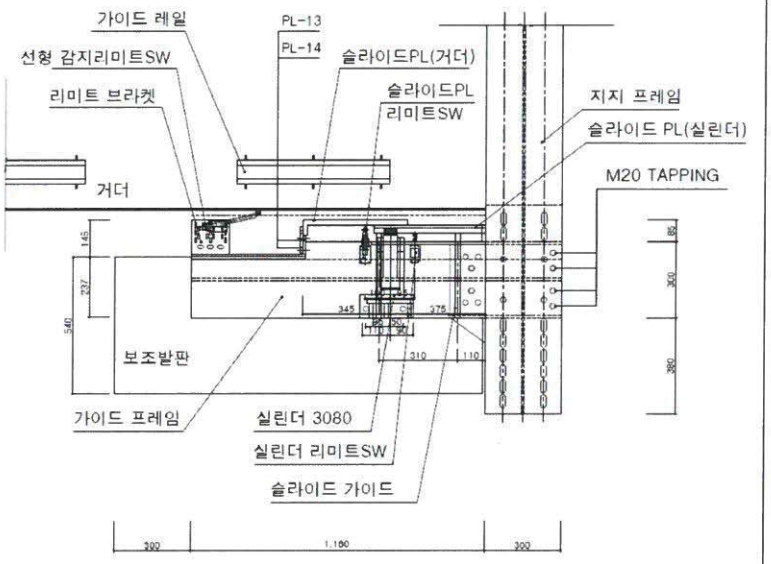
- 선형 제어시스템 오차범위에 대한 제어기능 측정

3. 실험결과

○ [B-1] 선단 선형제어 시스템구축

구분	센서 암 길이	스펙(고유) 유격	유격편차	시험유격	목표유격	판정
Sensor-1	210mm	18.4mm	1.6mm	20.0mm	± 20mm	OK
Sensor-2	52mm	4.5mm	0.4mm	4.9mm	± 5mm	Ok

○ [B-1] 측정사진

리미트 스위치 센서 암 제작	제어시스템 구축 상세도
	

3. 연구개발 목표의 달성도 및 자체 평가

가. 연구개발성과 및 평가 방법

○ 상부슬래브 제작용 리프팅거푸집 (핵심성과 : A)

성과정의	▹ 유압 및 전동식으로 작동되는 압출연장 600M급 상부 슬래브 제작용 리프팅 거푸집	
성과목적	▹ 상부슬래브의 압출시공은 교량 단부에서 반복작업으로 진행되므로 거푸집 조립 및 해체시간을 단축해 충분한 양생시간을 확보하고 유압 및 전동의 정밀구동에 필요한 구조 및 제어시스템을 개발해 선행슬래브와의 정밀한 합성과 선형을 유지할 수 있는 압출연장 600M급 리프팅 거푸집의 개발 및 제작	
성능목표	▹ 본 공법은 국내에 처음으로 도입 시도되는 기술로 기존의 비교 기술이 없으므로, 이에 유사한 기존의 갱폼 또는 시스템 거푸집을 사용할 경우 거푸집 하단에 많은 공간이 필요하며 시공중 추진장비와 간섭이 발생해 원활한 시공이 어려움 ▹ 마찰계수 0.2, 교폭 12.4m, span연장 10m를 기준으로, 대부분의 교량에 적용가능한 연장 600M급 상부슬래브 제작용 리프팅거푸집의 제작 ▹ 본 기술은 압출슬래브 시공에 최적화 하도록 제작하여 적은 인력으로 정교한 운용이 가능한 시스템 거푸집 개발, 제작함 - 슬래브 거푸집은 거더의 배치수량에 따라 각각의 셀로 정밀하고 효율적인 구조의 거푸집 제작(예를 들면 거더가 2열로 배치된 교량이면 양단부 캔틸레버와 거더 사이의 슬래브 등 3셀로 제작) - 슬래브 거더간에 전단 연결부는 정밀한 조립과 원활한 해체가 가능한 구조의 터널형 거푸집의 개발 및 제작 - 리프팅 프레임 및 제어 시스템은 전동 및 유압으로 작동되며 상하 작동 후 리셋시의 오차는 ±5mm이내 - 거푸집 프레임 전체가 균형 있게 동시에 상하 작동하여야 하며 상하 작동 중 높이 오차를 ± 10mm 이내로 제어 가능한 구조의 실물크기의 프레임 개발 제작	
성과달성 평가방법	▹ 압출슬래브에 최적화한 표준단면 설계서 및 설계 예제 ▹ 터널형 거푸집 제작 관련 특허 1건 ▹ 실물크기의 리프팅 프레임 및 제어세트 / 1 cycle 작동 후 리셋 오차 ±5mm 이내 ▹ 리프팅 프레임 및 제어세트 / 상하 동작 오차 ±10mm ▹ 터널형 거푸집 제작 관련 특허 1건	
정량적 성과	특허 출원/등록	2건
	설계도면	1건

○ 선단 선형유지 장비 (핵심성과 : B)

성과정의	▹ 슬래브 선단의 추진시 선형유지 및 보정용 가이드의 개발 제작, 성능검증실험	
성과목적	▹ 곡선교량, 편구배가 큰 교량 또는 장 연장(300m 이상) 교량에서는 평면 선형 허용한계(± 5mm이내 예측) 초과 시 슬래브 선단의 선형을 보정해 이탈을 방지하기위한 선형 보정 장비를 개발 및 제작, 성능검증시험	
성능목표	▹ 슬래브 선단에서의 선형 보정 최대 수평응력을 검토, 이에 충분한 수평 축력의 가이드 장치 설계, 제작 ▹ 슬래브 선단 선형유지장치의 제어 정밀도 및 보정 수평축력 한계 검증시험	
성과달성 평가방법	▹ 가이드 장치의 제작, 성능 검증 실험 ▹ 선단 선형유지 장비 관련 특허 1건	
정량적 성과	특허 출원/등록	1건

□ 성과점검기준표

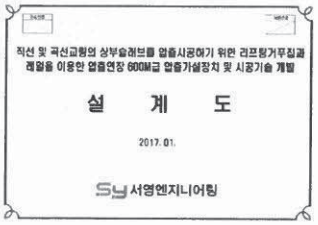
○ 1차년도

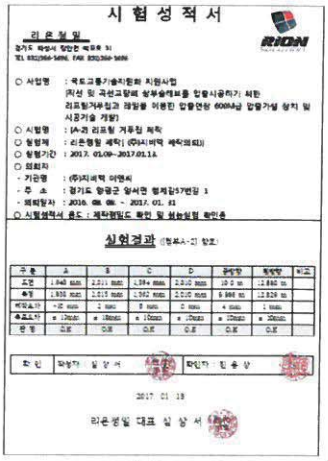
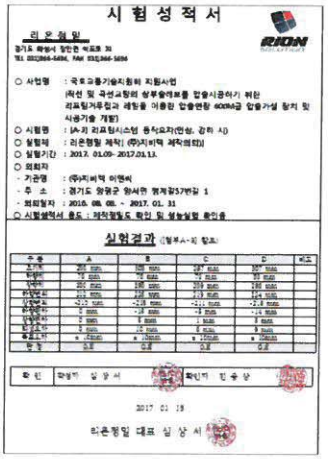
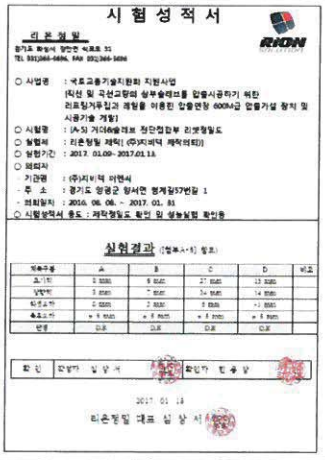
구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준						해당 기관	예산 (백만원)	양적 성과목표
						질적 성과지표	목표치	측정 방법	검증 방법	가중치			
총괄	A	상부슬래브 제작용 리프팅거푸집 설계 제작	A-1	리프팅거푸집 설계도서 작성	①	설계도서	1개	작성수	보고서	2.01	㈜사령엔지니어링	72.32	특허 : 출원 1건 등록 1건 논문 : 건 시제품 : 건 SW : 건
			A-2	리프팅거푸집 제작	②	오차범위	±10mm	오차측정	보고서	3.00	㈜부부텍아엔씨	90.835	
			A-3	리프팅시스템 동작 오차(인상, 강하 시)	③	오차범위	±10mm	오차측정	동작 높이측정	2.49	㈜부부텍아엔씨	90.835	
			A-4	리프팅 시스템 거푸집 리셋 정밀도	④	오차범위	±5mm	오차측정	거푸집 리셋오차	2.01	㈜부부텍아엔씨	90.835	
			A-5	거더&슬래브 전단 접합부 터널형 거푸집 리셋 정밀도	⑤	오차범위	±5mm	오차측정	거푸집 리셋오차	2.01	㈜부부텍아엔씨	90.835	
			A-6	리프팅 시스템	⑥	특허출원	1 건	출원건수	출원서	2.49	㈜부부텍아엔씨	90.835	
			A-7	거더&슬래브 전단 접합 터널형 거푸집	⑦	특허출원	1 건	출원건수	출원서	2.49	㈜부부텍아엔씨	90.835	
	B	슬래브 선단 선형가이드 제작	B-1	선단선형 제어 시스템 구축	①	오차범위설정 및 제어 가능	±5~20mm	오차측정	설정량 제어한계 측정	0.50	㈜부부텍아엔씨	90.835	특허 : 출원 1건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 SW : 건
			B-2	선단선형 제어 장비 개발 제작	②	제어 가능	±5~20mm	오차측정	제어한계 측정	2.01	㈜부부텍아엔씨	90.835	
계										20		799	특허 : 출원 2건 등록 1건 논문 : 건 시제품 : 건 SW : 건

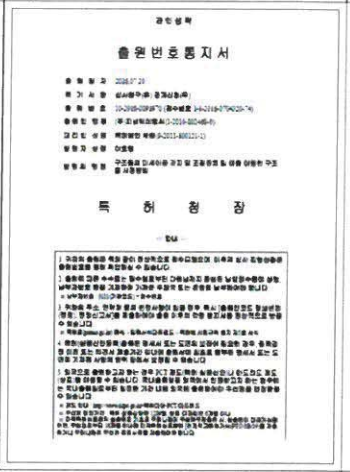
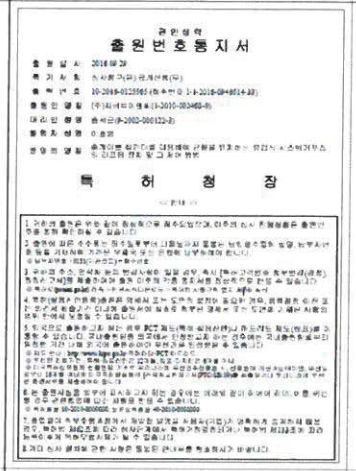
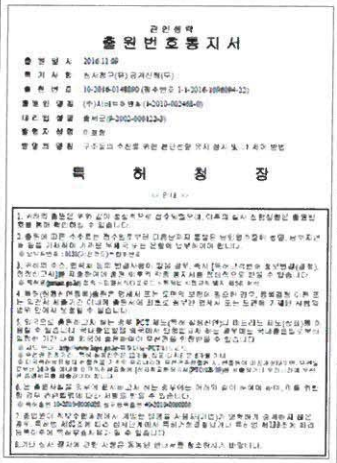
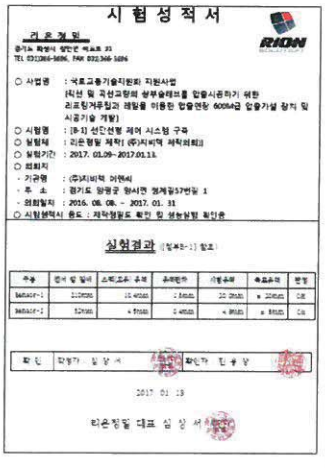
나. 1차년도 정량적 연구성과 목표 및 달성도

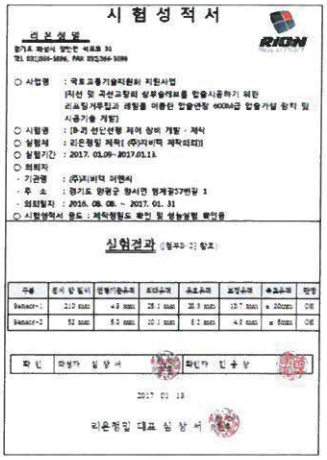
구분			목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI				
	비SCI				
	계				
국내 논문 게재	SCI				
	비SCI				
	계				
특허 출원	국내		2	150%	목표: 2건, 달성: 3건
	국외				
	계		2	150%	목표: 2건, 달성: 3건
특허 등록	국내		1	-	의견제출통지서 제출중
	국외				
	계		1	-	의견제출통지서 제출중
인력 양성	석사				
	박사				
	계				
기술 이전	계약 건수				
	계약액				
	징수액				
국제 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
국내 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문				
	연구시설·장비				
	기술요약정보				
	생명자원	생명정보			
		생물자원			
		신품종			
	소프트웨어				
	화학물				
기타	시제품		1	100%	상부슬래브 제작용 리프팅거푸집
	성과 홍보		2	200%	발주처 찾아가는 설명회: 2회 홍보
	일자리 창출				

다. 성과 목표에 대한 자체 평가

성과 목표	자체 평가		
	달성내용	성과증빙	달성도
[A-1] 리프팅거푸집 설계도서 작성	▷ 매인 프레임 및 리프팅장치 일반도 등 슬래브 제작용 리프팅 거푸집 설계도면 작성 ▷ 설계도서 1식 (총 32매) (증빙자료 [A-1] 참조)		100%

성과 목표	자체 평가		
	달성내용	성과증빙	달성도
[A-2] 리프팅 거푸집 제작	▹설계도면과 제작된 리프팅 거푸집과의 제작 정밀도 확인 ▹제작오차 : -10 ~ +4mm ▹목표오차 : ±10mm ▹판정결과 : 오차이내(OK) (증빙자료 [A-2] 참조)	 시 험 성 적 서 리온정밀	100%
[A-3] 리프팅 시스템 동작 오차 (인상, 강하 시)	▹거푸집 상승, 하강시 거푸집을 지지하는 메인프레임의 상하동작 오차 확인 ▹리셋오차 : 0 ~ +10mm ▹목표오차 : ±10mm ▹판정결과 : 오차이내(OK) (증빙자료 [A-3] 참조)	 시 험 성 적 서 리온정밀	100%
[A-4] 리프팅 시스템 거푸집 리셋 정밀도	▹거푸집 상승, 하강시 거푸집 모서리(A,B,C,D)의 리셋정밀도(X,Y 오차) 확인 ▹리셋오차 : -1 ~ +3mm ▹목표오차 : ±10mm ▹판정결과 : 오차이내(OK) (증빙자료 [A-4] 참조)	 시 험 성 적 서 리온정밀	100%
[A-5] 거더&슬래브 전단 접합부 터널형 거푸집 리셋 정밀도	▹거푸집 상승, 하강시 거더&슬래브 전단접합부 리셋 정밀도(오차) 확인 ▹리셋오차 : -1 ~ +3mm ▹목표오차 : ±10mm ▹판정결과 : 오차이내(OK) (증빙자료 [A-5] 참조)	 시 험 성 적 서 리온정밀	100%

성과 목표	자체 평가		
	달성내용	성과증빙	달성도
[A-6] 리프팅 시스템	▹ 특허출원 : 구조물의 미세이동 감지 및 조절장치 및 이를 이용한 구조물 시공방법 ▹ 출원번호 : 10-2016-0091970 (2016.07.20.) (증빙자료 [A-6] 참조) ▹ 등록예정 (증빙자료 [A-9] 참조)		100%
[A-7] 거더&슬래브 전단접합 터널형 거푸집	▹ 특허출원 : 슬레이브 실린더를 이용하여 균형을 유지하는 유압식 시스템 거푸집의 리프팅장치 및 그 제어방법 ▹ 출원번호 : 10-2016-0125565 (2016.09.29.) (증빙자료 [A-7] 참조)		100%
[A-8] 선단선형 유지장치 (추가성과)	▹ 특허출원 : 구조물의 추진을 위한 선단선형 유지 장치 및 그 제어방법 ▹ 출원번호 : 10-2016-0148890 (2016.11.09.) (증빙자료 [A-8] 참조)		100%
[B-1] 선단선형 제어시스템 구축	▹ 선형 제어시스템 오차범위에 대한 제어기능 측정 ▹ 시험유격 : 4.9 ~ 20mm ▹ 목표유격 : ±5 ~ ±20mm ▹ 판정결과 : 오차이내(OK) (증빙자료 [B-1] 참조)		100%

성과 목표	자체 평가		
	달성내용	성과증빙	달성도
[B-2] 선단선형 제어장비 개발, 제작	▹선형 제어시스템 유격오차 측정 확인 ▹보정유격 : 4.8 ~ 18.7mm ▹목표유격 : ±5 ~ ±20mm ▹판정결과 : 오차이내(OK) (증빙자료 [B-2] 참조)	 시 험 성 적 서 실험결과	100%

* 연구개발성과 관리·유통 전담 기관에 등록한 번호 기재

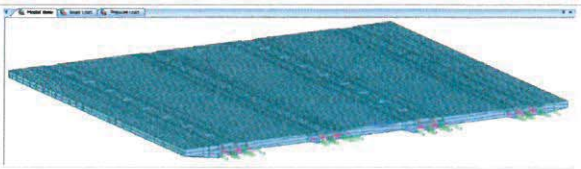
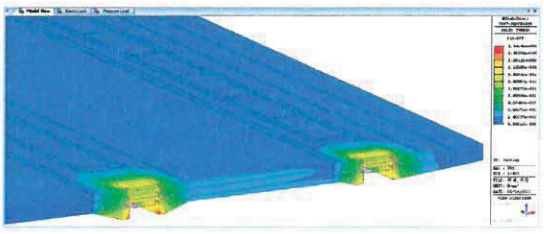
나. 기타(시제품 제작)

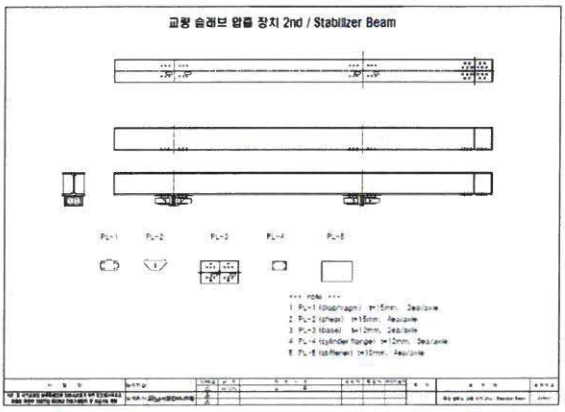
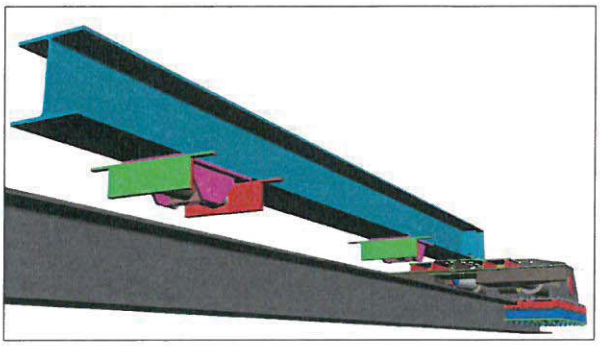
시제품명	사진	비고
상부슬래브 제작용 리프팅 거푸집		

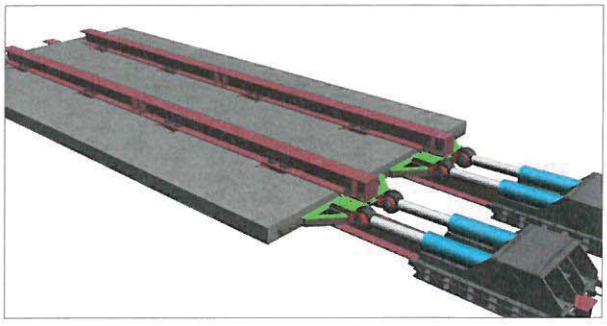
2차 연도 연구개발 목표 및 결과

구분(연도)	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구 결과
2차 연도 (2017)	직선 및 곡선 교량의 상부 슬래브를 압출시공하기위한 리프팅 거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발	▹슬래브 추진 지점부 지압응력 저감 장비 설계제작	- 지압응력 계산(600M급) - 지압응력 감소 장비 설계제작 및 성능검증실험 - 추진잭 선단부 spreader beam 설계 제작 및 성능 검증 실험 (하중분산의 균일성) - 일부구간 실물모형 제작 및 하중재하 시험 - 시험용 거더 설계, 제작(지상, 소수주형교 형식, 일행선)	▹**연구결과 상세내용 : "2. 연구범위 및 연구수행 방법"참조** - [C-1] 지압응력 검토 및 설계도서 - [C-2] 지압응력 감쇄장비 제작 및 효과시험 - [C-3,4] 추진부 spreader beam 설계, 제작 및 검증실험 - [C-5] 지압응력 감쇄장비
		▹압출추진장치 설계제작	- 추진잭의 배치 수량 산정 및 소요 최대축력 결정 - 추진잭의 축력 및 Stroke를 고려한 설계, 제작 - 추진잭의 성능 인증(한국표준과학연구원) - 추진잭의 이동 브라켓 설계 및 제작, 메인프레임 고정장치 지지력 검증 실험 - 추진잭의 추진방향 제어장치(Pan. Tilt)의 개발 및 제작 - 추진 축력의 균형유지 제어장비의 설계 및 제작 및 성능검증실험	▹**연구결과 상세내용 : "2. 연구범위 및 연구수행 방법"참조** - [D-1] 압출추진장치 설계도서 - [D-2] 압출추진장치 제작 - [D-3] 실린더 브라켓 고정장치 제작 및 시험 - [D-4] 주형보/거더 고정장치 제작 - [D-5] 압출추진장치

2. 연구 범위 및 연구 수행 방법

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-1] 지압응력 검토 및 설계도서	▹지압응력 검토 및 설계도서: - 지압응력 검토	 <지압력 재하도>  <발생 지압응력도> 최대발생응력: 1.541MPa, 허용지압응력:4.5MPa

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-1] 지압응력 검토 및 설계도서	▹지압응력 검토 및 설계도서: – 지압응력 감쇄장비(Stabilizer beam 설계도서)	– 지압응력 감쇄장비 (증빙자료 [별첨 C-1] 참조)  – 지압응력 감쇄장비 개념도 

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-2] 지압응력 감쇄장비 제작 및 성능시험	▹연구수행방법 – 지압응력 감쇄장비 제작 및 슬래브 압출면에 작용하는 지압응력에 대한 하중감소효과 확인	▹지압응력 감쇄장비 제작  <지압응력 감쇄장비 개념도>   <스테빌라이저 빔> <지압포켓>

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-2] 지압응력 감쇄장비 제작 및 성능시험	▹ 연구수행방법 – 지압응력 감쇄장비 제작 및 슬래브 압출면에 작용하는 지압응력에 대한 하중감소효과 확인	▹ 지압응력 감쇄장비 확인서 연구개발성과 증빙자료 [별첨 C-2] 참조

제 작 확 인 서

리온정밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [C-2] 지압응력 감쇄장비 제작
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰]
○ 실험기간 : 2017. 10.23~2017.11.03.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이연씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 30
○ 시험성적서 용도 : 제작확인용 |

확인결과 ([첨부C-2] 참조)

추진잭 1set 당 슬래브 추진력의 40%에 해당하는 지압브라켓을 슬래브 포켓부에 설치할 수 있도록 하는 스테빌라이저 빔 확인

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 11 03

리온정밀 대표 심 상 서

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-3,4] 추진부 spreader beam 설계/제작 및 검증실험	▹ 연구수행방법 – 추진부 spreader beam 설계/제작	▹ 추진부 spreader beam 설계도면 연구개발성과 증빙자료 [별첨 C-3,4] 참조

직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발

설 계 도

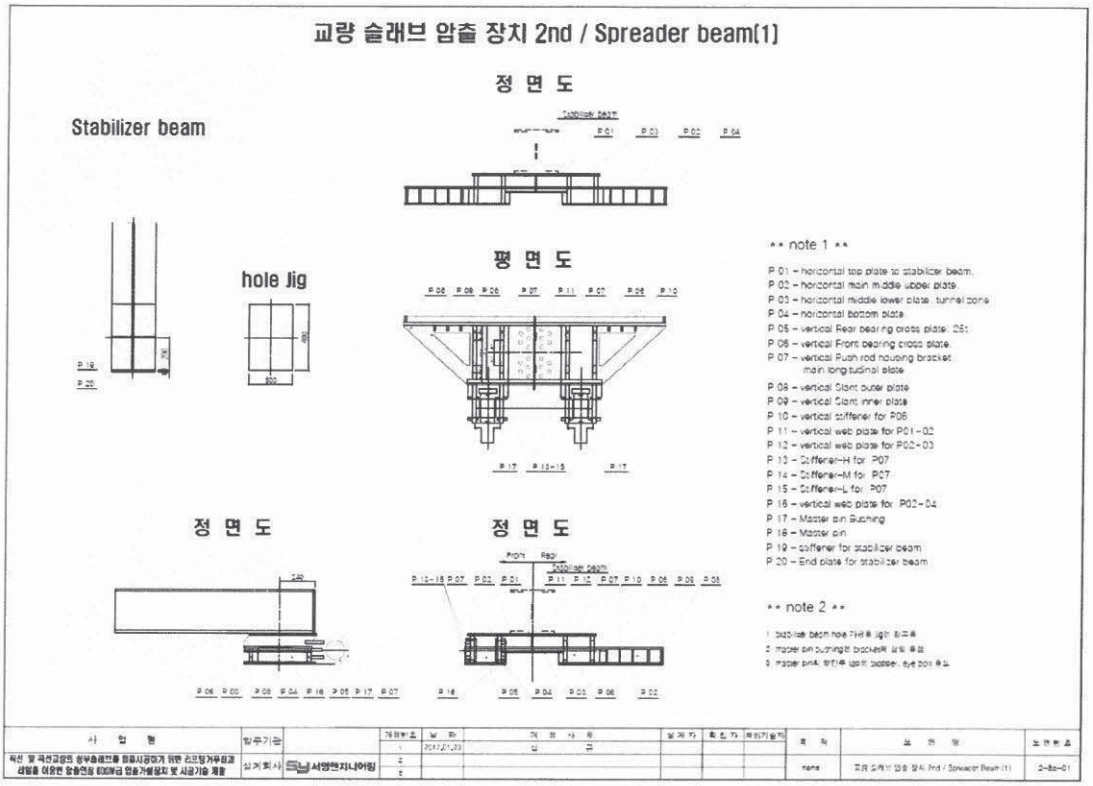
(스프레더 빔)

2017. 11.

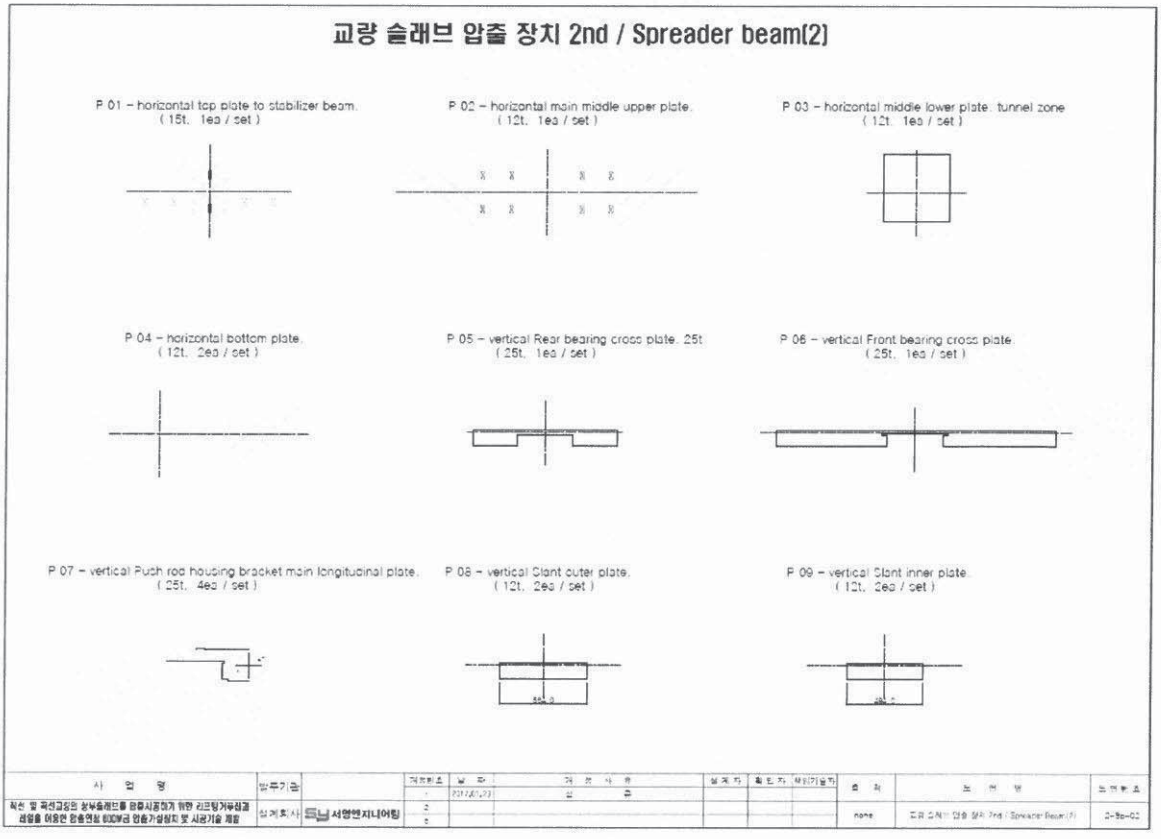
SY 서영엔지니어링

구체적인 내용[C-3,4] (계속)

- Spreader Beam 상세도(1)

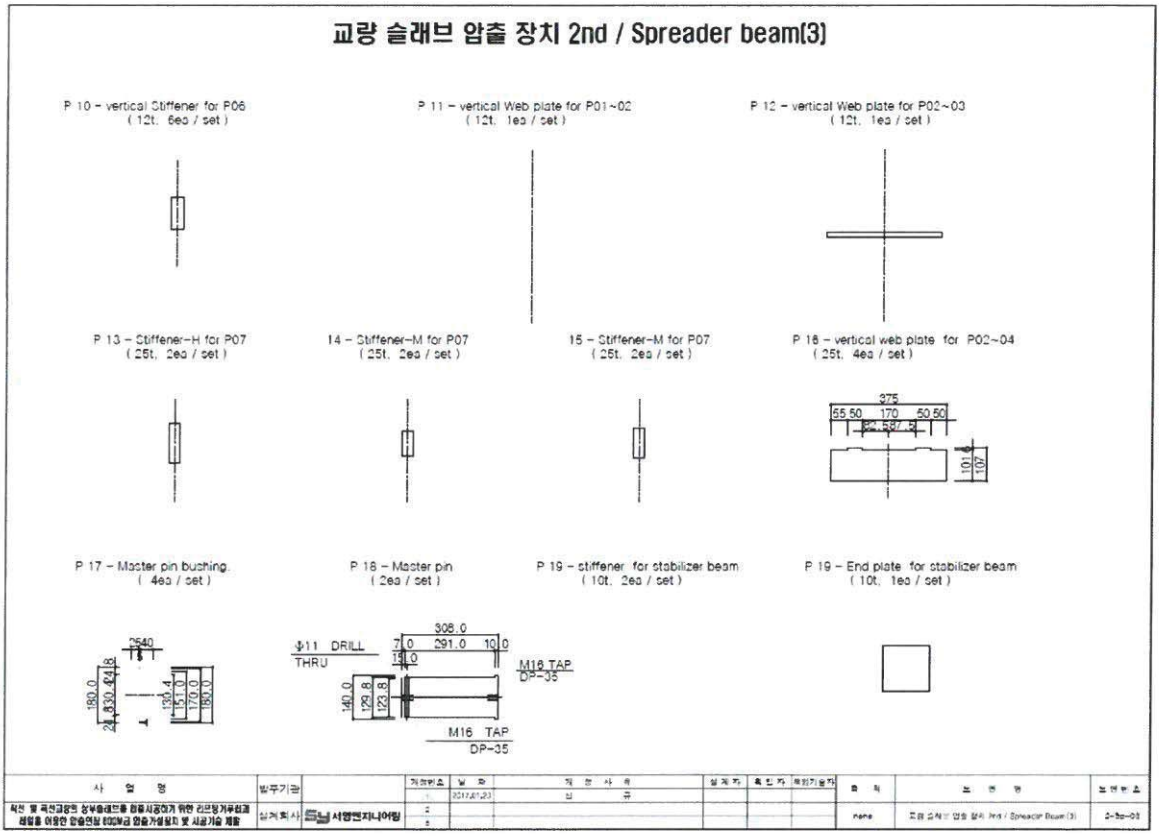


- Spreader Beam 상세도(2)

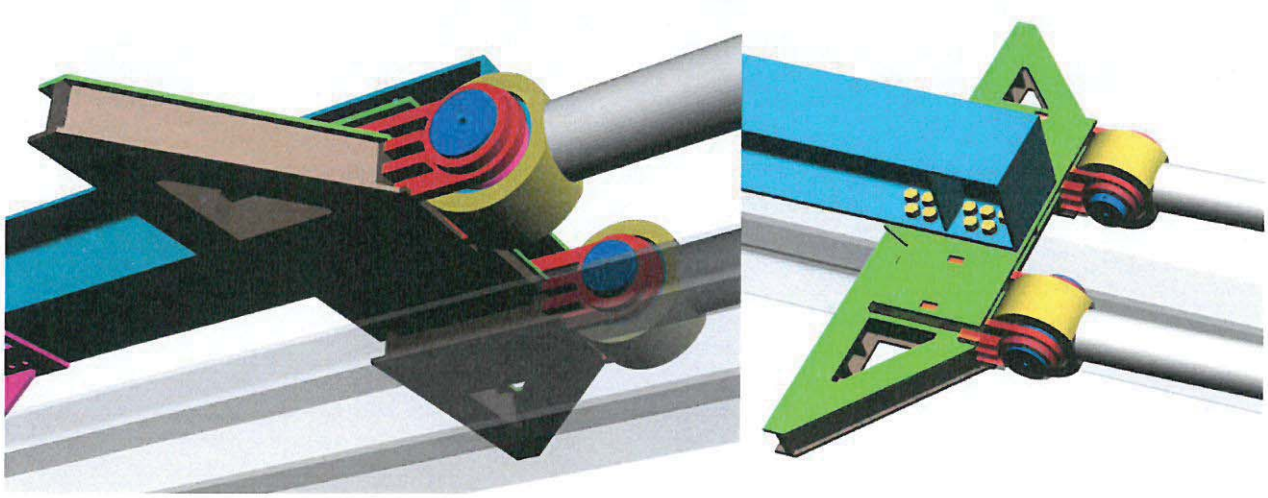


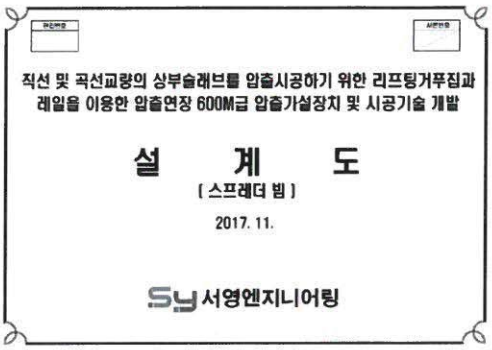
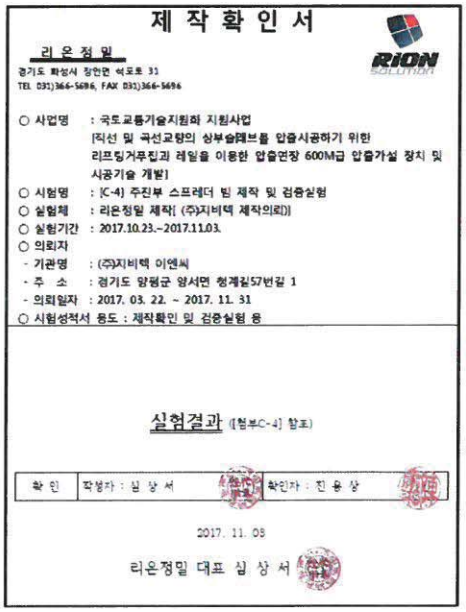
구체적인 내용[C-3,4] (계속)

- Spreader Beam 상세도(3)



- Spreader Beam 제작개념도



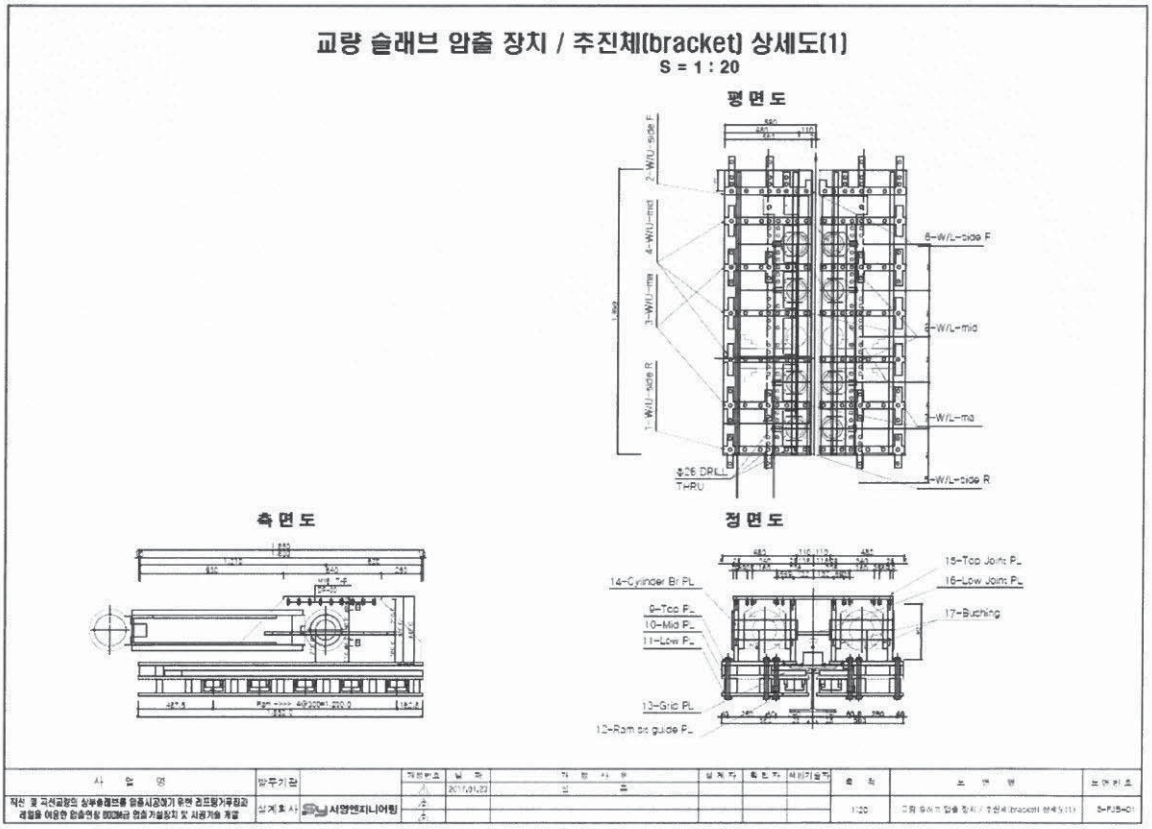
연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-3,4] 추진부 spreader beam 설계/제작 및 검증실험	▹ 연구수행방법 – 추진부 spreader beam에 의한 하중분산효과 검증	▹ 추진부 spreader beam 설계/제작 및 검증 연구개발성과 증빙자료 [별첨 C-3,4] 참조 ▹ 설계도  직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발 설 계 도 [스프레더 빔] 2017. 11. Sy 서영엔지니어링 ▹ 제작 및 검증  제 작 확 인 서 리온정밀 경기도 화성시 장안면 석포로 31 TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696 ○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업 [직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발] ○ 시험명 : [C-4] 주진부 스프레더 빔 제작 및 검증실험 ○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰] ○ 실험기간 : 2017.10.23.~2017.11.03. ○ 의뢰자 - 기관명 : (주)지비텍 이엔씨 - 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1 - 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 31 ○ 시험성적서 용도 : 제작확인 및 검증실험 용 실험결과 ([첨부C-4] 참조) 확 인 | 작성자 : 심 상 서 | 확인자 : 진 용 상 2017. 11. 09 리온정밀 대표 심 상 서  

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적·실험적 접근방법)	구체적인 내용
[C-5] 지압응력 감쇄장비	▹ 연구수행방법 – 특허출원: 지압응력을 분산시키기위한 스프레더 빔 안전장치 및 이를 이용한 구조물의 압출방법	▹ 출원번호 : 10-2017-0064559 (2017.05.25.) (연구개발성과 증빙자료 [별첨C-5]]참조) 관인생략 **출 원 번 호 통 지 서** 접 수 일 자 2017.05.25 특 기 사 항 심사청구(유) 공개신청(무) 출 원 번 호 10-2017-0064559 (접수번호 1-1-2017-0498837-78) 출 원 인 명 칭 (주)지비텍이앤씨(1-2010-002468-0) 대 리 인 성 명 조서근(9-2002-000122-3) 발 명 자 성 명 이호형 발 명 의 명 칭 지압응력을 분산시키기 위한 스프레더 빔 안정장치 및 이를 이용한 구조물의 압출 방법 **특 허 청 장** <<안내>> 1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다. 2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다. 3. 귀하의 주소 변경 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(신청), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다. 4. 특허(실용신안등록)출원된 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다. 5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다. 6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다. 7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 승계하지 않을 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다. 8. 기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.
	▹ 연구수행방법 – 특허등록: 지압응력을 분산시키기위한 스프레더 빔 안전장치 및 이를 이용한 구조물의 압출방법	▹ 등록번호 : 10-1791949 (연구개발성과 증빙자료 [별첨 C-5]참조) **특허증** CERTIFICATE OF PATENT 특허 Patent Number 제 10-1791949 호 출원번호 Application Number 제 10-2017-0064559 호 출원일 Filing Date 2017년 05월 25일 등록일 Registration Date 2017년 10월 25일 발명의 명칭 Title of the Invention 지압응력을 분산시키기 위한 스프레더 빔 안정장치 및 이를 이용한 구조물의 압출 방법 특허권자 Patentee (주)지비텍이앤씨(144411-*******) 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 12-9 발명자 Inventor 이호형(650714-*******) 경기도 화성시 매송면 송라길39번길 59 위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다. This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office. 2017년 10월 25일 특허청 Korean Intellectual Property Office 특허청장 COMMISSIONER, KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[D-1] 압출추진장치 설계	▹ 연구수행방법 – 압출추진장치 상세설계	▹ 압출추진장치 상세설계 (연구개발성과 증빙자료 [D-1] 참조) 직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발 **설 계 도** (압출추진장치) 2017. 11. SY 서영엔지니어링

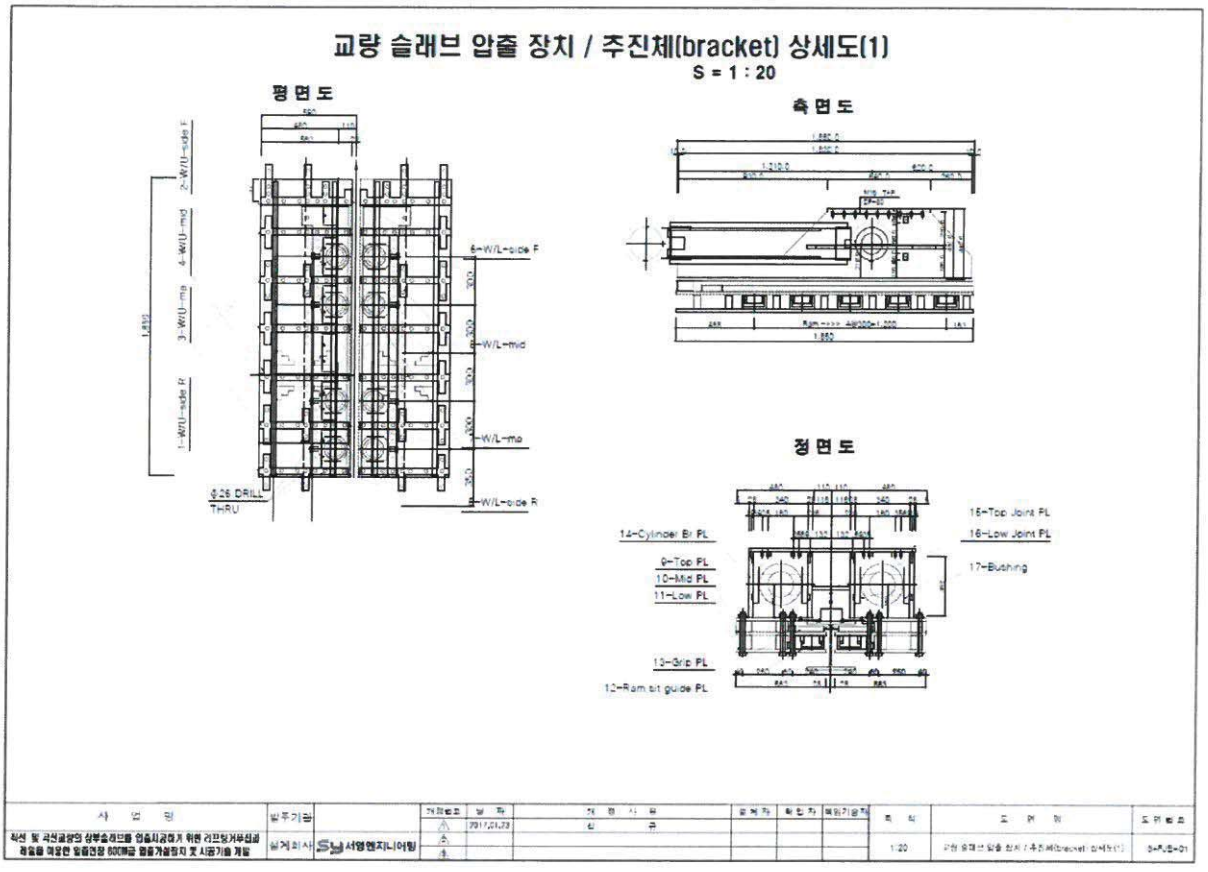
구체적인 내용[D-1] (계속)

– 압출추진장치 상세도(1)

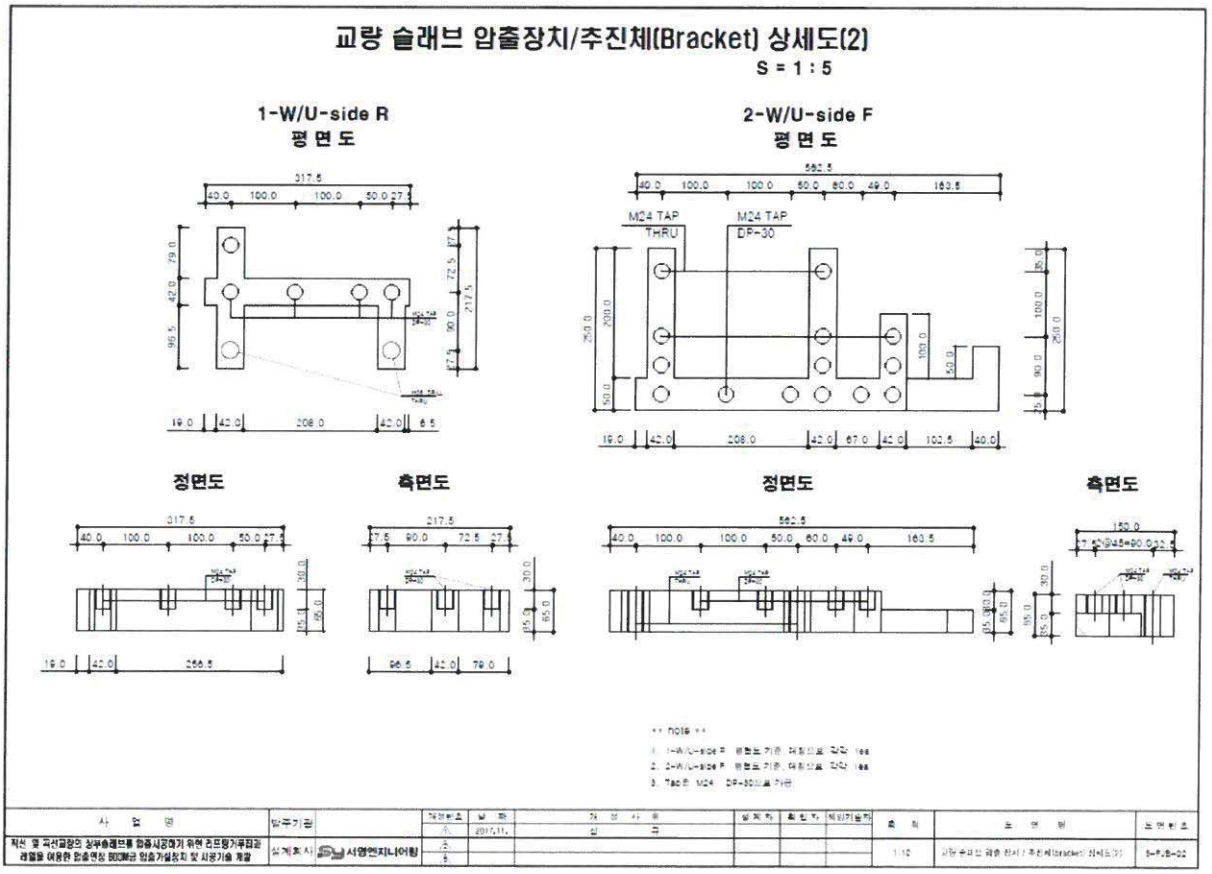


구체적인 내용[D-1] (계속)

- 압출추진장치 상세도(2)

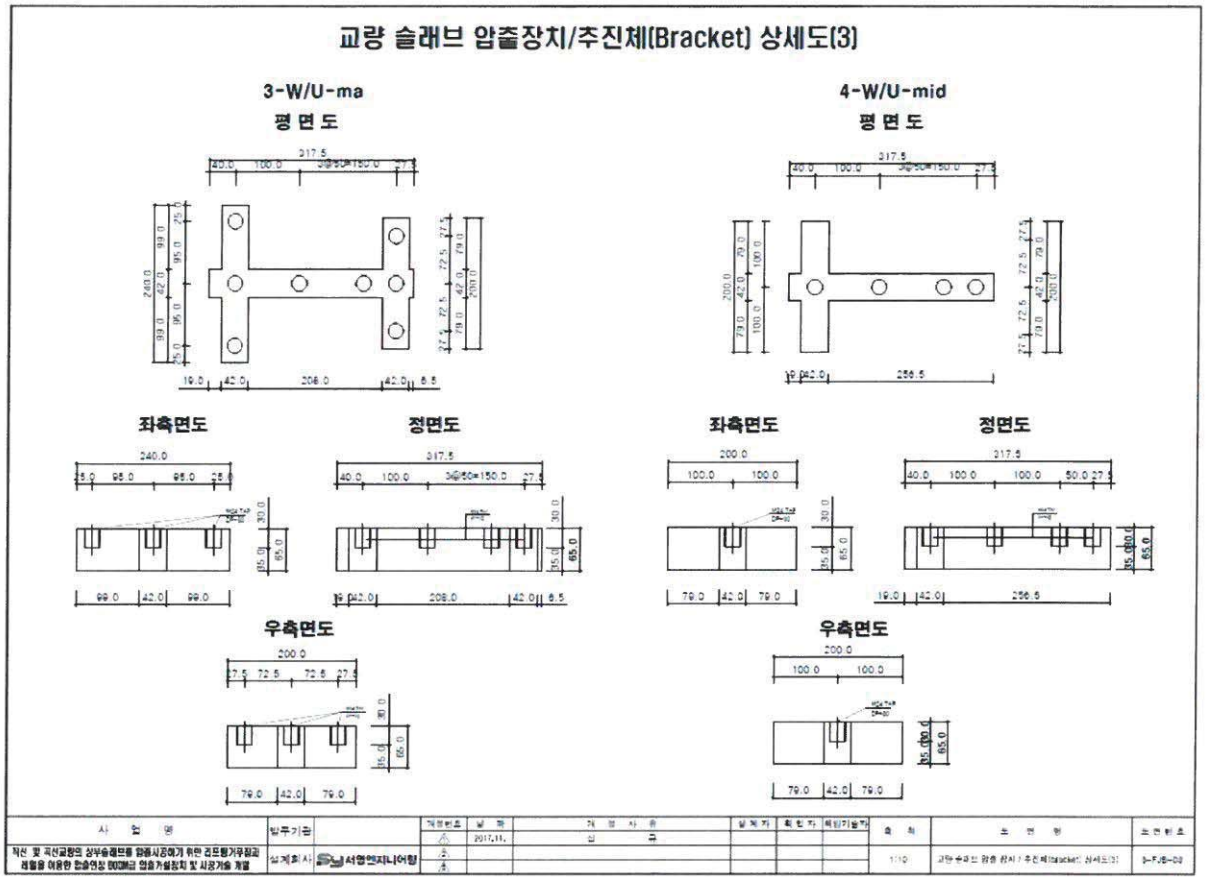


- 압출추진장치 상세도(3)

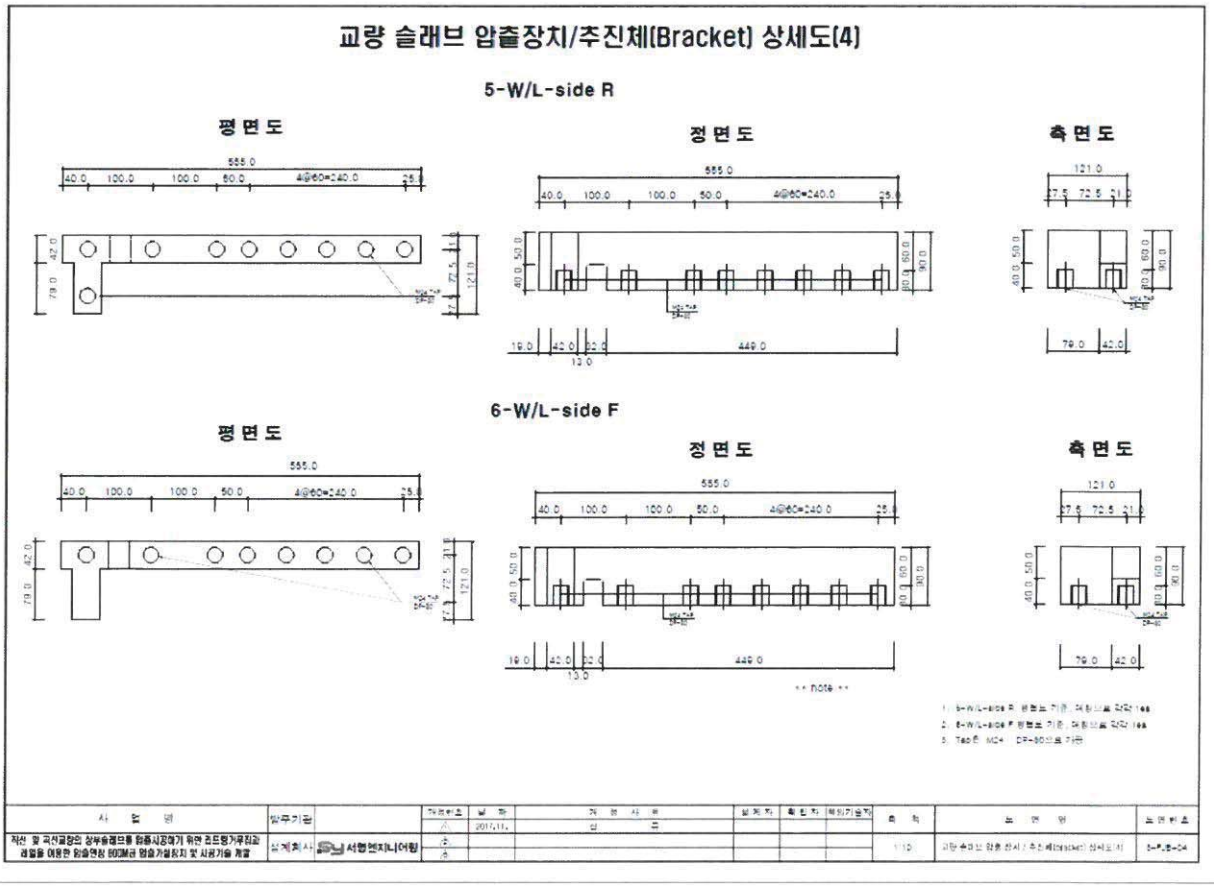


구체적인 내용[D-1] (계속)

- 압출추진장치 상세도(4)

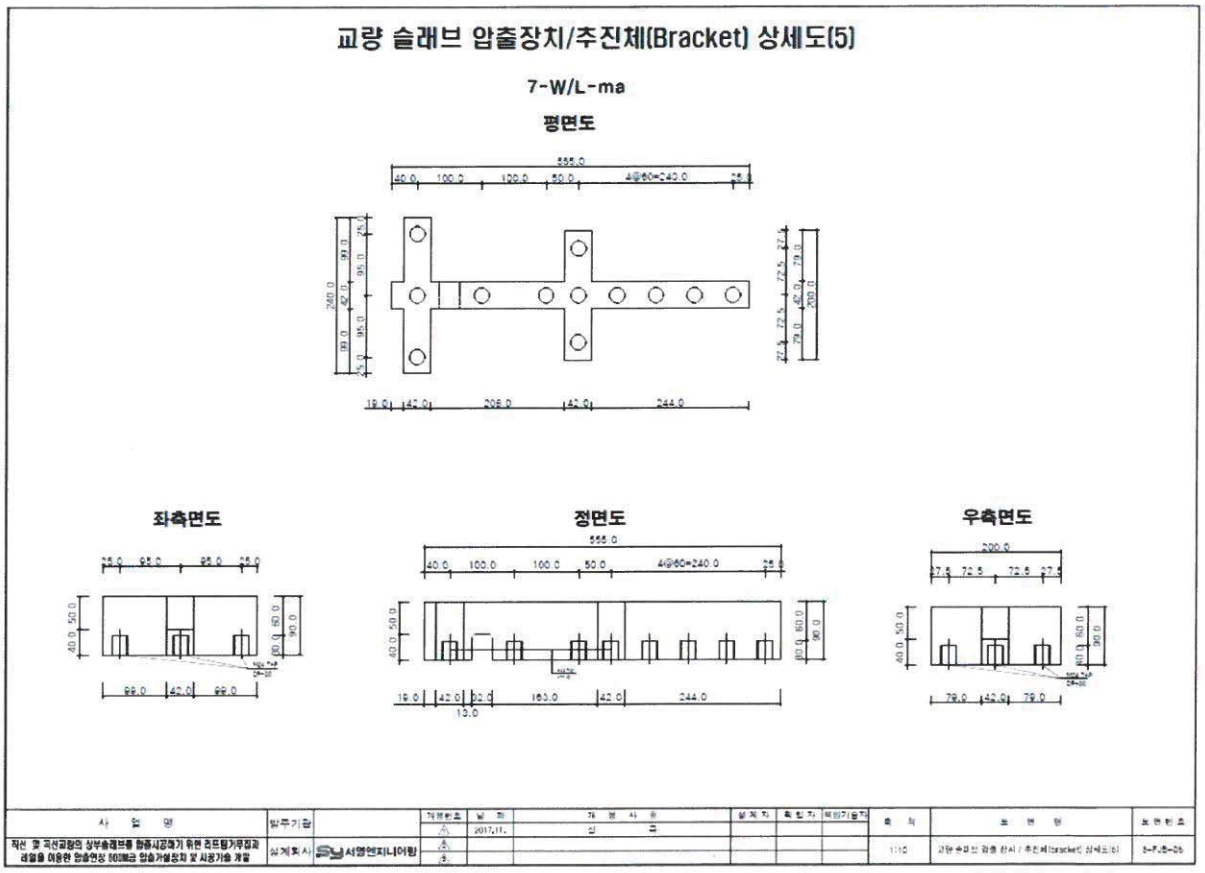


- 압출추진장치 상세도(5)

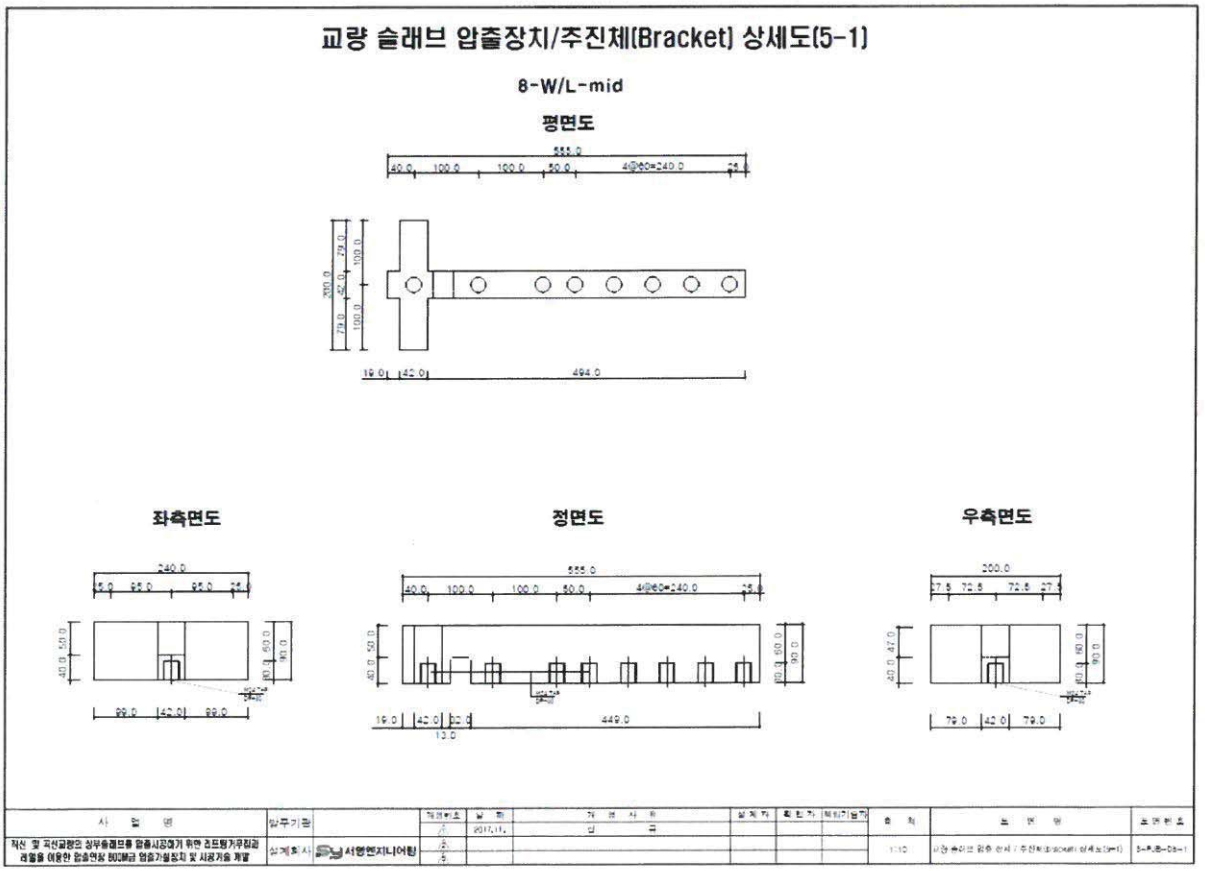


구체적인 내용[D-1] (계속)

- 압출추진장치 상세도(6)

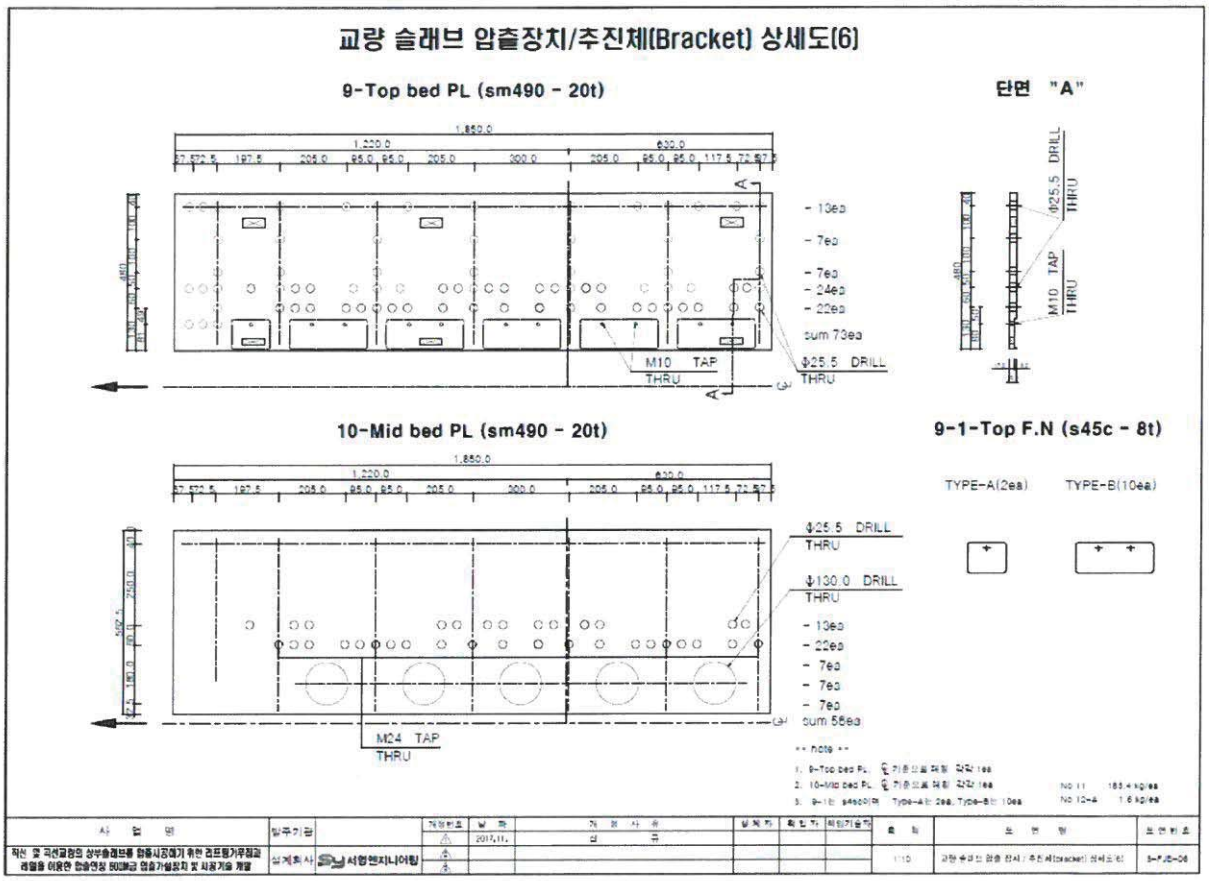


- 압출추진장치 상세도(6-1)

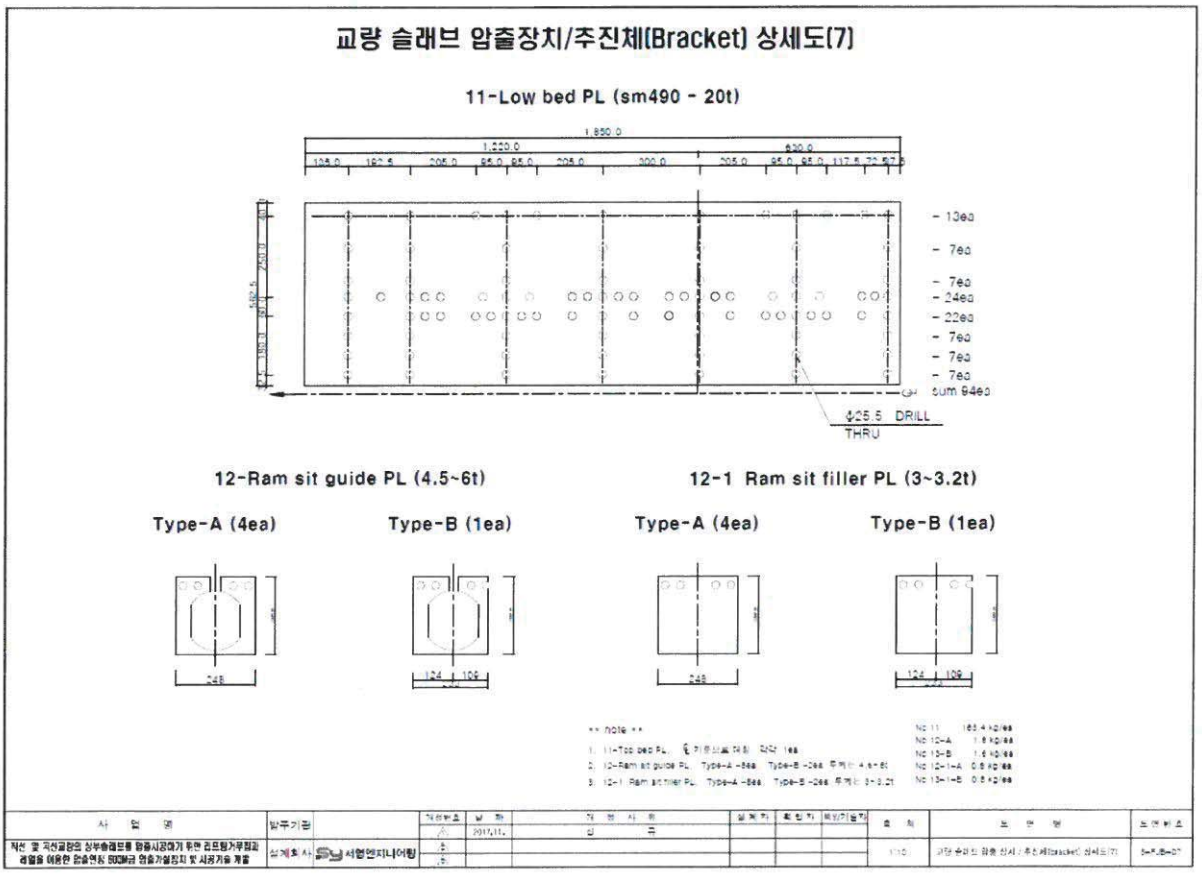


구체적인 내용[D-1] (계속)

- 압출추진장치 상세도(7)

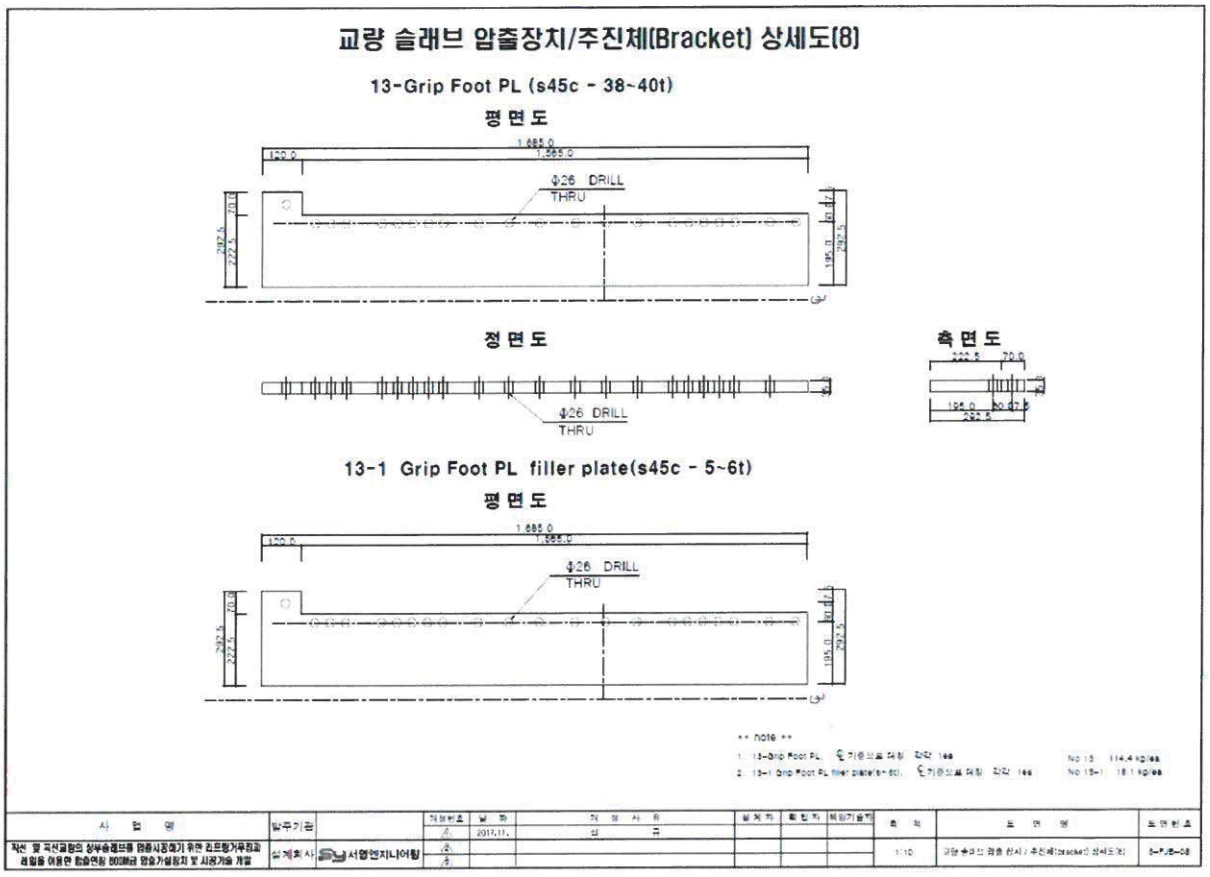


- 압출추진장치 상세도(8)

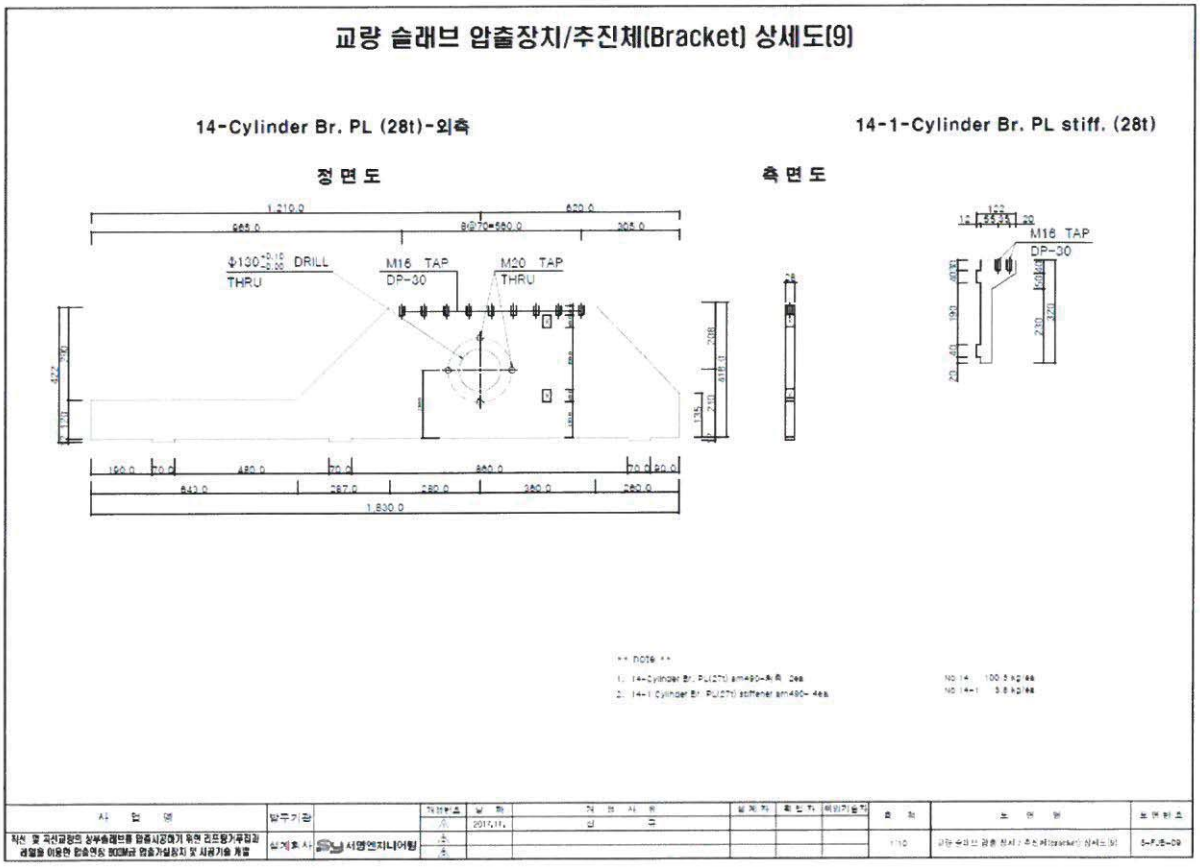


구체적인 내용[D-1] (계속)

- 압출추진장치 상세도(9)

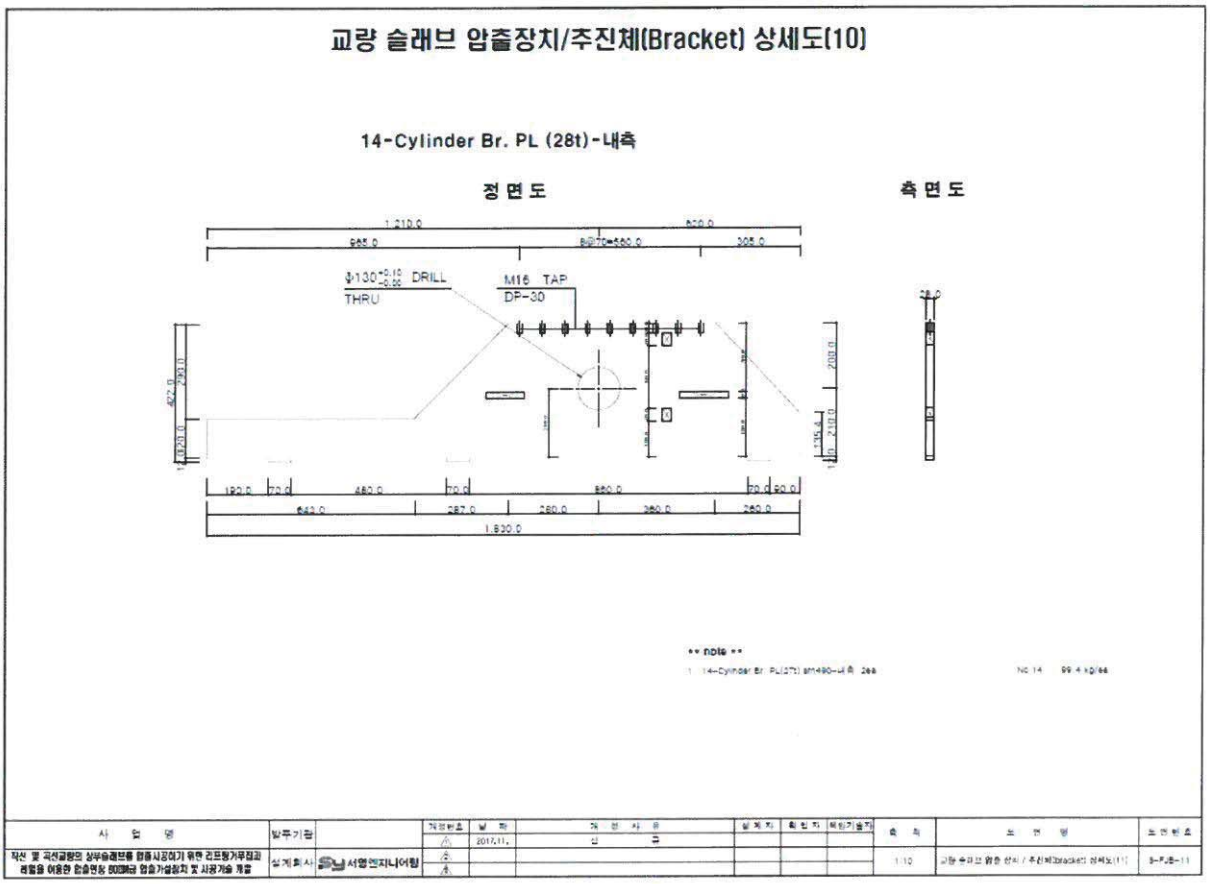


- 압출추진장치 상세도(10)

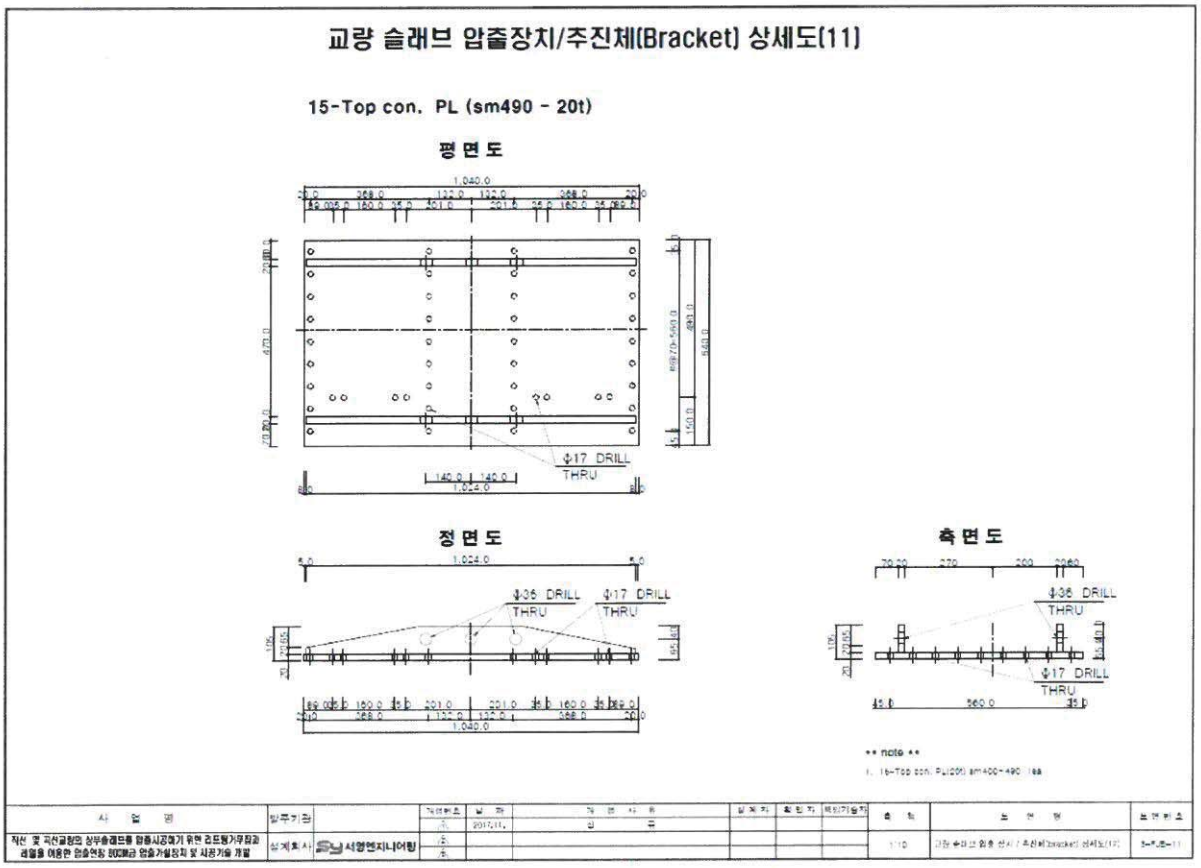


구체적인 내용[D-1] (계속)

- 압출추진장치 상세도(11)



- 압출추진장치 상세도(12)



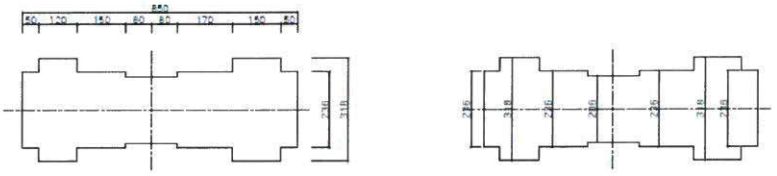
구체적인 내용[D-1] (계속)

- 압출추진장치 상세도(13)

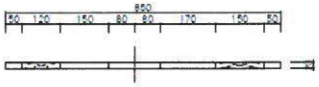
교량 슬래브 압출장치/추진체(Bracket) 상세도(12)

16-Low con. PL (sm400~490 - 20t)

평 면 도



정 면 도



** note **

1. 16-Low con. PL(20t) sm400~490 2ea

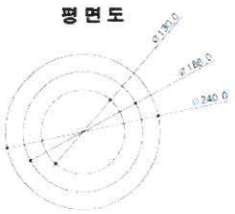
사 업 명	발주기관		개정부호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	책임기술자	축 척	도 면 명	도면번호
적선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 80M급 압출가설장치 및 시공기술 개발	설계회사	서영엔지니어링	⚠	2017.11.	신 규				1:10	교량 슬래브 압출 장치 / 추진체(bracket) 상세도(12)	S-PJB-12

- 압출추진장치 상세도(14)

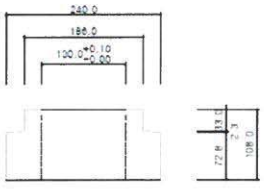
교량 슬래브 압출장치/추진체(Bracket) 상세도(13)

17-Pin bushing (sm400)

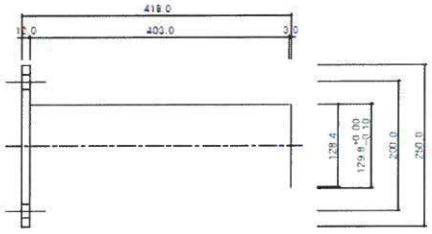
평 면 도

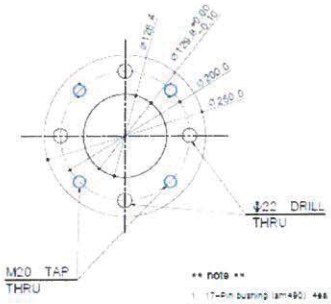


정 면 도



18-Hinge Pin (sm490)





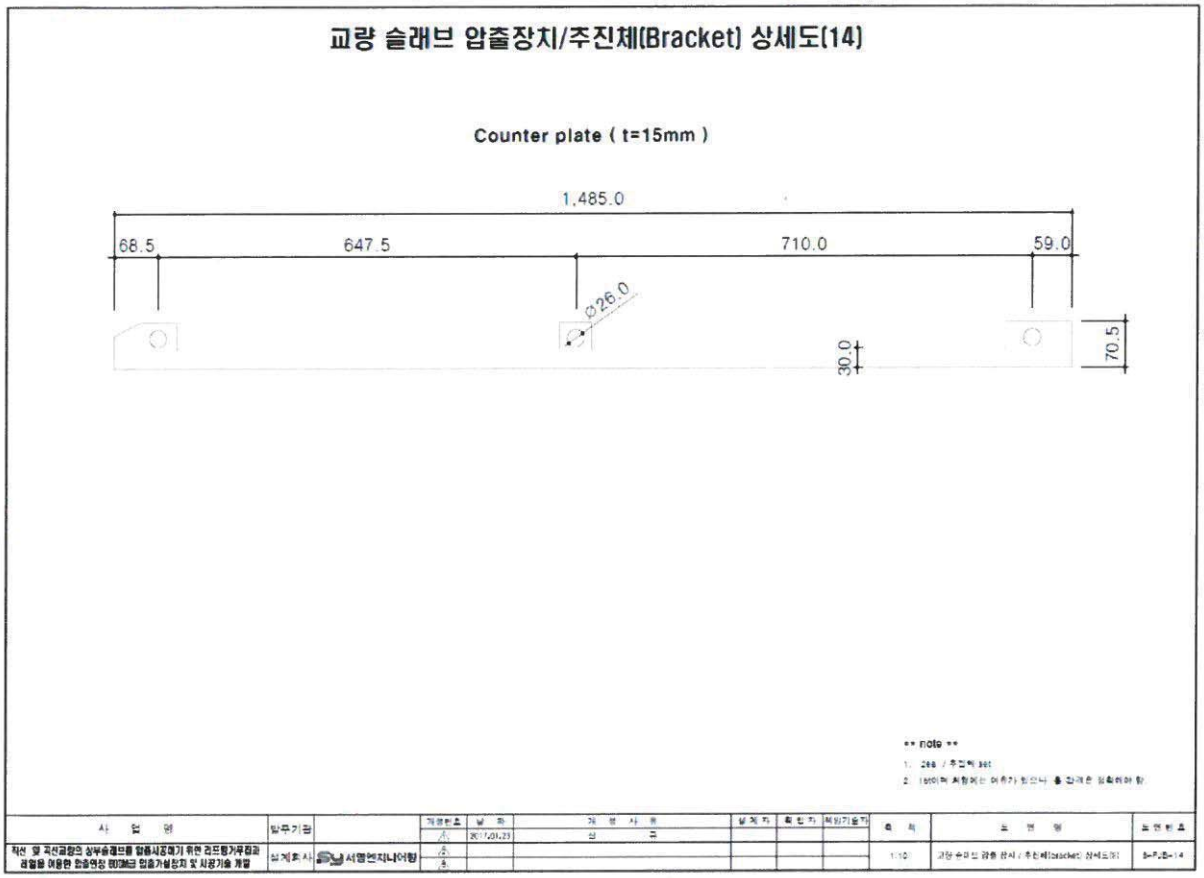
** note **

1. 17-Pin bushing (sm490) 4ea
2. 18-Hinge Pin (sm490) 2ea 이며, 그외는 주입하면 별도 참조

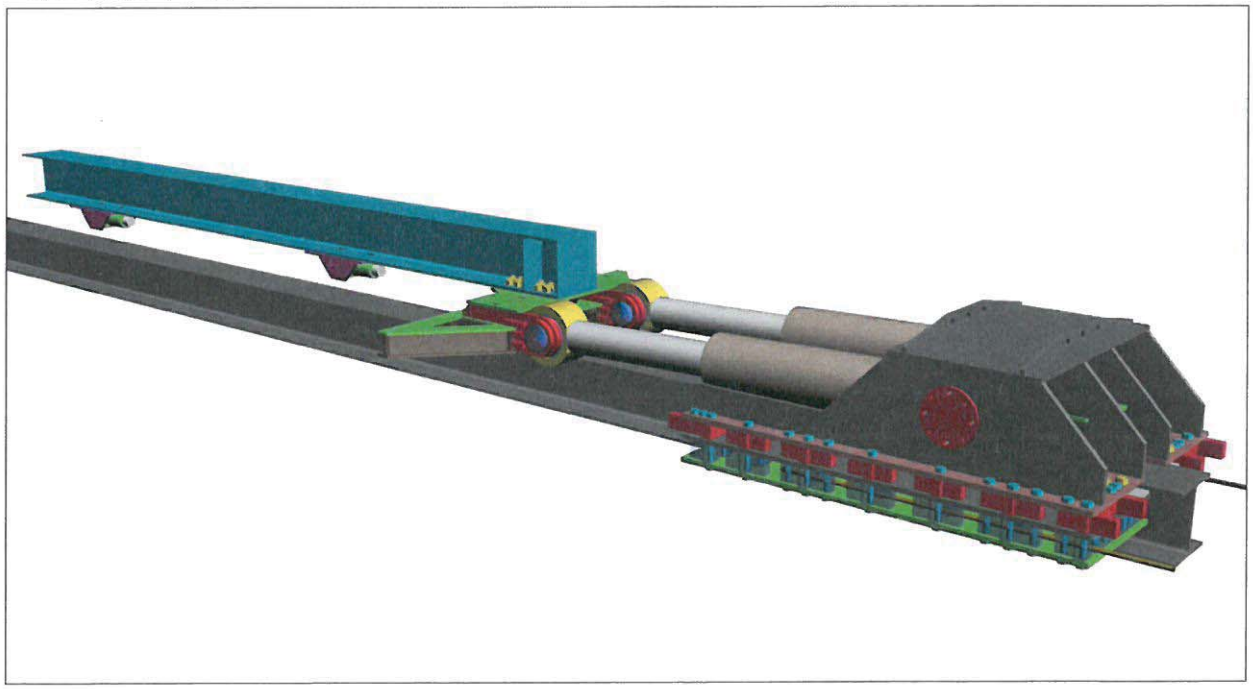
사 업 명	발주기관		개정부호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	책임기술자	축 척	도 면 명	도면번호
적선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 80M급 압출가설장치 및 시공기술 개발	설계회사	서영엔지니어링	⚠	2017.11.	신 규				1:10	교량 슬래브 압출 장치 / 추진체(bracket) 상세도(13)	S-PJB-13

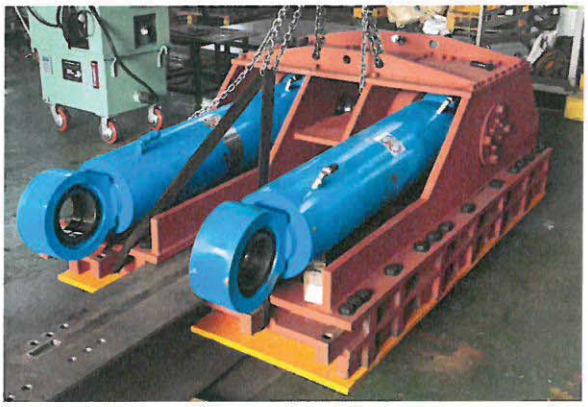
구체적인 내용[D-1] (계속)

- 압출추진장치 상세도(15)



- 압출추진장치 개념도



연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[D-2] 압출추진장치 제작	▹ 연구수행방법 – 추진잭의 축력 및 Stroke를 고려한 압출추진장치 제작	▹ 압출추진장치 제작 (연구개발성과 증빙자료 [D-2] 참조)  **성 능 확 인 서** 리 온 정 밀 경기도 화성시 장안면 석포로 31 TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696 ○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업 [직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발] ○ 시험명 : [D-2] 압출장치 제작확인서 ○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰] ○ 실험기간 : 2017.10.23.~2017.11.03. ○ 의뢰자 - 기관명 : (주)지비텍 이엔씨 - 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1 - 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 31 ○ 시험성적서 용도 : 제작확인 및 성능확인 **성능확인결과** ([첨부D-2] 참조) 확 인 | 작성자 : 심 상 서 | 확인자 : 진 용 상 2017. 11. 03 리온정밀 대표 심 상 서

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[D-3] 실린더 브라켓 고정장치 제작 및 시험	▹연구수행방법 – 실린더 브라켓 고정 장치 제작 및 시험 – 슬래브 압출 시 슬래브를 압출을 위한 추진력에 저항할 수 있는 압출장치의 지지력확인	▹실린더 브라켓 고정장치 제작 및 시험 (연구개발성과 증빙자료 [D-3] 참조)

성 능 확 인 서

RION SOLUTION

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [D-3] 성능확인서
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰]
○ 실험기간 : 2017.10.23.~2017.11.03.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 정계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 31
○ 시험성적서 용도 : 실린더 브라켓 고정장치 제작 및 시험

실험결과 ([첨부D-3] 참조)

600m 연장기준 최대 추진력(400 ton/set)으로 추진시, 그립부 평균 마찰계수 0.284 적용시 정지마찰력은 454.4ton(추진력대비 113.6%)으로 목표 추진연장 600M급 교량 슬래브 추진에 필요한 추진체 지지력(정지마찰력)이 확보됨

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 11. 03

리온정밀 대표 심 상 서

구체적인 내용[D-3] (계속)



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 1단계	일자	2017. 11
설명	추진 실린더 유압 - 0kg/㎠		



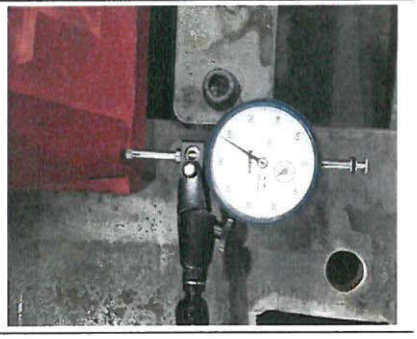
공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 1단계	일자	2017. 11
설명	그립 실린더 유압 - 0kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 1단계	일자	2017. 11
설명	추진체 슬립 게이지 초기 값 - 12.578mm		







구체적인 내용[D-3] (계속)

계약명 : 압출슬래브용 추진장비 / 추진체 그립부 정지 마찰력 업체명 : 리온정밀

공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 2단계	일자	2017. 11
설명	추진 실린더 유압 - 35kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 2단계	일자	2017. 11
설명	그립 실린더 유압 - 30kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 2단계	일자	2017. 11
설명	추진체 슬립 게이지 - 12.638mm		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 3단계	일자	2017. 11
설명	추진 실린더 유압 - 52kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 3단계	일자	2017. 11
설명	그립 실린더 유압 - 50kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 3단계	일자	2017. 11
설명	추진체 슬립 게이지 - 12.638mm		



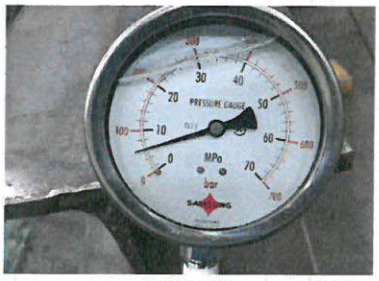
2 of 3

계약명 : 압출슬래브용 추진장비 / 추진체 그립부 정지 마찰력 업체명 : 리온정밀

공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 4단계	일자	2017. 11
설명	추진 실린더 유압 - 70kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 4단계	일자	2017. 11
설명	그립 실린더 유압 - 60kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 4단계	일자	2017. 11
설명	추진체 슬립 게이지 - 12.638mm		



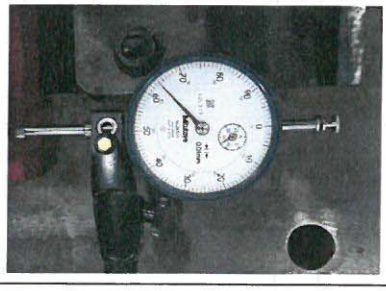
공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 5단계	일자	2017. 11
설명	추진 실린더 유압 - 82kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 5단계	일자	2017. 11
설명	그립 실린더 유압 - 70kg/㎠		



공정	그립부 정지 마찰력 시험 - 5단계	일자	2017. 11
설명	추진체 슬립 게이지 - 12.638mm		



3 of 3

추진실린더 유압(kg/㎠)	추진력 (ton)	그립실린더 유압(kg/㎠)	지압력 (ton)	정지 마찰력 ton)	시험마찰 계수 (면당)	기준마찰 계수(면당)	안정성	비고
100	57.14	100	114.29	64.91	0.284	추진력<마찰력, "OK"	OK	예측
200	114.29	200	228.57	129.83	0.284		OK	
300	171.43	300	342.86	194.74	0.284		OK	
400	228.57	400	457.14	259.66	0.284		OK	
500	285.71	500	571.43	324.57	0.284		OK	
600	342.86	600	685.71	389.49	0.284		OK	
700	400	700	800.00	454.40	0.284		OK	113.6

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[D-4] 주형보/거더 고정장치 제작	▹ 연구수행방법 – 주형보/거더 고정장치 제작	▹ 주형보/거더 고정장치 설계제작 및 확인 (연구개발성과 증빙자료 [D-4] 참조)

제 작 확 인 서

RION SOLUTION

리 온 정 밀

경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [D-4] 성능확인서
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017.10.23.~2017.11.03.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 31
○ 시험성적서 용도 : 주형보&거더 고정장치 설계제작 및 실험

확인 및 검토결과 ([첨부D-4] 참조)

주형보+거더 고정장치 설계제작

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 11. 03

리온정밀 대표 심 상 서

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[D-5] 압출추진 제어장치	▹ 연구수행방법 – 특허출원: 유압 추진잭의 지압응력 조정식 스프레더 빔 어셈블리를 구비한 압출가설장치 및 그 방법	▹ 출원번호 : 10-2017-0065004(2017.05.26.) (연구개발성과 증빙자료 [D-5] 참조)

관인생략

출 원 번 호 통 지 서

출 원 일 자	2017.05.26
특 기 사 항	심사청구(유) 공개신청(무)
출 원 번 호	10-2017-0065004 (접수번호 1-1-2017-0502290-44)
출 원 인 명 칭	(주)시비텍이엔씨(1-2010-002468-0)
대 리 인 성 명	홍세근(9-2002-000122-3)
발 명 자 성 명	이호형
발 명 의 명 칭	유압 추진잭의 지압응력 조정식 스프레더 빔 어셈블리를 구비한 압출가설장치 및 그 방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.

2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호

3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식

4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원시에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.

5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허 실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 해당국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : http://www.kipo.go.kr-특허마당-PCT마드리드
※ 우선심사 신청기간 : 특허-실용신안은 12개월, 상표-디자인은 6개월 이내
※ 파리협약에 따른 우선권 주장출원 기초로 우선권주장을 하는 출원인이 미국에 출원하려면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [한국특허청장서(PTO-SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000

7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 먼저 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.

8.기타 출원 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)
[추가사항] 압출슬래브 적용성 검토	▹ 연구수행방법 -마찰계수와 종단경사에 따른 압출슬래브 적용가능 경간산정 -경제성이 고려된 적용가능 경간장 검토 -지압응력이 고려된 양생시간 검토

구체적인 내용[추가사항] (계속)

▹ **마찰계수와 종단경사에 따른 압출슬래브 적용가능 경간산정 :**

-상부슬래브의 압출가설이 가능한 경간장은 단부에서의 압출력과 슬래브와 강거더의 마찰계수에 의해 결정되는 콘크리트 지압강도에 의해 결정될 수 있다. 거푸집 탈형이 가능한 초기 콘크리트 강도 18MPa를 기준으로 한 허용지압강도 9MPa내에서 마찰계수와 종단경사로 인한 저항력에 따른 압출슬래브의 적용가능 경간장을 살펴보면 다음 표와 같다. 상부슬래브 압출 시, 압출지압면적은 상부슬래브의 전단면이 재하된 경우와 스프레더빔의 설치로 인한 재하단면의 감소효과를 고려하여 반단면이 재하된 경우로 구분하여 적용가능 경간을 산정하였다.

<마찰계수와 종단경사에 따른 압출슬래브 적용가능 경간 산정>

마찰계수	종단경사 (%)	압출추진력(kN)		적용가능 경간(m)	
		전단면 재하	반단면 재하	전단면 재하	반단면 재하
0.06	0.0	24,638	12,319	6,000	3,000
	5.5	24,258	12,129	5,600	2,800
	9.5	24,271	12,135	5,400	2,700
	13.5	24,210	12,105	5,200	2,600
0.08	0.0	24,638	12,045	4,500	2,200
	5.5	24,258	12,129	4,200	2,100
	9.5	24,571	11,986	4,100	2,000
	13.5	24,210	11,794	3,900	1,900
0.10	0.0	24,638	12,319	3,600	1,800
	5.5	24,547	12,273	3,400	1,700
	9.5	23,972	11,986	3,200	1,600
	13.5	24,054	11,639	3,100	1,500
0.14	0.0	23,954	11,497	2,500	1,200
	5.5	24,258	12,129	2,400	1,200
	9.5	24,121	11,536	2,300	1,100
	13.5	23,899	11,949	2,200	1,100
0.20	0.0	24,638	12,319	1,800	900
	5.5	24,547	11,581	1,700	800
	9.5	23,972	11,986	1,600	800
	13.5	23,278	10,863	1,500	700

- 위 표와 같이, 마찰계수 및 종단경사가 증가할수록 적용가능 경간이 작아짐을 알 수 있으나, 평균마찰계수(0.10)를 기준으로 할 때, 전단면 재하 시에는 종단경사에 상관없이 약 3,000m 이상, 반단면 재하시에는 약 1,500m 이상의 경간을 가진 교량에 적용가능함을 알 수 있다.

구체적인 내용[D-6] (계속)

▹ **경제성이 고려된 적용가능 경간장 검토 :**

- 교량 연장의 변화에 따른 상부슬래브의 형식별 공사비를 비교하여 나타내면 다음표와 같다. 교대후방 압출슬래브 작업장설치 비용은 교량연장 230m, 폭12.455샘플교량에 대해 산정된 결과를 활용하여 산정하였으며, 현장타설바닥판의 기준단가 20만원/m2 대비 동바리 미설치에 따른 감소비용과 레일설치 및 작업장설치에 따른 추가비용 등을 고려하여 레일형 압출슬래브 각각에 대하여 공사비를 산정하였다. 레일시스템은 레일설치에 따른 추가비용을 30% 할증하여 고려하였다. 이때, 현장타설바닥판 및 프리캐스트바닥판의 기준공사비는 신기술지정 제405호(대우건설, 2014)의 자료를 활용하였다.

<레일형 압출슬래브의 공사비 산정내역 및 기타 공법과의 비교>

연장 (m)	폭원 (m)	현장타설 바닥판		프리캐스트 바닥판		레일형 압출슬래브				
		공사비/m2	총공사비	공사비/m2	총공사비	거푸집/동바리	레일시스템	작업장	총공사비	공사비/m2
100	12.455	200	249,000	230	286,000	-96,000	28,000	107,000	288,000	231
150	12.455	200	374,000	230	430,000	-144,000	42,000	114,000	386,000	207
200	12.455	200	498,000	230	573,000	-192,000	56,000	122,000	484,000	194
230	12.455	200	573,000	230	659,000	-221,000	65,000	125,000	542,000	189
300	12.455	200	747,000	230	859,000	-288,000	85,000	136,000	680,000	182
400	12.455	200	996,000	230	1,146,000	-384,000	113,000	149,000	874,000	175
600	12.455	200	1,495,000	230	1,719,000	-575,000	170,000	176,000	1,266,000	169
800	12.455	200	1,993,000	230	2,292,000	-767,000	226,000	204,000	1,656,000	166
1,000	12.455	200	2,491,000	230	2,865,000	-959,000	283,000	231,000	2,046,000	164

레일형 압출슬래브의 경우, 교량연장이 작은 100m 이내 교량에서는 프리캐스트 바닥판보다 공사비가 높으며, 교량연장 150~200m 정도의 교량에서는 현장타설 바닥판과 비슷한 정도의 공사비로 나타났다. 또한, 교량연장 200m 이상인 경우에는 레일형 압출슬래브가 현장타설 바닥판 및 프리캐스트 바닥판 보다 경제적인 것을 알 수 있으며, 교량연장이 600m 이상이 되면 레일형 압출슬래브가 현장타설 바닥판 보다 15% 이상 공사비가 저감됨을 알 수 있다

구체적인 내용[D-6] (계속)

▹ **지압응력이 고려된 양생시간 검토 :**

- 상부슬래브의 압출시공을 위한 교대 배면의 작업장 시스템 및 공정은 공사비에 많은 영향을 주며, 공정과 규모의 크기는 많은 연관이 있어 공정 및 규모를 고려하여 결정하여야 한다. 상부슬래브의 압출을 위해서 경화된 콘크리트가 일정한 강도를 가져야 압출 시 지압에 의한 파괴가 발생하지 않는다. 강도발현에 가장 큰 영향을 주는 것이 바로 증기양생이며 이는 압출공정에 가장 큰 영향을 준다. 거푸집 탈형을 위해 증기양생 시 공시체를 함께 양생하여 강도를 확인하여 탈형 시기를 결정하는 것이 최선이나 공정을 설계 시 콘크리트의 실제 강도를 알 수 없으므로 다음에 의해 콘크리트 압축강도를 사용하여 구한다.

- 콘크리트의 압축강도는 $\phi 150 \times 300$mm 원주형 공시체의 시험결과에 따라 다음과 같이 28일 평균압축강도 f_{cu}를 구해야 하며, 시험 자료가 없는 경우에는 식(1)을 사용하여 구할 수 있다. 시간에 따른 콘크리트의 강도발현 $f_{cu}(t)$는 식(2)와 같이 구해야 한다(도설 4.2.3 참조).

$$f_{cu} = f_{ck} + 8 \quad (1)$$

$$f_{cu}(t) = \beta_{cc}(t) f_{cu} \quad (2)$$

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left[\beta_{sc}\left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}}\right)\right] \quad (3)$$

$$\beta_{sc} = \begin{bmatrix} 0.35 : 1\text{종 시멘트 습윤양생} \\ 0.15 : 1\text{종 시멘트 증기양생} \\ 0.25 : 3\text{종 시멘트 습윤양생} \\ 0.12 : 3\text{종 시멘트 증기양생} \\ 0.40 : 2\text{종 시멘트} \end{bmatrix}$$

<3종 시멘트 재령에 따른 강도>

f(28)	재령(t)		βcc(t)	Fcu(t)	f(28)	재령(t)		βcc(t)	Fcu(t)
27	15 시간	0.63	0.51	17.7 MPa	27	32 시간	1.33	0.65	22.8 MPa
	16 시간	0.67	0.52	18.1 MPa		33 시간	1.38	0.66	23.0 MPa
	17 시간	0.71	0.53	18.6 MPa		34 시간	1.42	0.66	23.1 MPa
	18 시간	0.75	0.54	19.0 MPa		35 시간	1.46	0.67	23.3 MPa
	19 시간	0.79	0.55	19.3 MPa		36 시간	1.50	0.67	23.5 MPa
	20 시간	0.83	0.56	19.7 MPa		37 시간	1.54	0.68	23.7 MPa
	21 시간	0.88	0.57	20.0 MPa		38 시간	1.58	0.68	23.8 MPa
	22 시간	0.92	0.58	20.3 MPa		39 시간	1.63	0.69	24.0 MPa
	23 시간	0.96	0.59	20.6 MPa		40 시간	1.67	0.69	24.1 MPa
	24 시간	1.00	0.60	20.9 MPa		41 시간	1.71	0.69	24.3 MPa
	25 시간	1.04	0.61	21.2 MPa		42 시간	1.75	0.70	24.4 MPa
	26 시간	1.08	0.61	21.4 MPa		43 시간	1.79	0.70	24.6 MPa
	27 시간	1.13	0.62	21.7 MPa		44 시간	1.83	0.71	24.7 MPa
	28 시간	1.17	0.63	21.9 MPa		45 시간	1.88	0.71	24.8 MPa
	29 시간	1.21	0.63	22.1 MPa		46 시간	1.92	0.71	24.9 MPa
	30 시간	1.25	0.64	22.4 MPa		47 시간	1.96	0.72	25.1 MPa
	31 시간	1.29	0.64	22.6 MPa		48 시간	2.00	0.72	25.2 MPa

일반적으로 콘크리트 압축강도를 시험할 경우 거푸집의 탈형시기는 설계기준 압축강도의 2/3이상 또는 최소 14MPa이상에서 탈형하게 되어있다. 표 3.2.52에서와 같이, 3종시멘트를 일정한 온도(60℃)로 16시간 증기양생하면 설계기준강도의 2/3이상의 값을 얻을 수 있다.

3. 연구개발 목표의 달성도 및 자체 평가

가. 연구개발성과 및 평가 방법

○ 슬래브 지압응력 저감 장비 (핵심성과 : C)

성과정의	▹슬래브의 지압응력 저감을 위한 장비 및 기술 개발, 제작	
성과목적	▹상부슬래브의 압출시 추진지점부의 구조물에 지압응력 증가 하는데 이는 추진 사이클을 결정하는 중요한 요소로 지압응력이 너무 크면 슬래브 콘크리트의 양생에 필요한 소요시간이 증가하므로 전체 공정이 늦어지고 구조물의 안정성 확보가 어려워짐 ▹그러므로 추진축 선단과 슬래브 사이에 Spreader Beam을 설계, 제작하여 설치하며 추진축력을 선행 Span에 전달하여 응력을 분산 시키기 위한 부재의 개발 및 제작, 성능검증실험	
성능목표	▹추진축 선단에 독립적으로 분리 설치된 침목이나 보조 받침은 하중분산 효과가 낮고 연속성이 없어 추진잭을 통합, 제어하기엔 부적합함 ▹추진축 선단에 연결되는 Spreader beam은 추진축의 집중하중을 슬래브 전 단면으로 하중을 분산해 슬래브의 지압응력을 최소화하고 각 추진잭의 균형을 유지하는 구조로 강성과 하중분산 기능이 뛰어난 구조의 설계 및 제작(관련특허 1건) ▹Spreader Beam에 의한 하중 분산은 슬래브의 단면이 한정되어 한계가 있으므로 일정 연장 이상이 되면 한계에 이르게 되므로 이를 원천적으로 해결할 하중분산용 장비 및 시스템 개발, 제작 및 성능검증 실험 (관련특허 1건)	
성과달성 평가방법	▹하중분산용 Spreader beam 설계, 제작 / 관련특허 1건, (인증시험) ▹광역 하중분산 장비 개발, 제작 검증실험 / 관련 특허 1건(인증시험)	
정량적 성과	특허 출원/등록	2건
	설계도면	1건
	지압응력 저감장비 시제품 제작	1건

○ 압출추진장치 (핵심성과 : D)

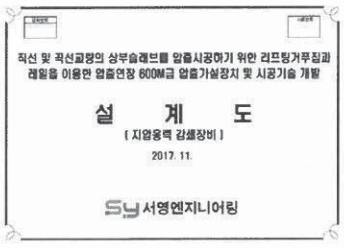
성과정의	▹압출용 추진잭과 제어 시스템의 설계 및 제작. 성능실험	
성과목적	▹슬래브 압출에서 가장 핵심이 되는 부분으로 추진축력의 확보와 Stroke 확대, 교량의 좌우 양측 추진축력의 균형을 위한 제어 시스템의 개발 및 제작	
성능목표	▹기존의 긴 stroke의 유압잭은 단면적이 작아 축력이 부족하고축력이 큰 유압잭은 stroke가 너무 짧아 비효율적인 성능 및 디자인 ▹유압잭의 최대 소요축력과 작업효율을 고려한 Stroke에 적합한 설계로 안정성 있는 축력(200ton이상)을 확보하고 선단의 풀링 시스템(Pulling system)과의 연계, 효율을 고려한 긴 스트로크(long stroke/1m이상) 추진잭 디자인 및 설계 제작, 시험 (인증시험) ▹추진잭의 방향제어(Pan, Tilting)장비의 개발, 성능실험 ▹다수의 추진잭을 균형을 유지하며 작동하는 것은 고 난이도의 작업이며 추진중 좌우의 균형을 유지하는 것은 슬래브의 추진 안정성 면에서 가장 중요한 요소이며 특히 곡선교량에서의 좌우 정확한 제어가 관건이므로 이에 적합한 장비 설계와 시스템의 개발 및 제작 검증실험(인증시험)	
성과달성 평가방법	▹200ton, Stroke-1m이상 유압잭 설계 제작(8ea) (인증시험) ▹추진 중 좌우 양측의 추진 균형 유지 제어장치 개발 및 제작, 성능실험 (인증시험)	
정량적 성과	특허 출원/등록	1건
	압출추진장치 시제품 제작	1건

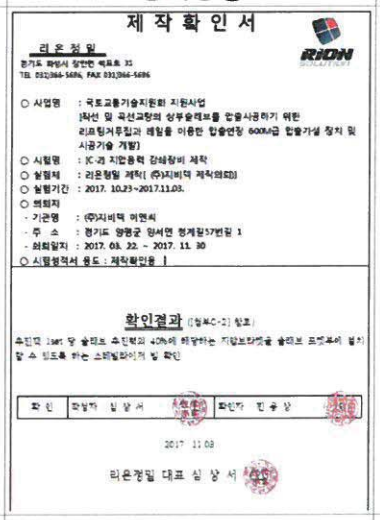
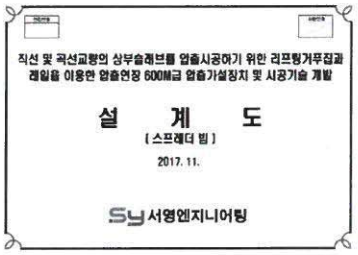
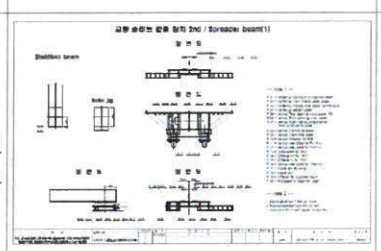
구분	핵심연구성과 (level1)		단위 성과 (level2)		2차년도 성과점검기준						해당 기관	예산 (백만)	정량목표
					질적성과지표		목표치	측정방법	검증방법	가중치			
충괄	C	슬래브의 지압응력 감소장비 설계/제작	C-1	지압응력 감쇄장비 설계도서 작성	①	설계도서	1개	작성수	보고서	1.50	(주)서영엔지니어링	36.16	특허: 출원 1건 등록 1건 논문: 건 시제품: 건 SW: 건
			C-2	지압응력 감쇄장비 제작 및 시험	②	감소효과	40%이상	하중측정	로드셀	2.49	(주)지비텍이엔씨	90.835	
			C-3	추진부 spreader beam 설계	③	설계도서	1개	작성수	보고서	1.50	(주)지비텍이엔씨	90.835	
			C-4	추진부 spreader beam 제작, 및 검증실험	④	하중 분산효과	편차 10%이내	하중측정	로드셀	2.01	(주)지비텍이엔씨	90.835	
			C-5	지압응력 감쇄장비	⑤	특허출원	1건	출원건수	출원서	2.49	(주)지비텍이엔씨	90.835	
	D	압출추진장치 설계,제작	D-1	압출추진장치 설계도서 작성	①	설계도서	1개	작성수	보고서	2.01	(주)서영엔지니어링	36.16	특허: 출원 1건 등록 건 논문: 건 시제품: 건 SW: 건
			D-2	압출추진장치 제작	②	공인성적서	1건	인증건수	인증서류	2.49	(주)지비텍이엔씨	90.835	
			D-3	실린더 브라켓 고정 장치 제작시험	③	지지축력	200tonf	하중측정	실린더 축력	2.01	(주)지비텍이엔씨	90.835	
			D-4	주형보&거더 고정장치 설계제작	④	인장력시험	200tonf	인장력 측정	로드셀	1.50	(주)지비텍이엔씨	90.835	
			D-5	압출추진 제어장치	⑤	특허출원	1건	출원건수	출원서	2.01	(주)지비텍이엔씨	90.835	
계										20		725	특허: 출원 2건 등록 1건 논문: 건 시제품: 건 SW: 건

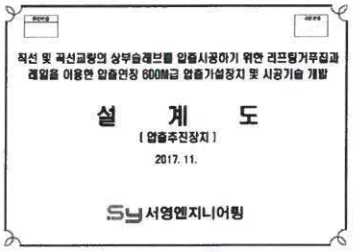
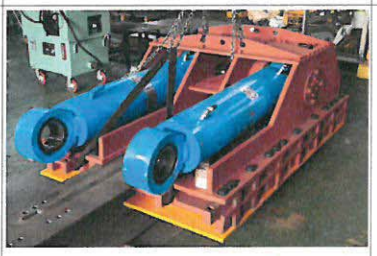
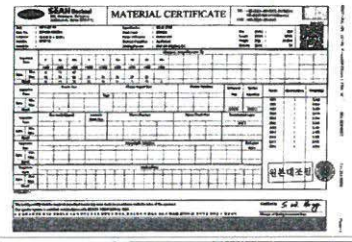
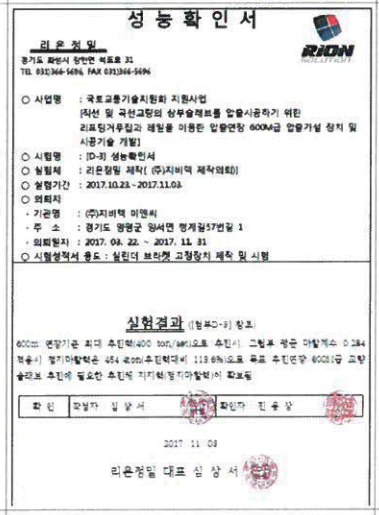
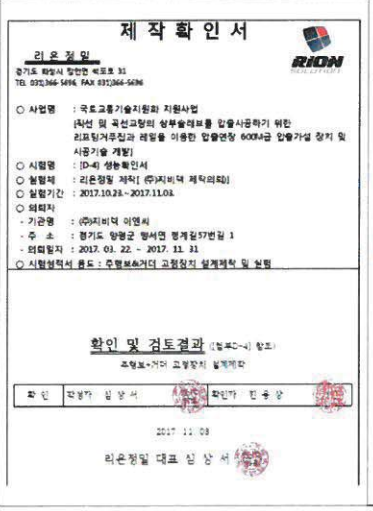
나. **2차년도** 정량적 연구성과 목표 및 달성도

구분			목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI				
	비SCI				
	계				
국내 논문 게재	SCI				
	비SCI				
	계				
특허 출원	국내		2	100%	목표: 2건, 달성: 2건
	국외				
	계		2	100%	
특허 등록	국내		2	200%	목표: 1건, 달성: 2건
	국외				
	계		2	200%	
인력 양성	석사				
	박사				
	계				
기술 이전	계약 건수				
	계약액				
	징수액				
국제 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
국내 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문				
	연구시설 · 장비				
	기술요약정보				
	생명자원	생명정보			
		생물자원			
		신품종			
	소프트웨어				
	화학물				
기타	시제품			100%	압출추진장비 1건
	성과 홍보				
	일자리 창출				

다. 성과 목표에 대한 자체 평가

성과 목표	자체 평가		
	달성내용	성과증빙	달성도
[C-1]지압응력 감쇄장비 설계도서 작성	▹지압응력 감쇄장비(Stabilizer beam) 설계도면 작성 (증빙자료 [C-1] 참조)		100%

성과 목표	자체 평가		
	달성내용	성과증빙	달성도
[C-2]지압응력 감쇄장비 제작 및 효과시험	▹설계도면과 제작된 지압응력 감쇄장비의 효과 확인 ▹지압응력 감소효과 : 40% (증빙자료 [C-2] 참조)	 제 작 확 인 서 리온정밀 RION ○ 사업명 : 국토교통기술지원의 지원사업 [직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발] ○ 시험명 : JC-과 지압응력 감쇄장비 제작 ○ 실험처 : 리온정밀 계약[(주)지비덕 제작의뢰] ○ 실험기간 : 2017. 10.23~2017.11.03. ○ 의뢰자 - 기관명 : (주)지비덕 이현석 - 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1 - 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 30 ○ 시험절적서 용도 : 제작확인용] 확인결과 (참조C-2) 참조) 추진력 1set 당 슬래브 추진력의 40%에 해당하는 지압보강망을 슬래브 프캐부에 설치할 수 있도록 하는 스페셜파이의 일 확인 확 인 작성자 심 상 서 확인자 한 유 상 2017 11 08 리온정밀 대표 심 상 서	100%
[C-3]추진부 Spreader beam 설계도서 작성	▹하중분산용 Spreader beam 설계도면 작성 (증빙자료 [C-3] 참조)	 직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발 설 계 도 [스프레더 빔] 2017. 11. SY 서영엔지니어링	100%
[C-4]추진부 Spreader beam 제작 및 검증실험	▹추진축의 집중하중을 슬래브 전단면으로 분산하는 하중분산효과 확인 ▹하중분산효과 : 편차10%이내 (증빙자료 [C-4] 참조)	 	100%
[C-5]지압응력 감쇄장치	▹특허출원 : 지압응력을 분산시키기위한 스프레더 빔 안전장치 및 이를 이용한 구조물의 압출방법 ▹출원번호 : 10-2017-0064559 (2017.05.25.) (증빙자료 [C-5] 참조)	 출 원 번 호 통 지 서 특 허 청 장	100%

성과 목표	자체 평가		
	달성내용	성과증빙	달성도
[D-1]압출추진장치 설계도서 작성	▹ 압출추진장치의 설계도면 작성 (증빙자료 [D-1] 참조)		100
[D-2]압출추진장치 제작	▹ 압출용 추진축력의 확보와 Stroke확대, 교량의 좌우 양축 추진력의 균형을 위한 제어시스템을 갖춘 압출추진장치의 제작 (증빙자료 [D-2] 참조)	 	100%
[D-3]실린더 브라켓 고정장치 제작/시험	▹ 슬래브 압출시 압출장치를 지지할 수 있는 브라켓 제작 및 지지축력 확인 ▹ 목표축력 200tonf (증빙자료 [D-3] 참조)	 성 능 확 인 서 리 온 정 밀 RION ○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업 [작선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발] ○ 시험명 : [D-3] 성능확인서 ○ 실험체 : 리온정밀 제작((주)지비덕 제작의뢰) ○ 실험기간 : 2017.10.23.~2017.11.03. ○ 의뢰자 · 기관명 : (주)지비덕 이엔씨 · 주 소 : 경기도 양평군 양서면 평계길57번길 1 · 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 31 ○ 시험성적서 용도 : 실린더 브라켓 고정장치 제작 및 시험 실험결과 ([별표D-3] 참조) 확 인	100%
[D-4]주형보&거더 고정장치 설계제작 및 시험	▹ 주형보/거더 고정장치 제작 및 확인 (증빙자료 [D-4] 참조)		100%

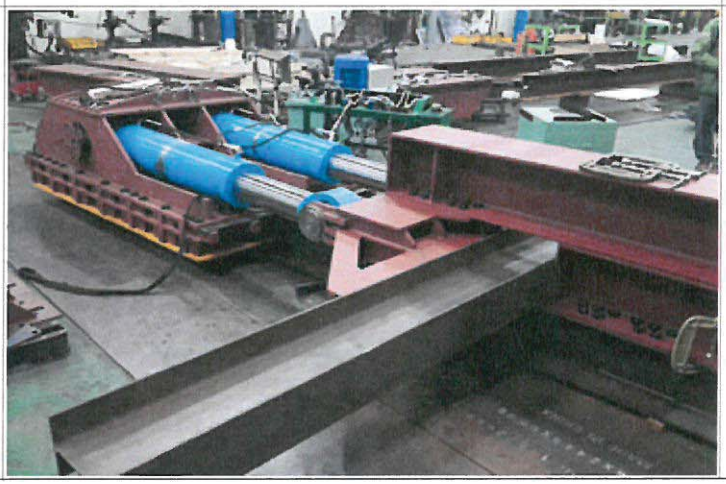
성과 목표	자체 평가		
	달성내용	성과증빙	달성도
[D-5]압출추진 제어장치	▹특허출원 : 유압 추진잭의 지압응력 조정식 스프레더 빔 어셈블리를 구비한 압출가설장치 및 그 방법 ▹출원번호 : 00-2017-0065004 (2017.05.26.) (증빙자료 [D-5] 참조)	출원번호통지서 특 허 청 장	100%

4. 연구개발성과(해당되는 성과만 기재)

가. 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원			번호	등록				기여율
			출원인	출원일	출원번호		등록인	등록일	등록번호		
1	지압응력을 분산시키기 위한 스프레더 빔 안정장치 및 이를 이용한 구조물의 압출방법	대한민국	(주)지비텍이엔씨	2017. 05.25	10-2017-0064559	1	(주)지비텍이엔씨	2017. 10.25	10-1791949		100
2	유압추진잭의 지압응력 조정식 스프레더 빔 어셈블리를 구비한 압출가설장치 및 그 방법	대한민국	(주)지비텍이엔씨	2017. 05.26	10-2017-0065004	2	(주)지비텍이엔씨	2017. 03.29	10-1723126		100

나. 기타(시작품 제작)

시 제 품 명	사 진 대 지	비 고
압출추진장치 및 지압응력 감쇄장비		(주)리온정밀 야적장 비치중

[별첨 C-2] 지압응력 감쇄장비 제작 및 시험

제 작 확 인 서

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [C-2] 지압응력 감쇄장비 제작
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017. 10.23~2017.11.03.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 30
○ 시험성적서 용도 : 제작확인용

확인결과 ([첨부C-2] 참조)

추진잭 1set 당 슬래브 추진력의 40%에 해당하는 지압브라켓을 슬래브 포켓부에 설치할 수 있도록 하는 스테빌라이저 빔 확인

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 11.03

리온정밀 대표 심 상 서

[첨부 C-2] 지압응력 감쇄장비

1. 제작개요

1.1 실험목적

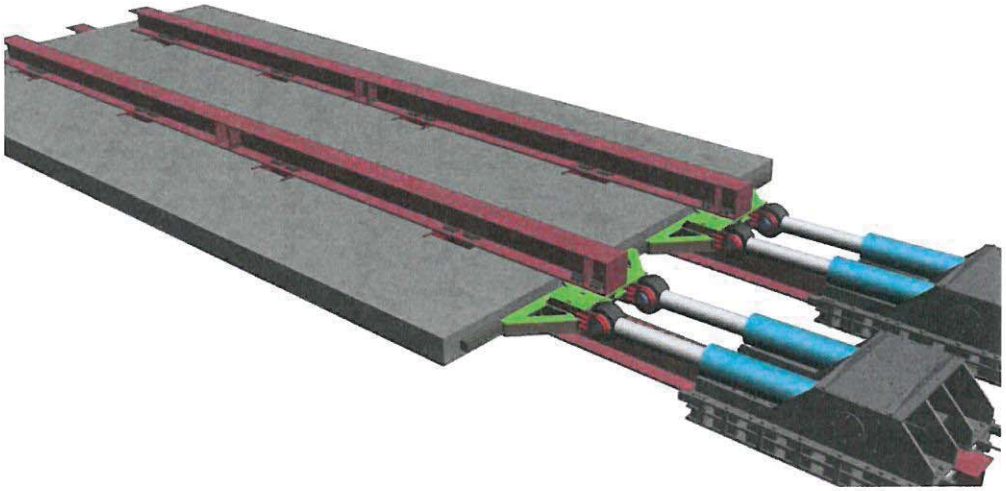
본 시험의 목적은 시험 의뢰자가 제공한 상부슬래브 슬래브를 압출함에 있어 슬래브의 지압면에 의해 응력이 증가하는데 이는 추진사이클을 결정하는 중요한 요소이며, 너무 크면 슬래브 콘크리트의 양생에 필요한 소요시간이 증가하므로 전체공정이 늦어지며 압출시 구조물의 안정성 확보가 어려워진다. 따라서 슬래브의 지압면 확보에는 다소 한계가 있으므로 추진축력을 분산키기 위한 부재의 제작 및 성능을 확인하기 위함이다.

1.2 제작 및 성능확인 기간

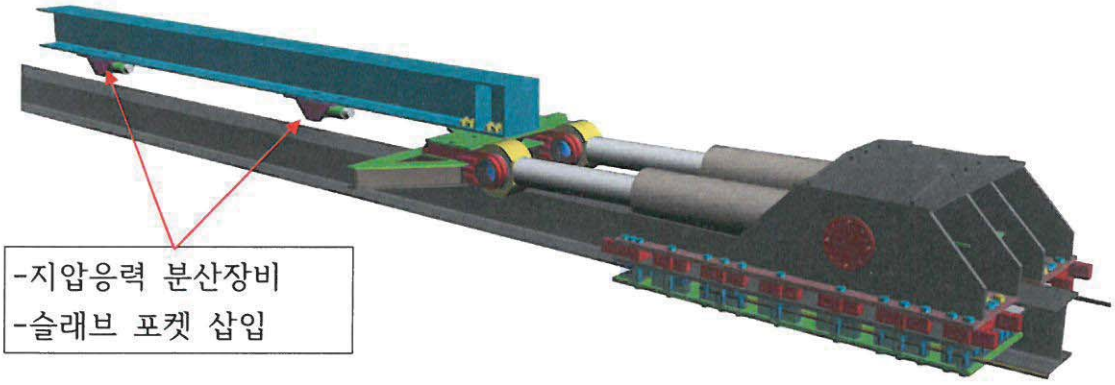
- 2017. 03 ~ 2017. 11

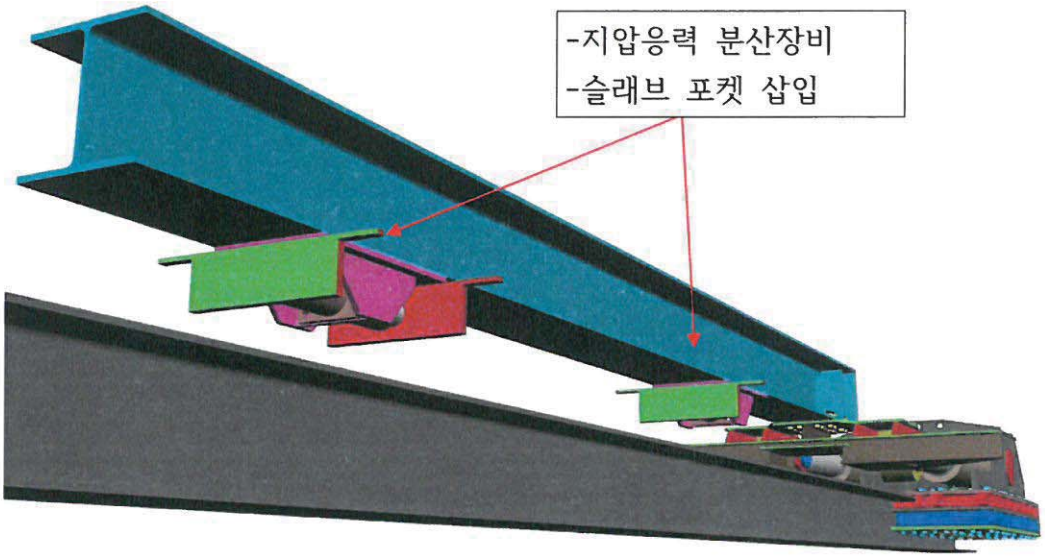
1.3 지압응력 분산장비 개념 및 제작

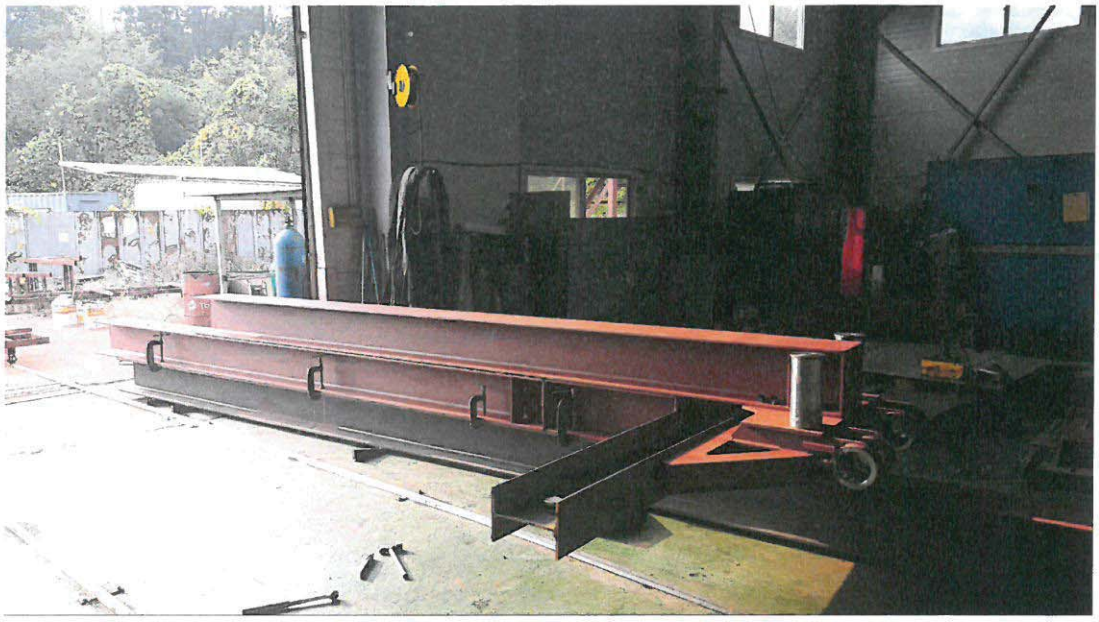
본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 (주)지비텍이엔씨의 의뢰에 의해 수행되었으며 개념도 및 제작현장은 다음과 같다. 본 슬래브 지압응력 분산장비는 폭 12.4m, 길이 10.0m, 편경사 6%의 제원을 갖는 슬래브를 압출하기 위한 제원으로 제작되었다.



<지압응력 감쇄장비 개념도>







<지압응력 감쇄장비 제작>

2. 확인방법

2.1 시험체

시험체는 실험의뢰자((주)지비텍이엔씨)가 제작의뢰(리온정밀 제작)해 제공한 지압응력 분산장비 수량은 1개이다.

2.2 확인방법

슬래브 압출 시 소요되는 추진력의 40%(감쇄목표)에 해당하는 추진력이 작용할 수 있도록 슬래브 터널포켓부에 지압브라켓을 설치하여 슬래브 단면에서 발생하는 지압응력을 감쇄를 확인한다. 본 시험은 추진잭의 실제 추진력을 400ton으로 가정하여 이의 40%에 해당하는 지압브라켓을 추진SEG에 4(최대추진력-50ton(조절가능))개소를 설치하여 지압응력 감쇄확인.

2.3 확인시험체



[별첨 C-4] 추진부 Spreader beam 제작 및 실험

제 작 확 인 서

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [C-4] 추진부 스프레더 빔 제작 및 검증실험
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017.10.23.~2017.11.03.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작확인 및 검증실험 용

실험결과 ([첨부C-4] 참조)

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 11. 03

리온정밀 대표 심 상 서

[첨부 C-4] 스프레더 빔 제작 및 실험

1. 실험개요

1.1 실험목적

본 시험의 목적은 상부슬래브 압출 시 추진축 선단과 슬래브 사이에 효율적인 압출을 위하여 제작한 스프레더 빔을 설계/제작하여 압출 시 응력집중으로 인해 슬래브의 파괴를 방지하는 하중분산효과를 확인하기 위함이다.

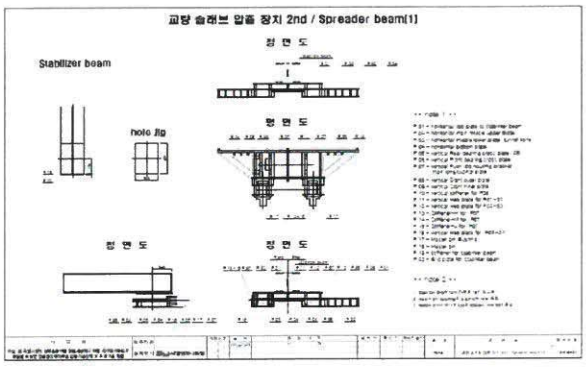
1.2 제작 및 실험기간

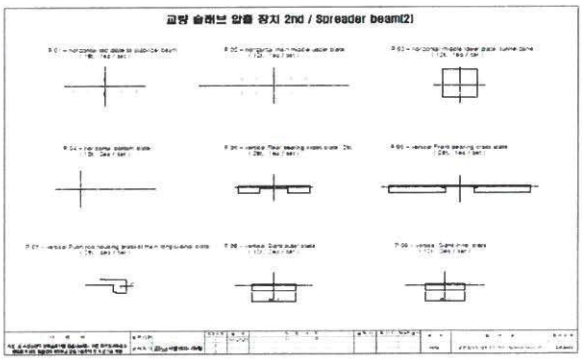
- 2017. 03 ~ 2017. 11

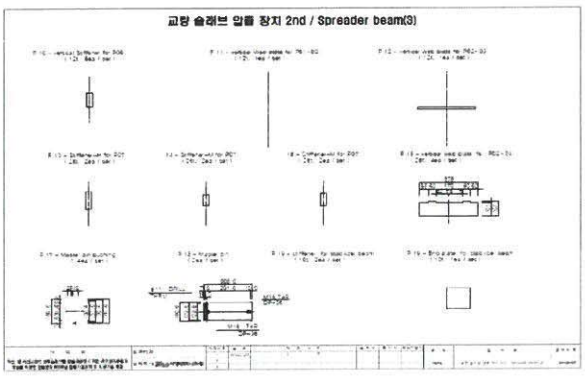
1.3 스프레더 빔 설계 및 제작 전경

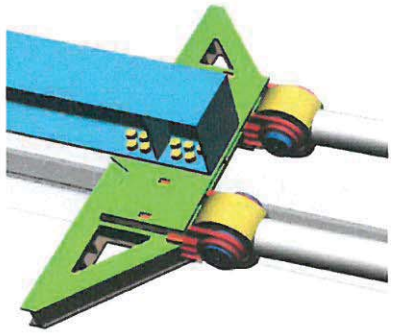
본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 (주)지비텍의 의뢰에 의해 수행되었으며 도면 및 제작실물은 다음과 같다.

(스프레더 빔 설계도)









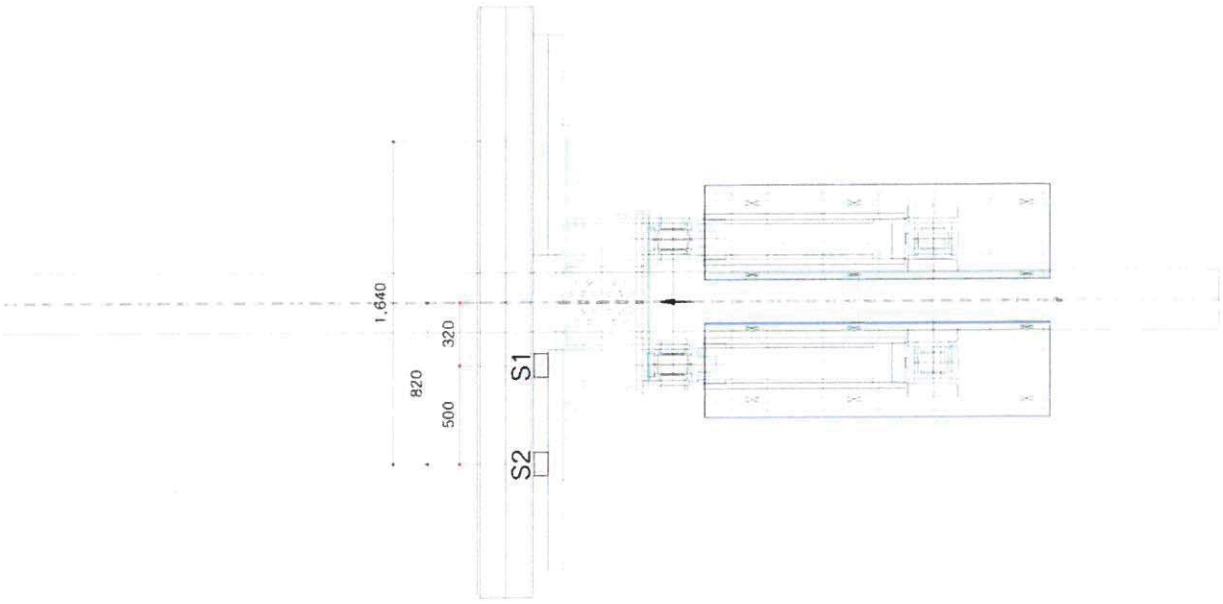
(스프레더 빔 제작전경)



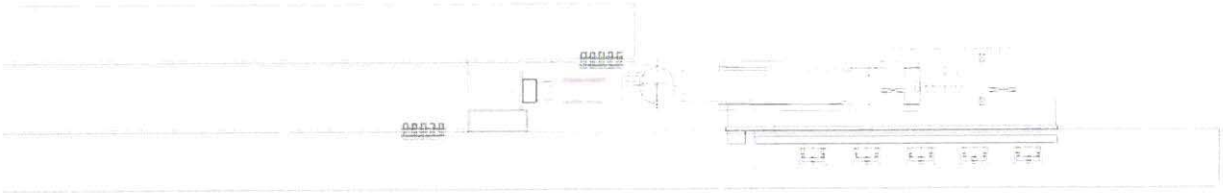


2. 검증시험

2.1 개요도



< 평면도 >



< 측면도 >

2.2 실험사진

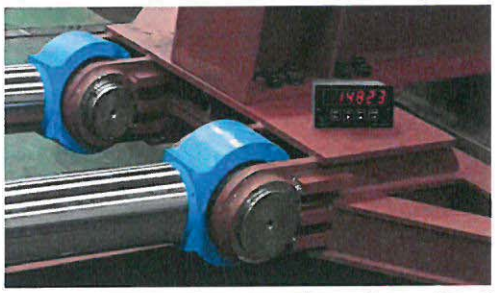
공정	스프레더 빔 하중 분산 성능시험	일자	2017. 11
설명	로드셀 설치 세팅		



공정	스프레더 빔 하중 분산 성능시험	일자	2017. 11
설명	추진체 메인 실린더 유압 (실린더 직결 게이지) - 100KG/㎠		



공정	스프레더 빔 하중 분산 성능시험	일자	2017. 11
설명	로드셀 S1 - 14,823 kg		



공정	스프레더 빔 하중 분산 성능시험	일자	2017. 11
설명	로드셀 S1 - 13,605 kg		



2.3 실험결과

실린더 유압	100.00	kg/㎠
실린더 단면적	283.53	㎠
실린더 수량	2.00	ea
실린더 연단면적	567.06	㎠
실린더 축력	56,706.00	kg
지점 가정	4	ea
S1 예상 응력(하중)	14,176.50	kg
S2 예상 응력(하중)	14,176.50	kg
시험 결과		
S1 예상 응력(하중)	4,823.0	kg
S2 예상 응력(하중)	13,605.0	kg
S1-S2	1,218.0	kg
편차율	**8.59%**	

※ 스테빌라이저 빔을 완전하게 세팅하지 못한 상태에서의 측정이므로 축 중심부 하중값이 좀 더 크게 나올수 있음

[별첨 D-2] 압출추진장치 제작

성 능 확 인 서

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [D-2] 압출장치 제작확인서
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017.10.23.~2017.11.03.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 31
○ 시험성적서 용도 : 제작확인 및 성능확인

성능확인결과 ([첨부D-2] 참조)

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 11. 03

리온정밀 대표 심 상 서

[첨부 D-2] 압출추진장치 제작

1. 실험개요

1.1 실험목적

본 시험의 목적은 상부슬래브 압출 시 유압잭의 최대 초요축력과 작업효율을 고려한 Stroke에 적합한 설계로 안전성 있는 축력(200tonf)의 확보를 확인하고자 함이다.

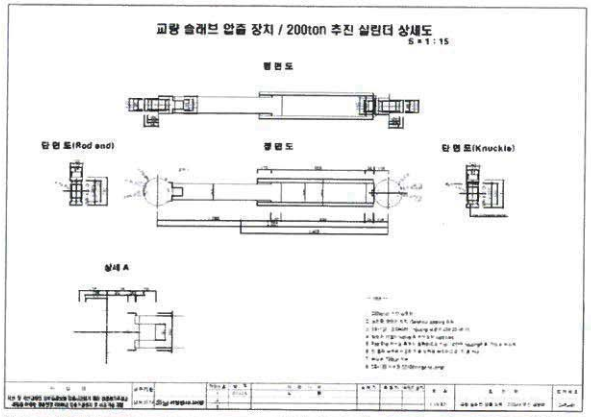
1.2 제작 및 실험기간

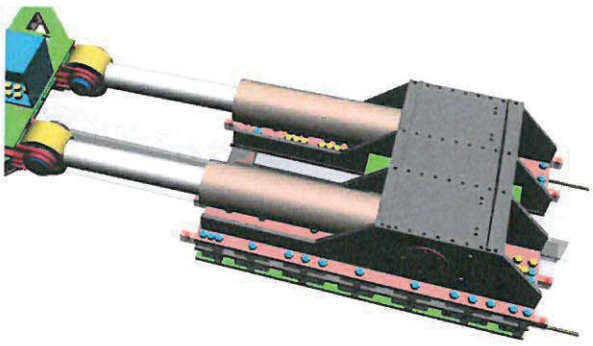
- 2017. 03 ~ 2017. 11

1.3 압출추진장치 설계 및 제작

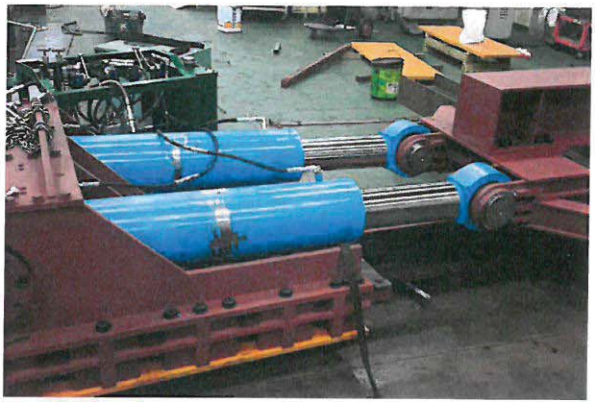
본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 (주)지비텍의 의뢰에 의해 수행되었으며 제작 실물은 다음과 같다.

<압출추진장치>









2. 성능확인방법

2.1 시험체

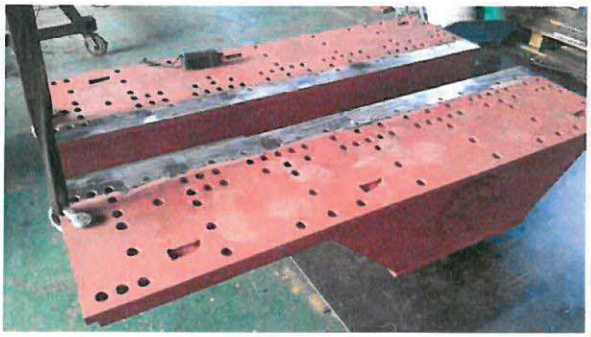
시험체는 실험의뢰자((주)지비텍이엔씨)가 제작의뢰(리온정밀 제작)해 제공한 스프레더 빔 실험체 수량은 1개이다.

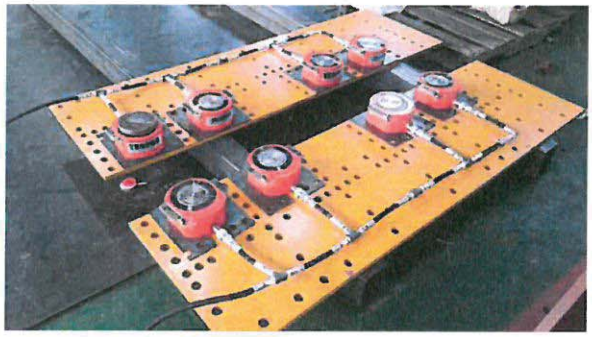
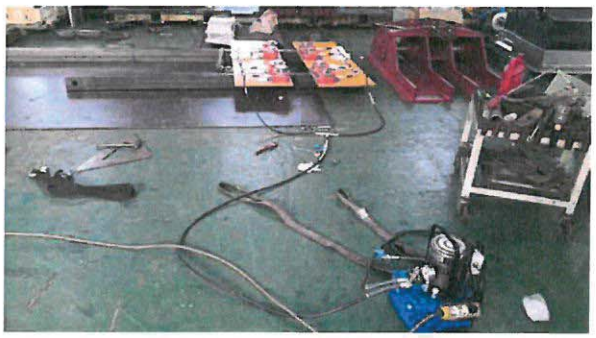
2.2 시험방법

추진력 200ton 확인 및 도면과 일치되는 Stroke의 확인

3. 제작 및 성능확인

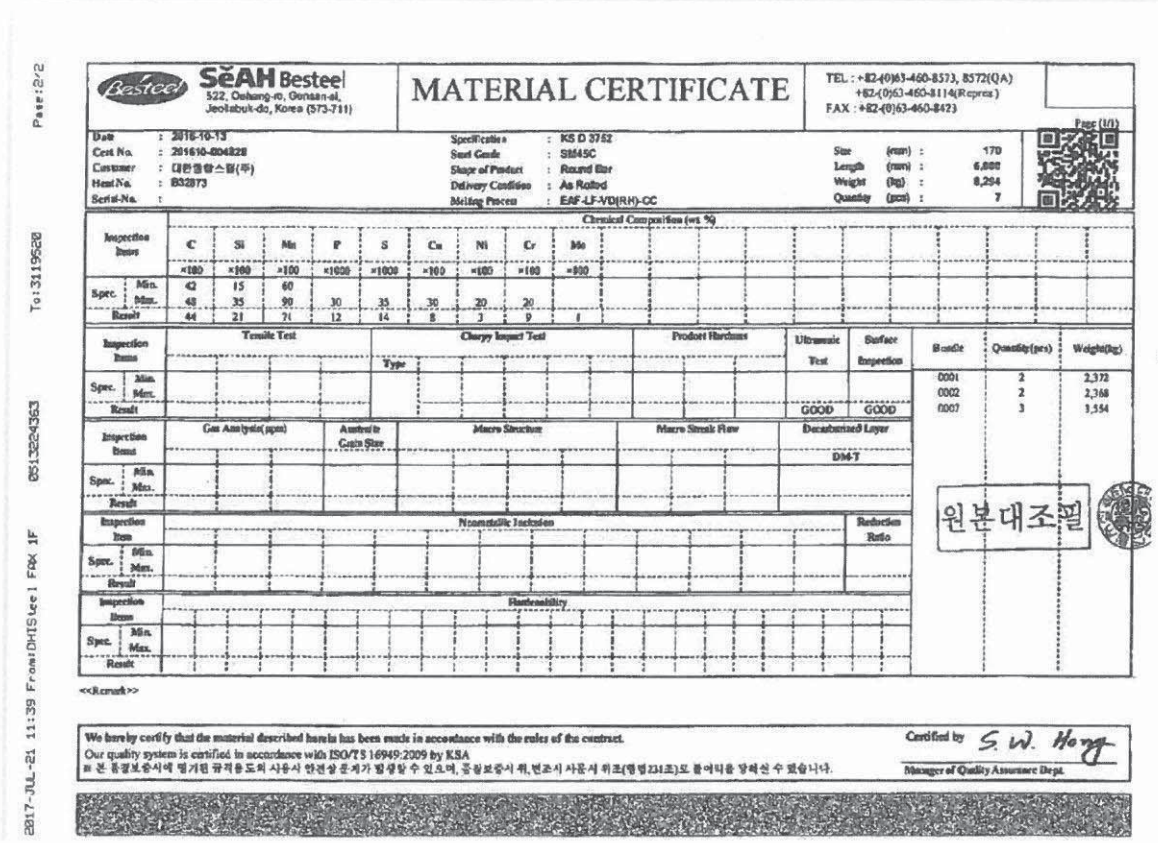
<제작공정>





<압출장치 성능확인서>



SeAH Besteel
522, Oehang-ro, Gunsan-si, Jeollabuk-do, Korea (573-711)

MATERIAL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)63-460-8573, 8572(QA)
+82-(0)63-460-8114(Repres.)
FAX : +82-(0)63-460-8423

Page (1/1)

Date	: 2016-10-13	Specification	: KS D 3752	Size (mm)	: 170
Cert No.	: 201610-004328	Steel Grade	: SM45C	Length (mm)	: 6,000
Customer	: (재)한국스틸(주)	Shape of Product	: Round Bar	Weight (kg)	: 8,294
Heat No.	: B32873	Delivery Condition	: As Rolled	Quantity (pcs)	: 7
Serial-No.	:	Melting Process	: EAF-LF-VD(RH)-CC		

Chemical Composition (wt. %)

Inspection Items	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
	×100	×100	×100	×1000	×1000	×100	×100	×100	×100
Spec. Min.	42	15	60						
Spec. Max.	48	35	90	30	35	30	20	20	
Result	44	21	71	12	14	8	3	9	1

Inspection Items	Tensile Test	Charpy Impact Test	Product Hardness	Ultrasonic Test	Surface Inspection
		Type			
Spec. Min.					
Spec. Max.					
Result				GOOD	GOOD

Inspection Items	Gas Analysis(ppm)	Austenite Grain Size	Macro Structure	Macro Streak Flaw	Decarburized Layer
					DM-T
Spec. Min.					
Spec. Max.					
Result					

Inspection Item	Nonmetallic Inclusion	Reduction Ratio
Spec. Min.		
Spec. Max.		
Result		

Inspection Items	Hardenability
Spec. Min.	
Spec. Max.	
Result	

Bundle	Quantity(pcs)	Weight(kg)
0001	2	2,372
0002	2	2,368
0007	3	3,554

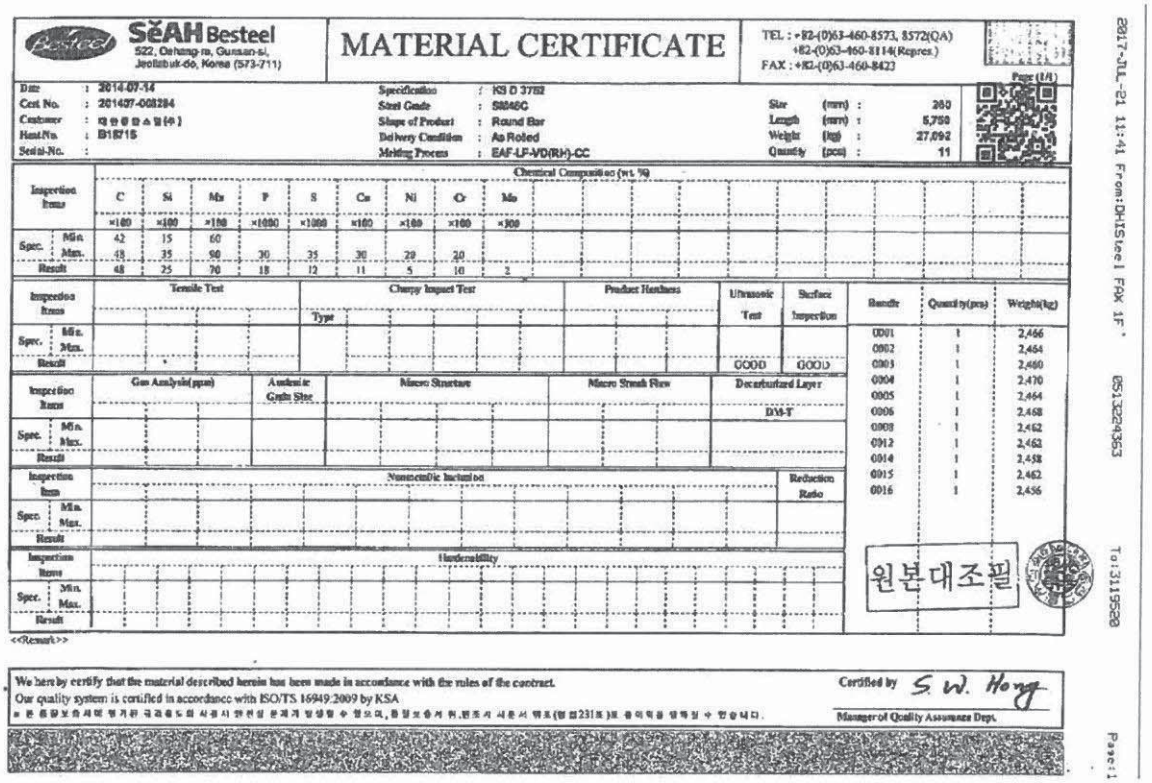
원본대조필

<<Remark>>

We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.
Our quality system is certified in accordance with ISO/TS 16949:2009 by KSA
※ 본 품질보증서에 명기된 규격품도의 사용시 안전상 문제가 발생할 수 있으며, 품질보증서 위,변조시 사문서 위조(형법231조)로 불이익을 당하실 수 있습니다.

Certified by S. W. Hong
Manager of Quality Assurance Dept.

2017-JUL-21 11:39 From:DHISteel FAX 1F To:3119628 053224363 Page:2/2



SeAH Besteel
522, Oehang-ro, Gunsan-si, Jeollabuk-do, Korea (573-711)

MATERIAL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)63-460-8573, 8572(QA)
+82-(0)63-460-8114(Repres.)
FAX : +82-(0)63-460-8423

Page (1/1)

Date	: 2014-07-14	Specification	: KS D 3752	Size (mm)	: 260
Cert No.	: 201407-008284	Steel Grade	: SM45C	Length (mm)	: 5,750
Customer	: (주)한국스틸(주)	Shape of Product	: Round Bar	Weight (kg)	: 27,092
Heat No.	: B18715	Delivery Condition	: As Rolled	Quantity (pcs)	: 11
Serial-No.	:	Melting Process	: EAF-LF-VD(RH)-CC		

Chemical Composition (wt. %)

Inspection Items	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo
	×100	×100	×100	×1000	×1000	×100	×100	×100	×100
Spec. Min.	42	15	60						
Spec. Max.	48	35	90	30	35	30	20	20	
Result	48	25	70	18	12	11	5	10	2

Inspection Items	Tensile Test	Charpy Impact Test	Product Hardness	Ultrasonic Test	Surface Inspection
		Type			
Spec. Min.					
Spec. Max.					
Result				GOOD	GOOD

Inspection Items	Gas Analysis(ppm)	Austenite Grain Size	Macro Structure	Macro Streak Flaw	Decarburized Layer
					DM-T
Spec. Min.					
Spec. Max.					
Result					

Inspection Item	Nonmetallic Inclusion	Reduction Ratio
Spec. Min.		
Spec. Max.		
Result		

Inspection Items	Hardenability
Spec. Min.	
Spec. Max.	
Result	

Bundle	Quantity(pcs)	Weight(kg)
0001	1	2,466
0002	1	2,464
0003	1	2,460
0004	1	2,470
0005	1	2,464
0006	1	2,468
0008	1	2,462
0012	1	2,462
0014	1	2,458
0015	1	2,462
0016	1	2,456

원본대조필

<<Remark>>

We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.
Our quality system is certified in accordance with ISO/TS 16949:2009 by KSA
※ 본 품질보증서에 명기된 규격품도의 사용시 안전상 문제가 발생할 수 있으며, 품질보증서 위,변조시 사문서 위조(형법231조)로 불이익을 당하실 수 있습니다.

Certified by S. W. Hong
Manager of Quality Assurance Dept.

2017-JUL-21 11:41 From:DHISteel FAX 1F To:3119628 053224363 Page:1

TAE SUNG HEAT TREATMENT CO.

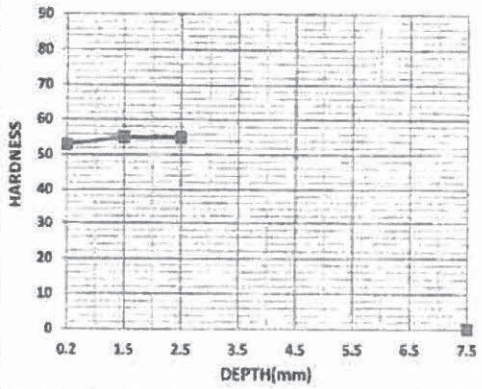
124 SAEBYEOK-RO SASANG-KU BUSAN KOREA
TEL : (051)323-2455 FAX : (051) 323-2456

열 처 리 검 사 성 적 서
HEAT TREATMANT INDUCTION REPORT

REPORT No.	TS17-0714-007		
발 주 처 CUSTOMER	㈜동명테크	품 명 DESCRIPTION	ROD
항 목 번 호 ITEM No.		도 면 번 호 DRAWING No.	
규 격 SIZE	ø160*1040L	수 량 QUANTITY / EA	6 EA
재 질 MATERIAL	S45C	공 사 명 PROJECT	
열 처 리 KIND OF H.T	HQI		

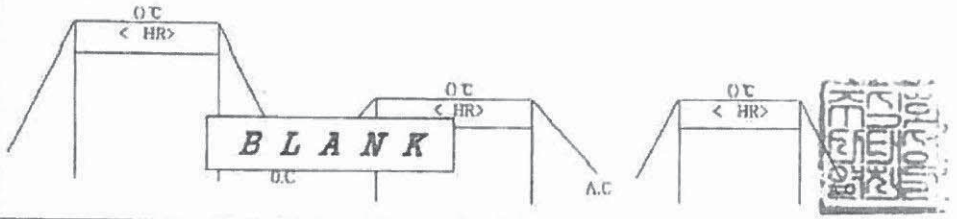
SKETCH

B L A N K



검 사 항 목 ITEMS OF INSP	규 격 SPEC	측 정 치 (MEASURE MENT)									판정
		구분	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	M	
경 화 경 도 INDUCTION HARDNESS	HRC50-55	깊이(mm)	0.2	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	0.0	O.K
			53	55	55					0		
		ROUTIP(100g)	53	55	54							O.K
경 화 깊 이 HARDENING DEPTH												

HEAT TREATMENT



INSP.DATE	INSPECTED BY	APPROVED BY
2017.07.14	Y H JOO	D K JEONG

[별첨 D-4] 주형보/거더 고정장치 설계제작

제 작 확 인 서

리 온 정 밀
경기도 화성시 장안면 석포로 31
TEL 031)366-5696, FAX 031)366-5696

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]
○ 시험명 : [D-4] 성능확인서
○ 실험체 : 리온정밀 제작[(주)지비텍 제작의뢰)]
○ 실험기간 : 2017.10.23.~2017.11.03.
○ 의뢰자
- 기관명 : (주)지비텍 이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2017. 03. 22. ~ 2017. 11. 31
○ 시험성적서 용도 : 주형보&거더 고정장치 설계제작 및 실험

확인 및 검토결과 ([첨부D-4] 참조)

주형보+거더 고정장치 설계제작

확 인	작성자 : 심 상 서	확인자 : 진 용 상

2017. 11. 03

리온정밀 대표 심 상 서

[첨부 D-4] 주형보&거더고정장치 설계제작

1. 실험개요

1.1 실험목적

본 시험의 목적은 교대 배면의 제작장에서 슬래브를 타설하고 압출 시 거푸집을 지지하며, 압출 시 추진력과 압출장치의 고정에 의한 주형보+거더고정장치의 제작 및 성능을 확인하고자함.

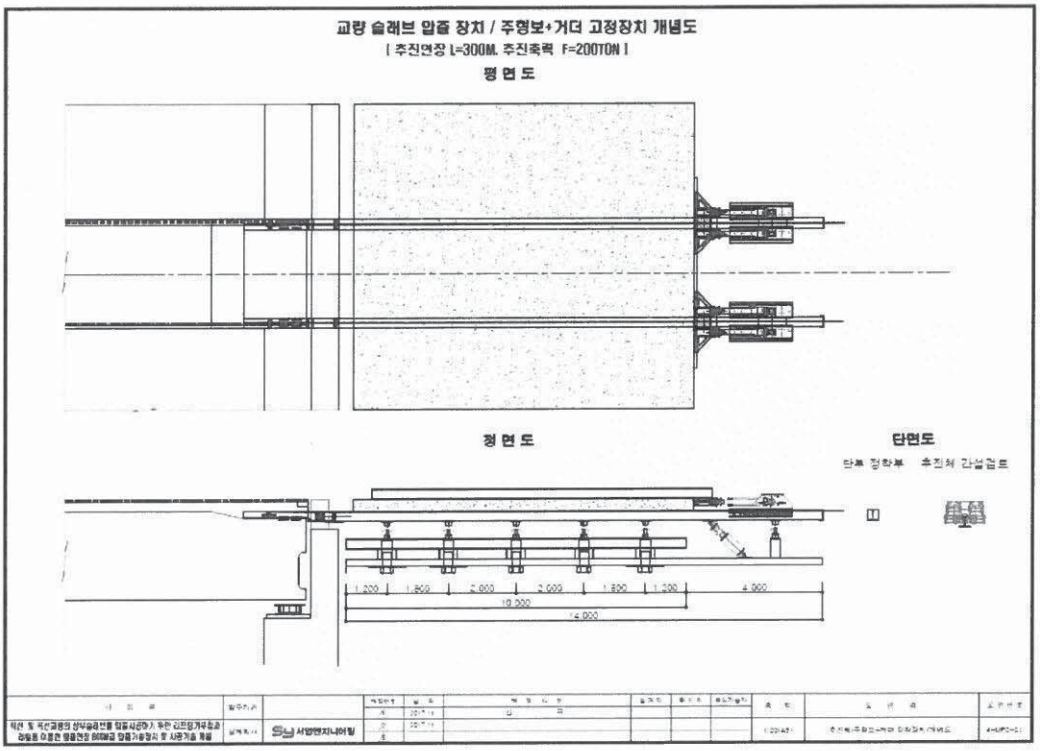
1.2 제작 및 실험기간

- 2017. 03 ~ 2017. 11

1.3 주형보+거더 고정장치

본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 (주)지비텍의 의뢰에 의해 수행되었으며 개념도는 다음과 같다.

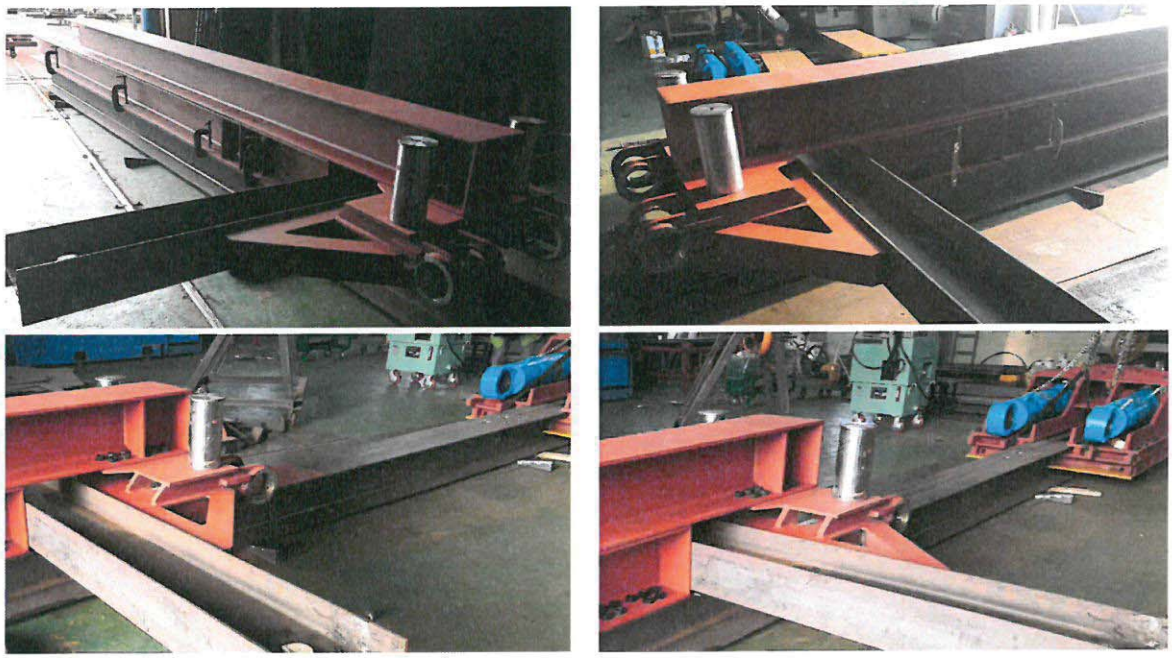
<주형보+거더고정장치>



2. 확인

2.1 시험체

시험체는 실험의뢰자((주)지비텍이엔씨)가 제작의뢰(리온정밀 제작)해 제공한 압출장치(실린더 브라켓 고정장치) 실험체 수량은 1개이다.



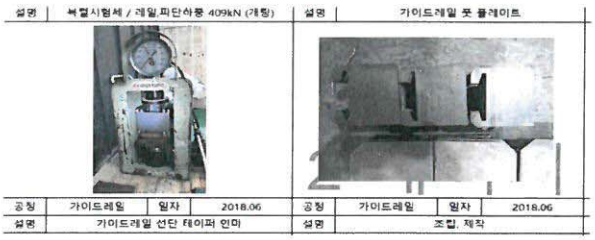
3. 인장력의 검토

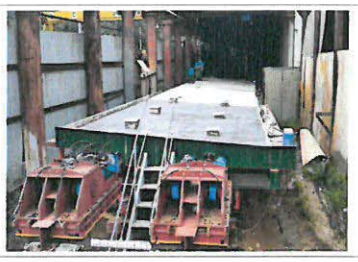
구 분	단 위	300M	600M	비 고
1. 소요 축력	ton / set	200	400	
2. 주형재 강종		SM400	SM400	
3. 주형재 규격	mm	H-300*300*10*15	H-406*403*16*24	
4. 주형재 단면적	㎟	119.8	254.9	
5. 주형재 허용인장강도	MPa	140	140	
6. 주형재 인장력	ton / axis	167.72	356.86	
7. PC 강재		SWPC 7B	SWPC 7B	
8. PC 강재 인장강도	MPa	1600	1600	
9. PC 강재 유효단면적	㎟	138.7	138.7	
10. PC 강재 유효계수		0.75	0.75	
11. PC 강재 허용인장력	ton/ea	16.64	16.64	
12. PC 강재 수량	ea	2	4	
13. PC 강재 인장력	ton/axis	33.28	66.56	
14. 주형재+PC강재 축력 계	ton/axis	201.00	423.42	
판 정		OK	OK	
15. 정착 볼트		M24, F11	M24, F11	
16. 정착 볼트 허용마찰력(단기)	ton	10.2	10.2	
17. 정착 볼트 수량	ea	20	40	
18. 정착볼트 마찰력 계	ton/axis	204	408	
판 정		OK	OK	

3차 연도 연구개발 목표 및 결과

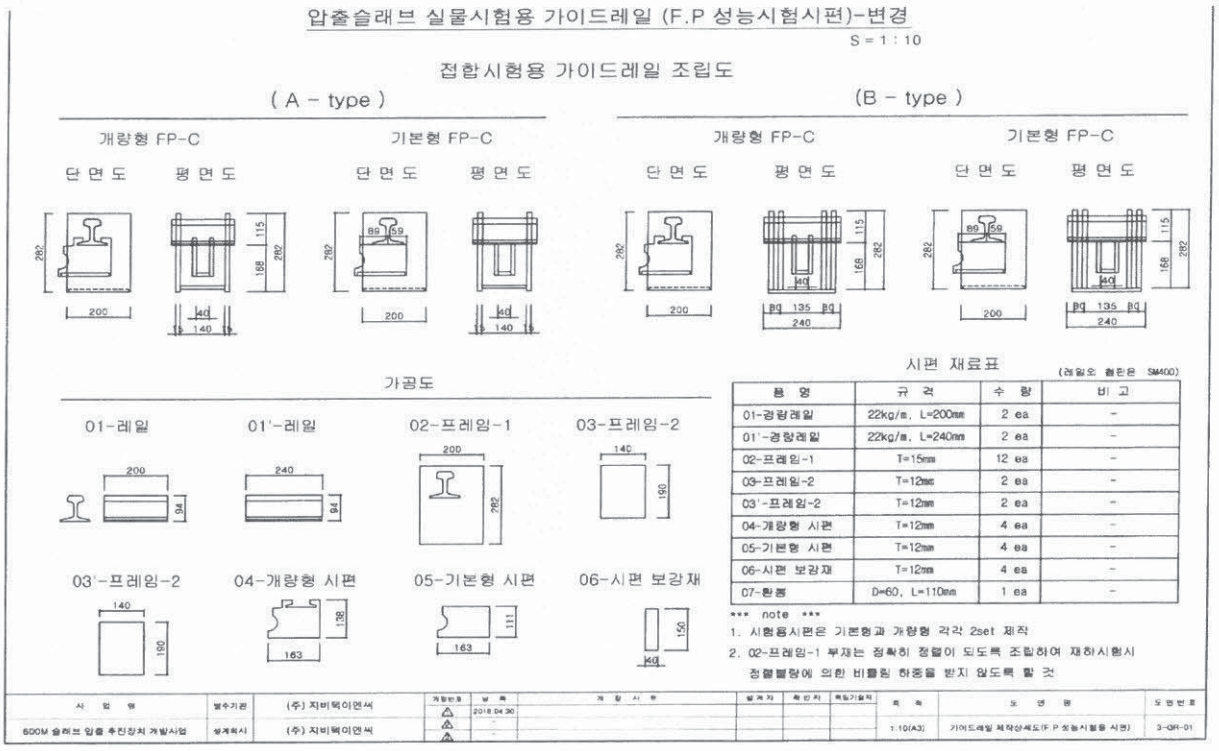
구분(연도)	세부 과제명	세부 연구 목표	연구개발 수행 내용	연구결과
3차 연도 (2018)	직선 및 곡선 교량의 상부 슬래브를 압출시공하기위한 리프팅 거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발	가이드레일의 설계 및 시공	▹가이드 레일의 정확한 배치와 정렬을 위한 보조장비를 선정, 활용하여 선형 가로방향 오차를 ±2㎜ 이내로 설치할 수 있도록 장비 선정 및 기술 개발. ▹레일과 슬래브 가이드 홈과의 마찰력 감소를 위해 레일의 부분 연마 설계 및 대안 연구 개발.(마찰계수≤0.20) ▹레일과 거더의 접합을 위한 Filler Plate의 디자인 개발 및 설계 제작, 성능검증실험.	▹<u>연구결과 상세내용: "2.연구범위 및 연구수행 방법" 참조</u> -[E-1] 가이드 레일&거더 접합 설계 도서 작성 -[E-2] 가이드 레일&거더 접합시험 -[E-3] 가이드 레일 접합 기술개발
		슬래브/거더 합성기술 개발 및 검증	▹강합성 거더의 상부플랜지의 두께는 주로 지점부와 중앙부 위치에 따라 다르게 적용하고 있으므로 이를 고려한 단면을 결정하고 씰재의 부착 위치를 선정한 후 슬래브 거푸집 조립과 병행 시공. ▹씰재의 특성상 고탄성 소재이고 거더와 슬래브의 유격에 따라 겹침량이 다르기 때문에 전단부 그라우팅 압력을 견디기 어려우므로 이를 고려한 씰재의 크기 및 시공방법을 개발, 성능검증 실험(관련특허 1건) 및 인증시험.	▹<u>연구결과 상세내용: "2.연구범위 및 연구수행 방법" 참조</u> -[F-1] 전단 접합 단면 설계 및 성능검증 실험 -[F-2] 그라우트 씰링 성능검증 -[F-3] 그라우트 씰링 기술 개발
		일행선 압출슬래브 성능검증 시험	▹압출시공의 안정성 검증으로 기 시험이 완료된 시험용 지상 거더에 일행선을 추가 제작함으로서 연구비를 절감하고 일행선의 교량 조건을 실물모형으로 구축해 추진장비의 추진력과 속도를 정밀하게 제어함으로서 선형(직선,곡선)에 제약을 받지 않는 압출의 안정성 및 효과(효율,안정성)에 대한 검증 실험.	▹<u>연구결과 상세내용: "2.연구범위 및 연구수행 방법" 참조</u> -[G-1] 압출슬래브 성능 검증실험 -[G-2] 신기술인증

2. 연구 범위 및 연구 수행 방법

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[E-1,2] 가이드레일의 설계시공	▹가이드 레일&거더 접합설계도서작성 및 접합시험	
[E-3] 가이드레일의 설계 및 시공	▹관련기술 특허출원	

연구 범위	연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)	구체적인 내용
[F-1] 슬래브/거더 합성기술 개발 및 검증	▷ 전단접합 단면설계 및 성능검증실험	직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발 **설 계 도** [전단 그라우트 씰] 2018. 11 (주)효명 ECS
[F-2] 슬래브/거더 합성기술 개발 및 검증	▷ 그라우트 씰링 성능검증	**제 작 확 인 서** 신성 ENG ○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업 [직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발] ○ 시험명 : 전단 접합부 일체의 내압성능시험 ○ 실험체 : 신성 ENG 제작 [마지비텍이엔씨 제작 및 시험의뢰] ○ 실험기간 ○ 의뢰자 - 기관명 : 마지비텍이엔씨 - 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1 - 의뢰일자 : 2018. 10. 02 ~ 2018. 11. 30 ○ 시험성적서 종도 : 그라우팅 내압확인용 **확 인 결 과** 전단부 그라우팅 시 주입 압력성능을 위한 내압 시험에서 1차(지연성능) 0.5kg/cm² 2차(가압)시수압시 3.0kg/cm 이상의 내압시험결과 3.0kg/cm²을 확인 확인 직원사 : 조 용 희 (인) 확인자 : 진 용 성 (인) 2018. 11. 15 신성 ENG 대표 조 용 희 (인)
[F-3] 슬래브/거더 합성기술 개발 및 검증	▷ 관련기술특허출원	관련 서식 **출 원 번 호 통 지 서** 출 원 일 자 2018.12.10 특 허 청 장 명 심사국구(류) 공계산업(부) 출 원 번 호 10-2018-0157959 (접수번호 1-1-2018-1223438-30) 출원인 명칭 (주)마비텍이엔씨(1-2018-080468-6) 대리인 성명 송세건(9-2002-000132-3) 발명자 성명 이승철 발명의 명칭 슬래브 압출 시공시 그라우트 실링재를 이용한 슬래브-교좌거더 전단접합부 형성방법 **특 허 청 장** << 안내 >>
연구 범위	**연구 수행 방법 (이론적 • 실험적 접근방법)**	**구체적인 내용**
[G-1] 일행선 압출슬래브 성능검증 시험	▷ 일행선 압출슬래브 성능검증 시험	
[G-2] 일행선 압출슬래브 성능검증 시험	▷ 신기술인증서류	신기술지정신청서 (직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발) 2018. (신청인: 마지비텍이엔씨) 한영국제특허법률사무소

E-1,압출슬래브 실물시험용 가이드레일 (실물모형 실험용)



압출슬래브 실물시험용 가이드레일 (F.P 성능시험시편)-변경

S = 1 : 10

접합시험용 가이드레일 조립도

(A - type)

개량형 FP-C

단 면 도

평 면 도

기본형 FP-C

단 면 도

평 면 도

(B - type)

개량형 FP-C

단 면 도

평 면 도

기본형 FP-C

단 면 도

평 면 도

가공도

01-레일

01'-레일

02-프레임-1

03-프레임-2

03'-프레임-2

04-개량형 시편

05-기본형 시편

06-시편 보강재

시편 재료표

(레일은 제외한 SM400)

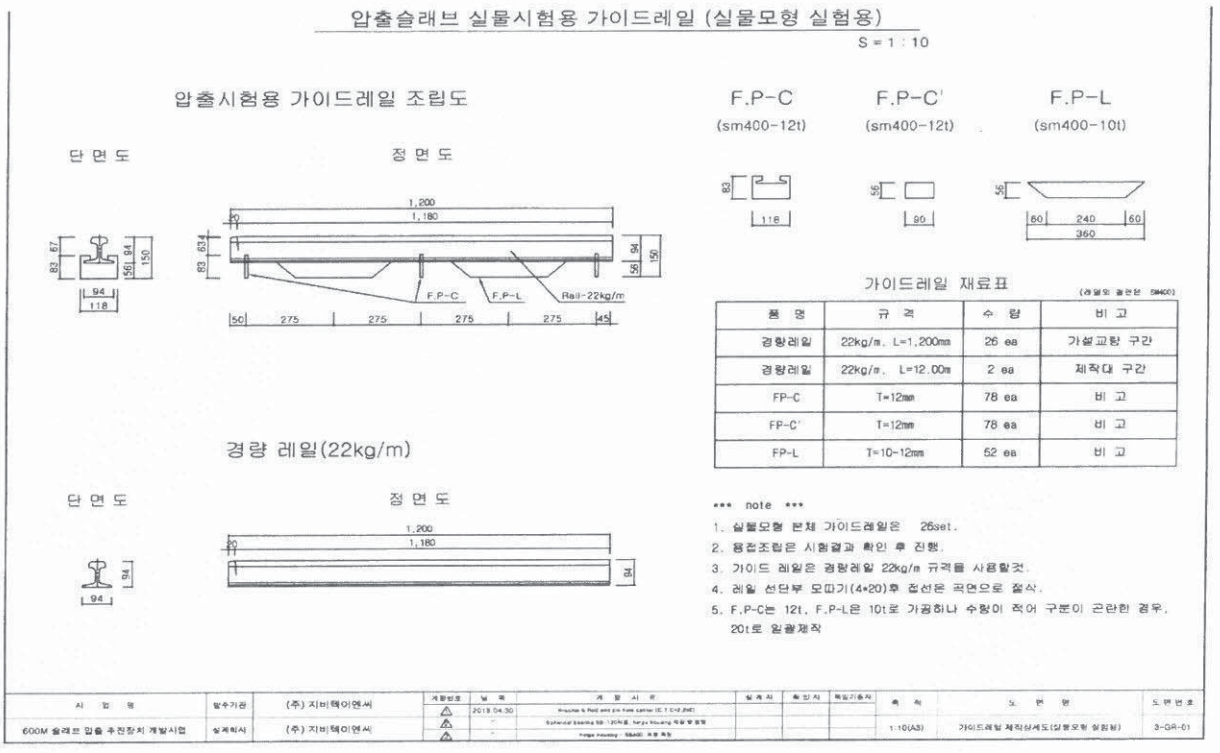
품 명	규 격	수 량	비 고
01-경량레일	22kg/m, L=200mm	2 ea	-
01'-경량레일	22kg/m, L=240mm	2 ea	-
02-프레임-1	T=15mm	12 ea	-
03-프레임-2	T=12mm	2 ea	-
03'-프레임-2	T=12mm	2 ea	-
04-개량형 시편	T=12mm	4 ea	-
05-기본형 시편	T=12mm	4 ea	-
06-시편 보강재	T=12mm	4 ea	-
07-환봉	D=60, L=110mm	1 ea	-

*** note ***

1. 시험용시편은 기본형과 개량형 각각 2set 제작
2. 02-프레임-1 부재는 정확히 정렬이 되도록 조립하여 재하시험시 정렬불량에 의한 비틀림 하중을 받지 않도록 할 것

사 업 명	발주기관	(주) 지비텍이엔씨	개정번호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	적용기술자	축 척	도 면 명	도면번호
600M 슬래브 압출 추진장치 개발사업	설계회사	(주) 지비텍이엔씨	△	2018.04.30	-				1:10(A3)	가이드레일 제작상세도(F.P 성능시험용 시편)	3-GR-01

E-1,압출슬래브 실물시험용 가이드레일 (F.P 성능시험시편)-변경



압출슬래브 실물시험용 가이드레일 (실물모형 실험용)

S = 1 : 10

압출시험용 가이드레일 조립도

단 면 도

정 면 도

경량 레일(22kg/m)

단 면 도

정 면 도

F.P-C
(sm400-12t)

F.P-C'
(sm400-12t)

F.P-L
(sm400-10t)

가이드레일 재료표

(레일은 제외한 SM400)

품 명	규 격	수 량	비 고
경량레일	22kg/m, L=1,200mm	26 ea	가설교량 구간
경량레일	22kg/m, L=12.00m	2 ea	제작대 구간
FP-C	T=12mm	78 ea	비 고
FP-C'	T=12mm	78 ea	비 고
FP-L	T=10-12mm	52 ea	비 고

*** note ***

1. 실물모형 본체 가이드레일은 26set.
2. 용접조립은 시험결과 확인 후 진행.
3. 가이드 레일은 경량레일 22kg/m 규격을 사용할것.
4. 레일 선단부 모따기(4*20)후 접선은 곡면으로 절삭.
5. F.P-C는 12t, F.P-L은 10t로 가공하나 수량이 적어 구분이 곤란한 경우, 20t로 일괄제작

사 업 명	발주기관	(주) 지비텍이엔씨	개정번호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	적용기술자	축 척	도 면 명	도면번호
600M 슬래브 압출 추진장치 개발사업	설계회사	(주) 지비텍이엔씨	△	2018.04.30	-				1:10(A3)	가이드레일 제작상세도(실물모형 실험용)	3-GR-01

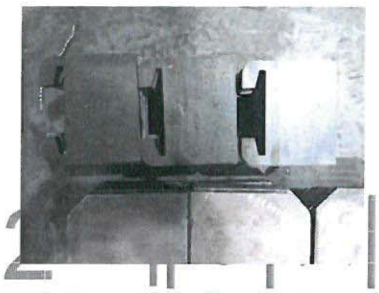
E-2 가이드레일&거더 접합시험

설명	복렬시험체 / 레일,파단하중 409kN (개량)		
공정	가이드레일	일자	2018.06
설명	가이드레일 선단 테이퍼 연마		





설명	가이드레일 폿 플레이트		
공정	가이드레일	일자	2018.06
설명	조립, 제작		





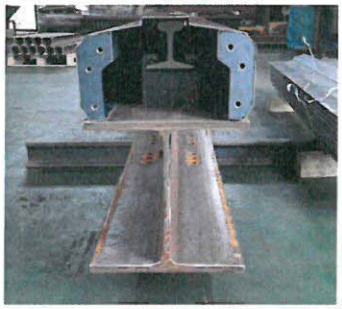
설명	가이드레일 폿 플레이트		
공정	가이드레일	일자	2018.06
설명	조립 완료		





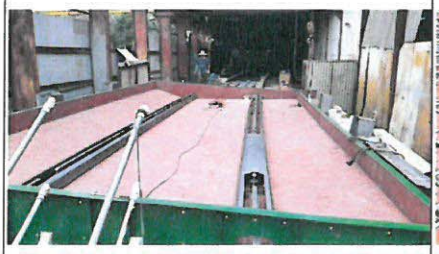
설명	전단부 터널형 거푸집 절곡 검측		
공정	슬래브	일자	2018.07
설명	커버 폼 + 슬립폼 가조립		





설명	web plate 조립		
공정	슬래브	일자	2018.07
설명	슬래브 전단 거푸집 조립		





설명	커버 폼 + 슬립폼 가조립		
공정	슬래브	일자	2018.08
설명	슬래브 전단 거푸집, 포켓부 조립		





특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-1917804 호
Patent Number

출원번호 Application Number 제 10-2016-0148890 호
출원일 Filing Date 2016년 11월 09일
등록일 Registration Date 2018년 11월 06일

발명의 명칭 Title of the Invention
구조물의 추진을 위한 선단선형 유지 장치 및 그 제어 방법

특허권자 Patentee
(주)지비텍이엔씨(144411-*****)**
경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1,2층

발명자 Inventor
이호형(650714-*****)**
경기도 화성시 매송면 송라길39번길 59

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.
This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

특허청
Korean Intellectual Property Office

2018년 11월 06일

QR코드로 현재기준 등록사항을 확인하세요

특허청장
COMMISSIONER,
KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE
박 원 주

특허증
CERTIFICATE OF PATENT

특허 Patent Number	제 10-1940040 호
출원번호 Application Number	제 10-2017-0065004 호
출원일 Filing Date	2017년 05월 26일
등록일 Registration Date	2019년 01월 14일

발명의 명칭 Title of the Invention

유압 추진잭의 지압응력 조정식 스프레더 빔 어셈블리를 구비한 압출가설 장치 및 그 방법

특허권자 Patentee

(주)지비텍이엔씨(144411-*****)**

경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1,2층

발명자 Inventor

이호형(650714-*****)**

경기도 화성시 매송면 송라길39번길 59

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.

2019년 01월 14일

QR코드로 현재기준 등록사항을 확인하세요

특허청장

COMMISSIONER,

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

박 원 주

특허청

Korean Intellectual Property Office

관인생략

출원번호통지서

출원일자	2018.12.10
특기사항	심사청구(유) 공개신청(무)
출원번호	10-2018-0157959 (접수번호 1-1-2018-1233438-30)
출원인 명칭	(주)지비텍이엔씨(1-2010-002468-0)
대리인 성명	송세근(9-2002-000122-3)
발명자 성명	이호형
발명의 명칭	슬래브 압출 시공시 그라우트 실링재를 이용한 슬래브-강재거더 전단연결부 합성방법

특 허 청 장

<< 안내 >>

1. 귀하의 출원은 위와 같이 정상적으로 접수되었으며, 이후의 심사 진행상황은 출원번호를 통해 확인하실 수 있습니다.

2. 출원에 따른 수수료는 접수일로부터 다음날까지 동봉된 납입영수증에 성명, 납부자번호 등을 기재하여 가까운 우체국 또는 은행에 납부하여야 합니다.
※ 납부자번호 : 0131(기관코드) + 접수번호

3. 귀하의 주소, 연락처 등의 변경사항이 있을 경우, 즉시 [특허고객번호 정보변경(경정), 정정신고서]를 제출하여야 출원 이후의 각종 통지서를 정상적으로 받을 수 있습니다.
※ 특허로(patent.go.kr) 접속 > 민원서식다운로드 > 특허법 시행규칙 별지 제5호 서식

4. 특허(실용신안등록)출원은 명세서 또는 도면의 보정이 필요한 경우, 등록결정 이전 또는 의견서 제출기간 이내에 출원서에 최초로 첨부된 명세서 또는 도면에 기재된 사항의 범위 안에서 보정할 수 있습니다.

5. 외국으로 출원하고자 하는 경우 PCT 제도(특허·실용신안)나 마드리드 제도(상표)를 이용할 수 있습니다. 국내출원일을 외국에서 인정받고자 하는 경우에는 국내출원일로부터 일정한 기간 내에 외국에 출원하여야 우선권을 인정받을 수 있습니다.
※ 제도 안내 : http://www.kipo.go.kr-특허마당-PCT/마드리드
※ 우선권 인정기간 : 특허·실용신안은 12개월, 상표·디자인은 6개월 이내
※ 미국특허상표청의 선출원을 기초로 우리나라에 우선권주장출원 시, 선출원이 미공개상태이면, 우선일로부터 16개월 이내에 미국특허상표청에 [전자적교환허가서(PTO/SB/39)]를 제출하거나 우리나라에 우선권 증명서류를 제출하여야 합니다.

6. 본 출원사실을 외부에 표시하고자 하는 경우에는 아래와 같이 하여야 하며, 이를 위반할 경우 관련법령에 따라 처벌을 받을 수 있습니다.
※ 특허출원 10-2010-0000000, 상표등록출원 40-2010-0000000

7. 종업원이 직무수행과정에서 개발한 발명을 사용자(기업)가 명확하게 승계하지 않은 경우, 특허법 제62조에 따라 심사단계에서 특허거절결정되거나 특허법 제133조에 따라 등록이후에 특허무효사유가 될 수 있습니다.

8.기타 심사 절차에 관한 사항은 동봉된 안내서를 참조하시기 바랍니다.

제 작 확 인 서

신성 ENG

경기도 화성시 팔탄면 서해로 1121번길 16, 202동 지층 124호(발안현대공구타운)

TEL. 031)8059-1160, FAX)031)8059-1172

○ 사업명 : 국토교통기술지원화 지원사업
[직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설 장치 및 시공기술 개발]

○ 시험명 : 전단 접합부 씰재의 내압성능시험

○ 실험체 : 신성 ENG 제작 [㈜지비텍이엔씨 제작 및 시험의뢰]

○ 실험기간

○ 의뢰자

- 기관명 : ㈜지비텍이엔씨
- 주 소 : 경기도 양평군 양서면 청계길57번길 1
- 의뢰일자 : 2018. 10. 02 ~ 2018. 11. 30

○ 시험성적서 용도 : 그라우팅 내압확인용

확 인 결 과

전단부 그라우팅 시 주입 압력설정을 위한 내압 시험에서 1차(자연상태) 0.5kg/㎠
2차(가압시)주입시 2.0kg/㎠이상의 내압(시험결과 3.0kg/㎠)을 확인

확인	작성자 : 조 용 희 (인)	확인자 : 진 용 상 (인)

2018. 11. 15

신성 ENG 대 표 조 용 희 (인)

1. 제작개요

1.1 실험목적

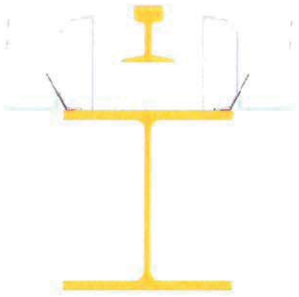
본 시험의 목적은 시험 의뢰자가 제공한 상부슬래브의 슬래브를 압출 후 거더와의 전단 합성에 필요한 그라우팅을 시공함에 있어 그라우트재의 누출을 방지하고 그라우트재의 밀실한 충진결과를 목적으로 소정의 주입 압력을 요구하며 이를 충족하는 씰재의 내압성능을 확인하는 것이 목적이다.

1.2 시험몰드 제작 및 성능확인 기간

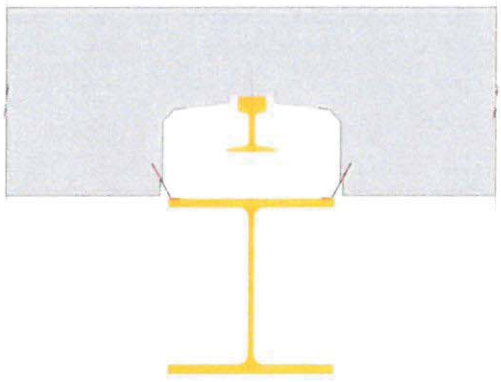
2018. 10. 02 ~ 2018. 11. 30

1.3 전단부 씰재의 개념 및 제작

본 시험은 국토교통부의 "국토교통기술지원화 지원사업"의 일환으로 ㈜지비텍이엔씨의 의뢰에 의해 수행되었으며 개념도 및 제작 현장은 다음과 같다. 본 전단부 그라우트용 씰의 소재는 연성 PVC이며 폭 100mm, 두께 1mm 이며 연장은 제작장의 1span의 연장과 동일하다. 본 시험에서는 몰드연장 200mm, 순수 개방구간을 170mm로 제작하여 1차 하부몰탈(자연상태) 및 2차 상부몰탈(가압상태)를 구현하였으며 공기 주입구를 설치하여 파열 시 최종압력을 측정하였다.



거푸집 조립



콘크리트 타설 후

2. 확인방법

2.1 시험체

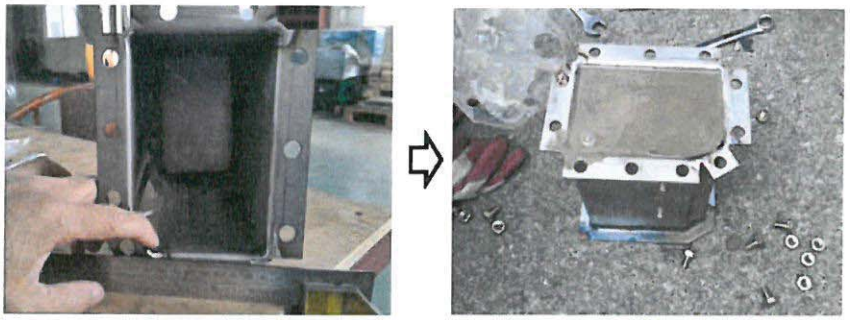
시험체는 실험의뢰자(㈜지비텍이엔씨가 제작의뢰(신성 ENG)해 제공한 그라우트 씰재의 내압시험용 거푸집의 수량은 1개이다.

2.2 확인방법

슬래브 압출이 완료되면 슬래브와 거더의 합성공정이 필요하다. 합성용 그라우팅과정에는 1차 몰탈주입(무압)과 2차 몰탈주입(가압 2kg/㎠이상)으로 이루어지는데 1차 몰탈주입 시에는 두께가 30mm이내로 압력을 무시할 수 있으나 2차 주입시에는 최소 2kg/㎠의 주입 압력이 필요하므로 시험용 강재 거푸집에 연성 PVC 패널(t=1mm)을 삽입, 설치하여 거푸집의 양단을 밀폐시킨 후 거푸집에 설치된 공기주입구에 공기를 주입하여 가압, 씰재가 파열되는 최종 압력을 측정, 확인

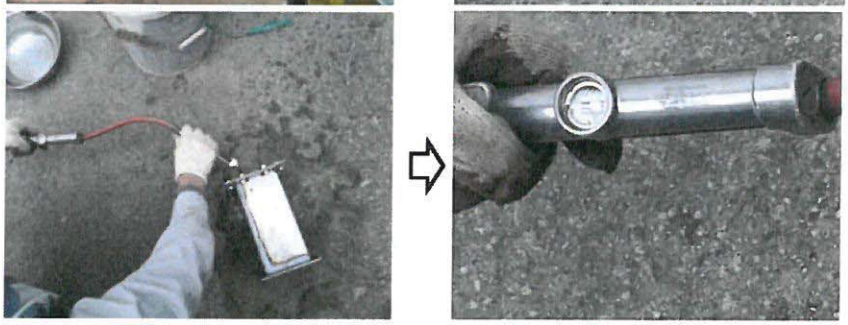
2.3 확인 시험체

품제작, 몰탈주입



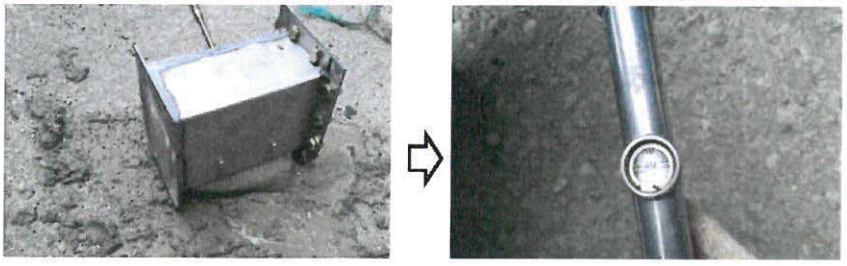
1차 몰탈(무압조건)

[8psi (0.5kg/㎠)]



2차 몰탈(가압조건)

[43psi (3.0kg/㎠)]



관리번호	사본번호

직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발

설 계 도

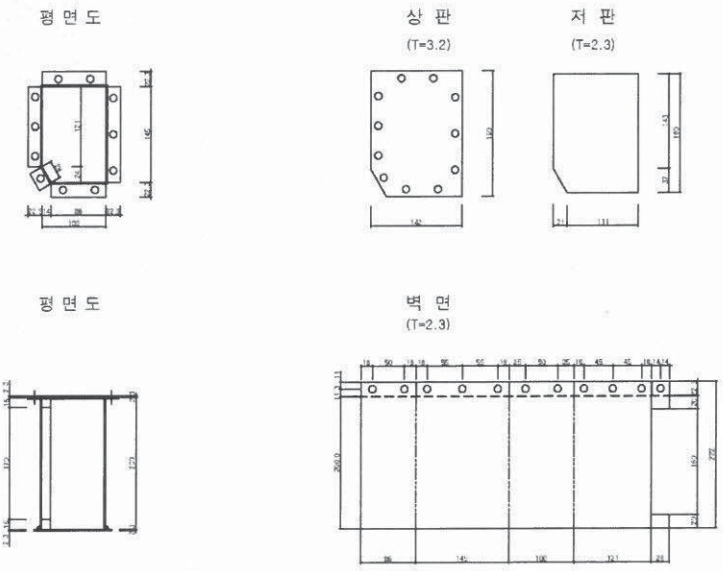
[전단 그라우트 씰]

2018. 11

(주)효명 ECS

압출슬래브 / 전단 SEAL 내압시험용 거푸집 상세도

SCALE = 1 : 5



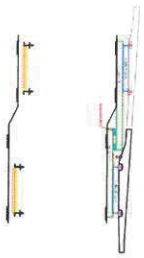
*** note ***

1. 선개도 치수는 설계후 내측 기초이므로 보정해 제작할 것
2. 상판은 볼탈 체결 후 볼트 조임, 저판은 거푸집 제작시 일체 접합
3. 상판 앵커는 M10기준이며 전개도의 홀 위치는 넌선도의 홀 위치에 맞도록 보정해 가공할 것

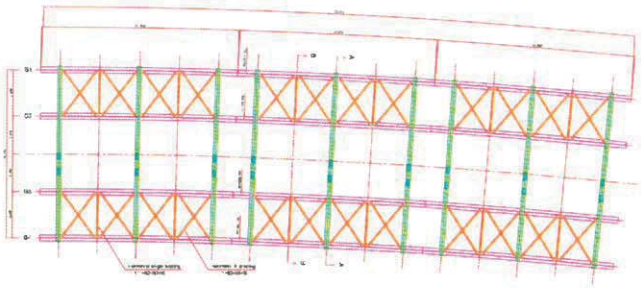
사 업 명	발주기관		개정번호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	책임기술자	축 척	도 면 명	도면번호
600M 슬래브 압출 추진장치 개발사업	설계회사	(주) 효명 ECS	△	2018.11.01	신 규				1 : 5(A3)	압출슬래브 / 전단씰 내압시험용 거푸집 상세도	EB-300

압출슬래브 / 시험용거더 종평면도(당초)

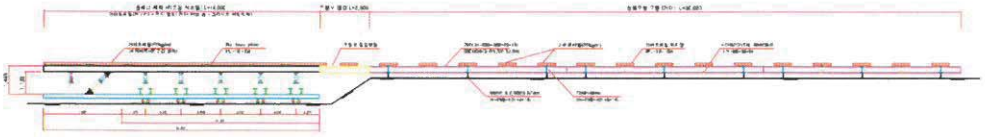
단 면 도



평 면 도



정 면 도



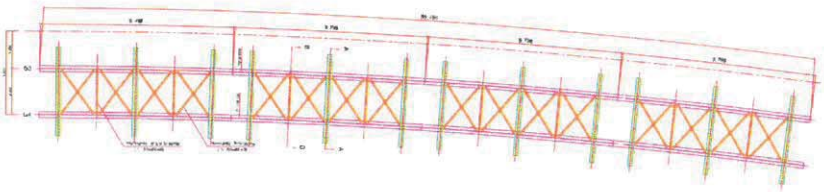
사 업 명	발주기관	(주) 지미텍이엔씨	개정번호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	적용기술자	축 척	도 면 명	도면번호
600M 슬래브 압출 추진장치 개발사업	설계회사	(주) 지미텍이엔씨	⚠	2018.02	교폭부 압출 / 진단시험용 시험용 거더 및 압출계획				NONE	압출슬래브/ 시험용 거더 종평면도(당초)	-301

압출슬래브 / 시험용거더 종평면도(2안 기본안)

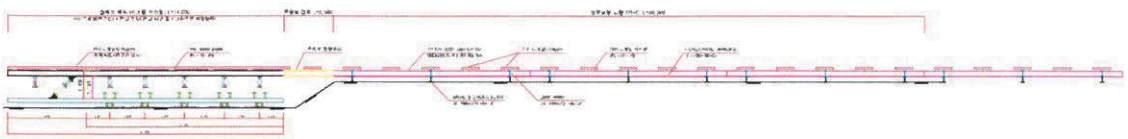
단 면 도



평 면 도



정 면 도

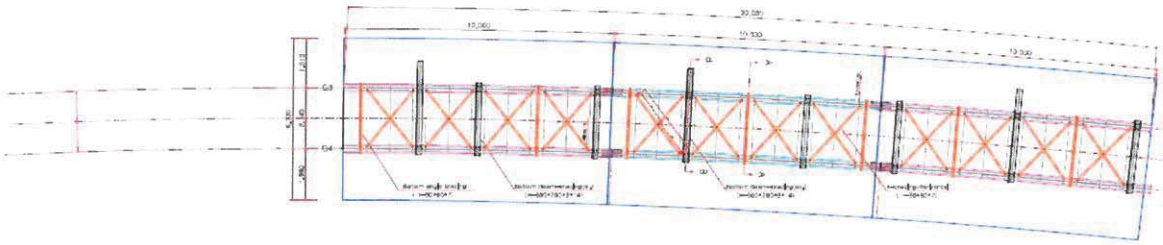


사 업 명	발주기관	(주) 지미텍이엔씨	개정번호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	적용기술자	축 척	도 면 명	도면번호
600M 슬래브 압출 추진장치 개발사업	설계회사	(주) 지미텍이엔씨	⚠	2018.02	교폭부 압출 / 진단시험용 시험용 거더 및 압출계획				NONE	압출슬래브/ 시험용 거더 종평면도	-301
			⚠	2018.03	예전 도도						

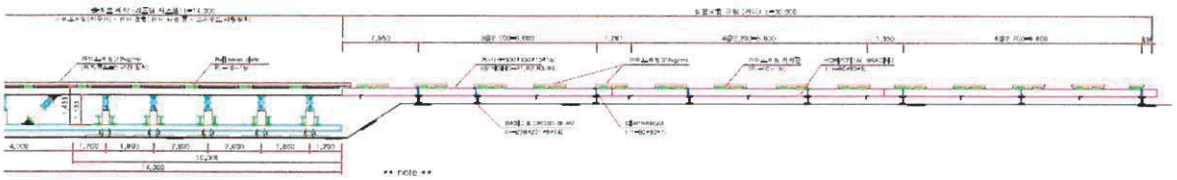
압출슬래브 / 시험용거더 종평면도(확정)

SCALE = 1 : 120

평 면 도



정 면 도



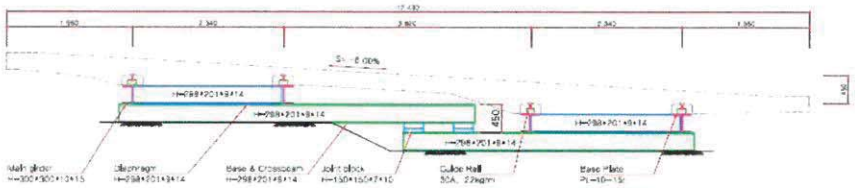
** note **

시 험 명	발주기관	(주) 지비택이엔씨	개정번호	날 짜	지 침 사 항	참 조 처	확 인 자	확인검토자	축 척	도 면 명	도면번호
슬래브 압출 추진장치 개발사업	성저읍시	(주) 지비택이엔씨	1	2019.07	2019.05				1:120(A3)	압출슬라브 / 가설고정 종평면도-수정보완	CB-30
			2	2019.03	2019.05						
			A	20	20						

시험용 거더 횡단면도(계획)

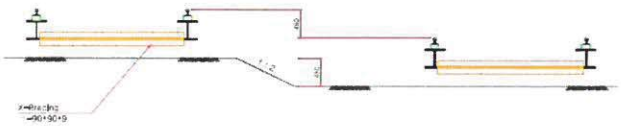
상세도 – A

BASE & CROSS BEAM



상세도 – B

X-BRACING

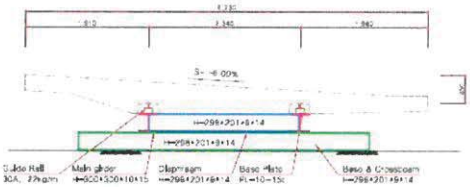


시 험 명	발주기관	(주) 지비택이엔씨	개정번호	날 짜	지 침 사 항	참 조 처	확 인 자	확인검토자	축 척	도 면 명	도면번호
슬래브 압출 추진장치 개발사업	성저읍시	(주) 지비택이엔씨	1	2019.07					1:50(A3)	압출슬라브 / 시험용 거더 횡단면도	-SC
			A								

시험용 거더 횡단면도(2안)

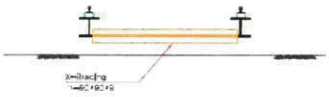
상세도 – A

BASE & CROSS BEAM



상세도 – B

X-BRACING



사 업 명	발주기관	(주) 지비택이엔씨	개정부호	날 짜	개 정 사 항	설계자	확인자	사업기술자	축 척	도 면 명	도면번호
-태스 압출 추진철회 개발사업	성계축시	(주) 지비택이엔씨	⚠	2018.07							
			⚠	2018.03	최신도면				1 : 50(A3)	압출슬래브 / 시험용 거더 횡단면도	-302

전단접합부 / 전단부 터널형 거푸집(계획)

G1

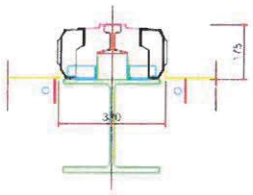
단 면 도

정 면 도



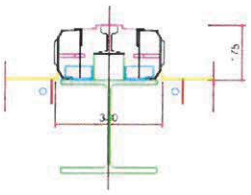
터널형 전단 거푸집 상세도/일반구간

[scale = 1:10]



터널형 전단 거푸집 상세도/포켓부

[scale = 1:10]

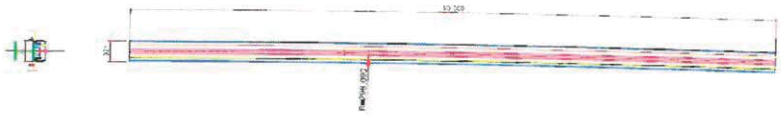


사 업 명	발주기관	(주) 지비택이엔씨	개정부호	날 짜	개 정 사 항	설계자	확인자	사업기술자	축 척	도 면 명	도면번호
-태스 압출 추진철회 개발사업	성계축시	(주) 지비택이엔씨	⚠	2018.07							
			⚠						1 : 50(A3)	압출슬래브 / 전단부 터널형 거푸집	-303

전단접합부 / 전단부 터널형 거푸집(2안)

G3

단 면 도 정 면 도

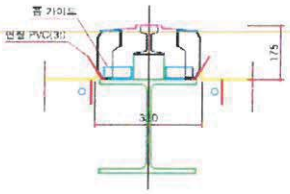


G4

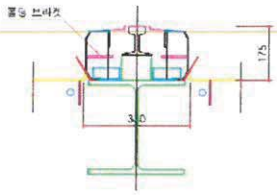
단 면 도 정 면 도



터널형 전단 거푸집 상세도/일반구간 (scale = 1:10)



터널형 전단 거푸집 상세도/포켓부 (scale = 1:10)

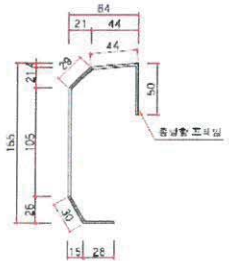


시 험 명	설계사무	(주) 지비택이엔씨	개정번호	일 자	개 정 사 항	참조지	확인자	작업기술자	축 척	도 면 명	도면번호
압출슬래브 추진장치 개발사업	현대엔지	(주) 지비택이엔씨	1	2018.07					1 : 5(A3)	압출슬래브 / 전단부 터널형 거푸집	-003
			2	2018.09	최종도면						
			3								

압출슬래브 / 시험용 전단부 터널거푸집 가공상세도(확정)

SCALE = 1 : 3

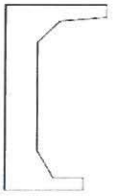
패널(절곡) (2.3t, l=10.0m)

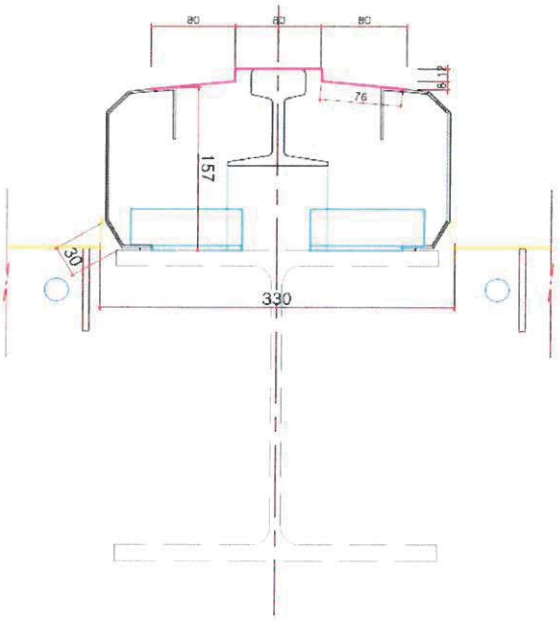


격벽(일체) (4.5t)



절곡 단면 확인용 (3.2t)





*** note ***

1. 패널 단면은 편선 대칭으로 제작
2. 1안 – 증량형 프레임을 일체형으로 절곡 제작
3. 2안 – 증량형 프레임부분을 생략하고 절곡, 용접을 용접접합
4. 격벽은 1, 2안의 단면이 상이 하므로 세트로 가공
5. 절곡 후 단면 확인용 체커의 수량은 임의.
6. 세직파트의 가이드레일은 (1,200 + (2,200 * 3ea) + 1,000) * 2열로 전단 가공 (22kg/m)

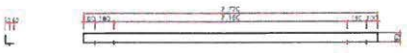
시 험 명	설계사무	(주) 지비택이엔씨	개정번호	일 자	개 정 사 항	참조지	확인자	작업기술자	축 척	도 면 명	도면번호
압출슬래브 추진장치 개발사업	현대엔지	(주) 지비택이엔씨	1	2018.08					1 : 3(A3)	압출슬래브 / 시험용 터널거푸집 가공상세도	-004
			2	2018.09	확 정						
			3								

압출슬래브 / 가설교량 (Bracing 상세도)

SCALE = 1 : 30

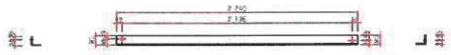
Bottom Bracing
(7ea)

면 도 정 면 도



X-Bracing(vertical)
(16ea)

면 도 정 면 도



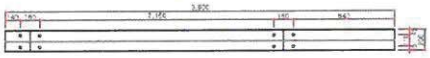
X-Bracing(horizontal)
(24ea)

면 도 정 면 도



Bottom Beam Base(Ex.)
(3ea)

평 면 도



측 면 도 정 면 도



Bottom Beam Base(St.)
(5ea)

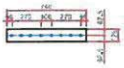
평 면 도



측 면 도 정 면 도



PL-1(connector)-9t
(12ea)



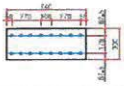
PL-2(stiffener)-9t
(12ea)



PL-3(piece)-9t
(12ea)



PL-4(connector)-14t
(6ea)



PL-5(connector)-12~14t
(16ea)



PL-6(connector)-14t
(16ea)



가이드레일

PL-7(R.F-grl.)-12~14t
(26+6ea)



PL-8(R.F-sup.)-12~14t
(64ea)



PL-9(R.F-lon.)-12~14t
(52+10ea)



사 업 명	설계기관	(주) 지비텍이엔씨	개정번호	날 짜	개 정 사 항	검토자	확인자	책임기술자	축 척	도 면 명	도면번호
레드 압출 추진철회 개발사업	설계책임	(주) 지비텍이엔씨	1	2018.09					1 : 30(A3)	압출슬래브 / 가설교량(추형상세도-우회도로)	FB-30

압출슬래브 / 가설교량 (Bracing 상세도)

SCALE = 1 : 30

Bottom Bracing
(7ea)

면 도 정 면 도

X-Bracing(vertical)
(16ea)

면 도 정 면 도

X-Bracing(horizontal)
(24ea)

면 도 정 면 도

Bottom Beam Base(Ex.)
(3ea)

평 면 도

측 면 도 정 면 도

Bottom Beam Base(St.)
(5ea)

평 면 도

측 면 도 정 면 도

PL-1(connector)-9t
(12ea)

PL-2(stiffener)-9t
(12ea)

PL-3(piece)-9t
(12ea)

PL-4(connector)-14t
(6ea)

PL-5(connector)-12~14t
(16ea)

PL-6(connector)-14t
(16ea)

가이드레일

PL-7(R.F-grl.)-12~14t
(26+6ea)

PL-8(R.F-sup.)-12~14t
(64ea)

PL-9(R.F-lon.)-12~14t
(52+10ea)

압출슬래브 / 가설교량 (Bracing 상세도)

SCALE = 1 : 30

Bottom Bracing
(7ea)

평 면 도

정 면 도

X-Bracing(vertical)
(16ea)

평 면 도

정 면 도

X-Bracing(horizontal)
(24ea)

평 면 도

정 면 도

Bottom Beam Base(Ex.)
(3ea)

평 면 도

측 면 도

정 면 도

Bottom Beam Base(St.)
(5ea)

평 면 도

측 면 도

정 면 도

PL-1(connector)-9t
(12ea)

PL-2(stiffener)-9t
(12ea)

PL-3(piece)-9t
(12ea)

PL-4(connector)-14t
(6ea)

PL-5(connector)-12~14t
(16ea)

PL-6(connector)-14t
(16ea)

가이드레일

PL-7(R,F-gri,)-12~14t
(26+6ea)

PL-8(R,F-sup,)-12~14t
(64ea)

PL-9(R,F-lon,)-12~14
(52+10ea)

사 업 명	발주기관	(주) 지이택이엔씨	개정번호	날 짜	개 정 사 항	설계자	확인자	허가담당자	축 척	도 면 명	도면번호
레오 압출 추진장치 개발사업	설계회사	(주) 지이택이엔씨	△	2019.05					1 : 30(A3)	압출슬래브 / 가설교량(Bracing)상세도	EB-30

[G 1] 일행선 압출슬래브 성능검증시험

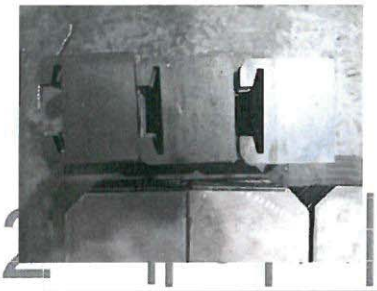
설명	복렬시험체 / 레일,파단하중 409kN (개량)



공정	가이드레일	일자	2018.06
설명	가이드레일 선단 테이퍼 연마		



설명	가이드레일 풋 플레이트



공정	가이드레일	일자	2018.06
설명	조립, 제작		



설명	가이드레일 풋 플레이트



공정	가이드레일	일자	2018.06
설명	조립 완료		



2 of 2 ㈜ 지비텍이엔씨

설명	전단부 터널형 거푸집 절곡 검측



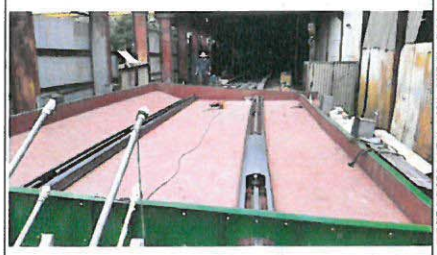
공정	슬래브	일자	2018.07
설명	커버 폼 + 슬립폼 가조립		



설명	web plate 조립



공정	슬래브	일자	2018.07
설명	슬래브 전단 거푸집 조립		



설명	커버 폼 + 슬립폼 가조립



공정	슬래브	일자	2018.08
설명	슬래브 전단 거푸집, 포켓부 조립		



1 of 2 ㈜ 지비텍이엔씨

설명	리프팅 시스템 프레임 조립, 설치



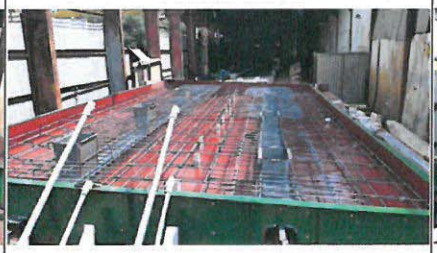
공정	실물모형 추진실험	일자	2018.08
설명	리프팅 시스템 슬래브 거푸집 조립		



설명	가설교량 주형재 설치



공정	실물모형 추진실험	일자	2018.08
설명	슬래브 전단 거푸집 및 철근 조립		



설명	가설교량 브레이싱 및 가이드레일 설치



공정	실물모형 추진실험	일자	2018.08
설명	슬래브 콘크리트 타설		



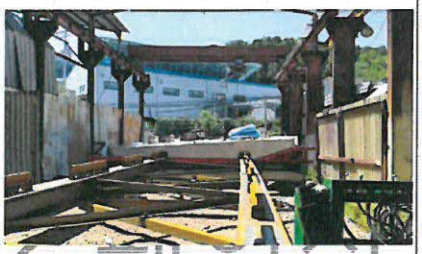
설명	콘크리트 양생



공정	실물모형 추진실험	일자	2018.08
설명	슬래브 추진		



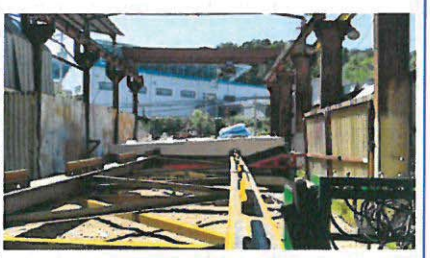
설명	슬래브 벽체 거푸집 해제



공정	실물모형 추진실험	일자	2018.08
설명	슬래브 추진 2		



설명	슬래브 바닥 거푸집 해제



공정		일자	
설명			

1. 가이드 레일 횡방향 접합 강도 시험 ▣

► 시편 규격

레일 단위중량	22 kg/m
레일 길 이	240 mm
받침 접합면	2 개소
용접 조 건	6mm * 50%

시험기기는 압축강도시험기이며 최대하중 100ton

► 시험 조건 : 기본형(평면형)과 개량형(그립형)

► 시험 결과

구 분	파단 하중	비 고
기 본 형	21,300 kg	
개 량 형	43,200 kg	레일 단면변형으로 측정불가

► 결 론

시험시편의 받침 패널은 2개소이므로 개소당 횡방향 수평 내하중은 21,600kg임.

현장적용 시 가이드레일 연장은 1.20m/ea, 선형 직각방향 플레이트는 3개소 설치, 가이드레일은 종방향 연장의 50%를 설치하는 것으로 계산하면
3개소 / 2.4m 이므로
3개소 * 21,600kg / 2.40m = 27,000kg/m

가이드레일의 받침이 개량형인 경우 횡방향 내하중은 27.00ton/m이상.

※ 슬래브의 두께 또는 거더의 횡지간이 증가하여 횡방향 하중 증가 시, 레일의 규격(단위중량)을 상향조정하고, 받침재를 추가 설치하여 적용 가능 함

► 첨부 자료

1.1 시험 사진

기본형	개량형
	
21,300kg	43,200kg

1.2. 가이드레일 시험체 시편 제작상세도

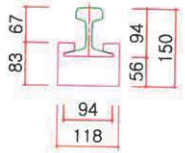
1.3. 가이드레일 실물시험용 제작상세도

압출슬래브 실물시험용 가이드레일 (실물모형 실험용)

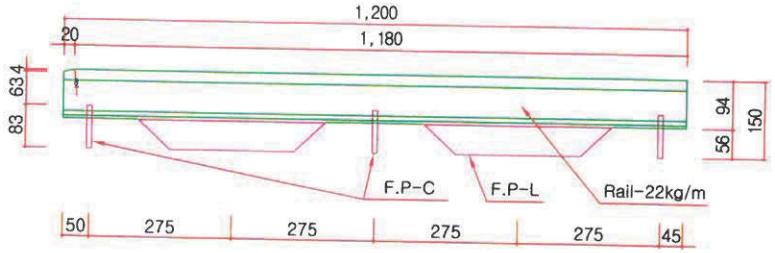
S = 1 : 10

압출시험용 가이드레일 조립도

단 면 도

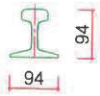


정 면 도

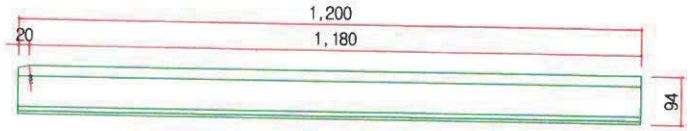


경량 레일(22kg/m)

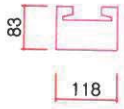
단 면 도



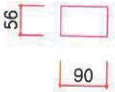
정 면 도



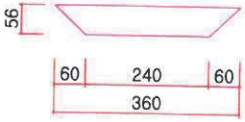
F.P-C
(sm400-12t)



F.P-C'
(sm400-12t)



F.P-L
(sm400-10t)



가이드레일 재료표

(레일외 철판은 SM400)

품 명	규 격	수 량	비 고
경량레일	22kg/m, L=1,200mm	26 ea	가설교량 구간
경량레일	22kg/m, L=12.00m	2 ea	제작대 구간
FP-C	T=12mm	78 ea	비 고
FP-C'	T=12mm	78 ea	비 고
FP-L	T=10~12mm	52 ea	비 고

*** note ***

1. 실물모형 본체 가이드레일은 26set.
2. 용접조립은 시험결과 확인 후 진행.
3. 가이드 레일은 경량레일 22kg/m 규격을 사용할것.
4. 레일 선단부 모따기(4*20)후 접선은 곡면으로 절삭.
5. F.P-C는 12t, F.P-L은 10t로 가공하나 수량이 적어 구분이 곤란한 경우, 20t로 일괄제작

사 업 명	발주기관	(주) 지비텍이엔씨	개정번호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	책임기술자	축 척	도 면 명	도면번호
600M 슬래브 압출 추진장치 개발사업	설계회사	(주) 지비텍이엔씨	①	2018.04.30	Knuckle & Rod end pin hole center (C.T.C=2,250)				1:10(A3)	가이드레일 제작상세도(실물모형 실험용)	3-GR-01
			②	-	Spherical bearing SB-130적용, hinge housing 재질 및 경함						
			③	-	hinge housing - SS400, 외형 확정						

압출슬래브 실물시험용 가이드레일 (F.P 성능시험시편)-변경

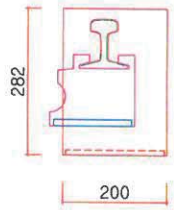
S = 1 : 10

접합시험용 가이드레일 조립도

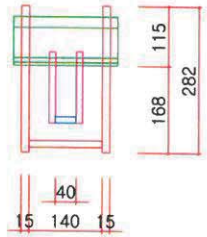
(A - type)

개량형 FP-C

단 면 도

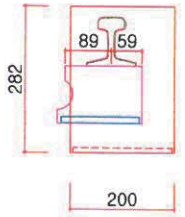


평 면 도

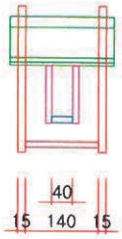


기본형 FP-C

단 면 도



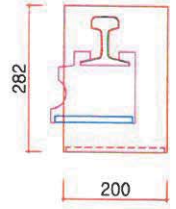
평 면 도



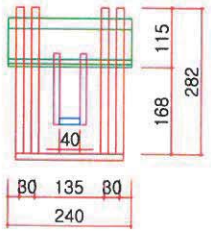
(B - type)

개량형 FP-C

단 면 도

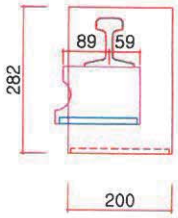


평 면 도

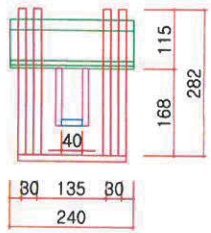


기본형 FP-C

단 면 도

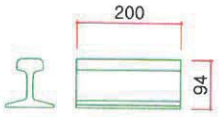


평 면 도



가공도

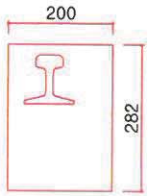
01-레일



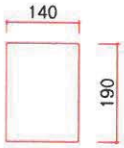
01'-레일



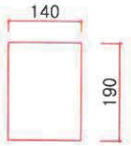
02-프레임-1



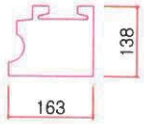
03-프레임-2



03'-프레임-2



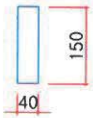
04-개량형 시편



05-기본형 시편



06-시편 보강재



시편 재료표

(레일외 철판은 SM400)

품 명	규 격	수 량	비 고
01-경량레일	22kg/m, L=200mm	2 ea	-
01'-경량레일	22kg/m, L=240mm	2 ea	-
02-프레임-1	T=15mm	12 ea	-
03-프레임-2	T=12mm	2 ea	-
03'-프레임-2	T=12mm	2 ea	-
04-개량형 시편	T=12mm	4 ea	-
05-기본형 시편	T=12mm	4 ea	-
06-시편 보강재	T=12mm	4 ea	-
07-환봉	D=60, L=110mm	1 ea	-

*** note ***

1. 시험용시편은 기본형과 개량형 각각 2set 제작
2. 02-프레임-1 부재는 정확히 정렬이 되도록 조립하여 재하시험시 정렬불량에 의한 비틀림 하중을 받지 않도록 할 것

사 업 명	발주기관	(주) 지비텍이엔씨	개정번호	날 짜	개 정 사 유	설계자	확인자	책임기술자	축 척	도 면 명	도면번호
600M 슬래브 압출 추진장치 개발사업	설계회사	(주) 지비텍이엔씨	⚠1	2018.04.30					1:10(A3)	가이드레일 제작상세도(F.P 성능시험용 시편)	3-GR-01
			⚠2	-							
			⚠3	-							

2. 압출슬래브 성능검증에 대한 개요와 결과

► 개요

1. 리프팅 거푸집 시스템

2. 지압응력 감쇄장비

3. 추진부 spreeder beam

4. 압출추진장치

5. 가이드레일접합

► 결과

1,2,3차년 압출슬래브 장비의 설계도에 의한 제작과 여러 시험을 수행하였고, 1차선 실시험시공을 한 결과 시험결과처럼 정상적으로 작동하였음.

○ 3차년도 성과점검기준표

구분	핵심성과 (level1)		단위성과 (level2)		최종 성과점검기준						해당 기관	예산 (백만원)	양적 성과목표
						질적 성과지표	목표치	측정 방법	검증 방법	가중치			
총괄	E	가이드레일의 설계 및 시공	E-1	가이드 레일&거더 접합 설계 도서 작성	①	설계도서	1개	작성수	보고서	20%	(주)효명이씨에스	36.16	특허 : 출원 1건 등록 1건 논문 : 1건 시제품 : 건 SW : 건
			E-2	가이드레일&거더 접합시험	②	전단강도 vs 미끌응력	150%	전단강도 시험	재하시험	20%	(주)브이텍아엔씨	121.12	
			E-3	가이드레일 접합 기술개발	③	관련기술특허출원	1건	출원건수	출원서	24%	(주)브이텍아엔씨	121.11	
	F	슬래브거더 합성기술 개발 및 검증	F-1	전단 접합 단면 설계 및 성능검증 실험	①	합성력	1.2	안전율	보고서	20%	(주)브이텍아엔씨	36.16	특허 : 출원 1건 등록 1건 논문 : 건 시제품 : 건 SW : 건
			F-2	그라우트 쌜링 성능검증	②	쌜링성능(누출율 구간비)	1%	누출율측정(연장)	실측	24%	(주)브이텍아엔씨	121.11	
			F-3	그라우트 쌜링 기술 개발	③	관련기술 특허출원	1건	출원건수	출원서	24%	(주)브이텍아엔씨	121.11	
	G	일체형 압출슬래브 성능검증 시험	G-1	압출슬래브 성능 검증실험	①	안정성 검증(현장)	1건	검증수	보고서	39%	(주)브이텍아엔씨	121.11	특허 : 출원 건 등록 건 논문 : 건 시제품 : 건 SW : 건
			G-2	신기술인증	②	신기술출원	1건	출원수	출원서	24%	(주)브이텍아엔씨	121.11	
계										20		799	특허 : 출원 2건 등록 1건 논문 : 1건 시제품 : 건 SW : 건

나. 3차년도 정량적 연구성과 목표 및 달성도

구분			목표	달성도(%)	비고
국외 논문 게재	SCI				
	비SCI				
	계				
국내 논문 게재	SCI				
	비SCI				
	계				
특허 출원	국내		1	50%	목표: 2건, 달성: 1건
	국외				
	계		1	50%	
특허 등록	국내		2	200%	목표: 1건, 달성: 2건
	국외				
	계		2	200%	
인력 양성	석사				
	박사				
	계				
기술 이전	계약 건수				
	계약액				
	징수액				
국제 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
국내 표준화	기고서 제출				
	기고서 채택				
	표준안 채택				
등록·기탁 대상 성과물	보고서 원문				
	연구시설 · 장비				
	기술요약정보				
	생명자원	생명정보			
		생물자원			
		신품종			
	소프트웨어				
	화학물				
기타	시제품				
	성과 홍보		1	100%	1차선 슬라브 압출실험시공
	일자리 창출				

[G 2] 성과점검기준표 및 증빙자료참조 : G-2

신기술지정신청서

(직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한
리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급
압출가설장치 및 시공기술 개발)

2018.

(신청인: ㈜지비텍이엔씨)
한영국제특허법률사무소

준 공 계

1. 계 약 명 : "직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발" 의 신기술지정신청서 작성
2. 계약년월일 : 2018년11월01일
3. 착수년월일 : 2018년11월01일
4. 준공년월일 : 2018년12월26일

상기와 같이 준공하였음을 신고합니다.

붙임 : 1. 신기술지정신청서

2018 . 12. 26

주 소 : 서울시 서초구 서초대로 356, 서초지웰타워

상 호 : 한영국제특허법률사무소

대표자 : 송 세 규 ㊞

㈜지비텍이엔씨 대표이사 귀하

원가계산서

2018.12

원 가 계 산 서

(명칭: 직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발)

(신청인:지비텍이엔씨)

2018. 12.

조사기관:(사)건설원가연구원

제 출 문

지비텍이엔씨 귀중

과 업 명 : 직선 및 곡선교량의 상부슬래브를 압출시공하기 위한 리프팅거푸집과 레일을 이용한 압출연장 600M급 압출가설장치 및 시공기술 개발에 대한 원가 계산 용역

조 사 기 간 : 2018년 12월 11일 ~ 2018년 12월 26일

과 업 수 행 기 관 : (사)건설원가연구원

귀 사로부터 의뢰 받은 "압축슬래브 신공법"에 대한 건설신기술 신청용 원가계산 보고서를 제출합니다.

2018. 12. 26.

사단법인 건설원가연구원 이사장 류 혜 선 (인)

책임연구원/공학박사 박 양 호 (인)

참여연구원/공학박사 강 현 욱 (인)

참여연구원 박 석 휘 (인)

제4장 목표달성도 및 관련분야 기여도

1. 연차별 목표 달성도

연차	연구목표	목표달성도
1차년도	▹ 압출가설용 상부슬래브의 최적단면 설계	- 슬래브 거더합성 전단부를 고려한 단면설계 - 단면 양단의 캔틸레버 구간의 안정 검토 - 캔틸레버 구간의 처짐을 고려한 보조장치의 제작 및 성능실험 - 설계도면 및 사양서 개발
	▹ 슬래브 제작용 리프팅 거푸집 설계 제작	- 제작장 가동에 필요한 총괄 운용시스템 설계 - 슬래브거푸집의 단순화(거더 n+1 cell) - 리프팅 거푸집 전체 개념 설계 - 리프팅 프레임 세부 설계 제작 - 리프팅 시스템 설계 및 제작 성능시험 - 전단부 터널거푸집의 설계 및 제작 가동시험
	▹ 슬래브 선단 선형유지 가이드 장비 개발 및 제작, 성능 시험	- 슬래브 선단의 수평응력 계산 - 가이드 장비의 봄의 그립과 거더의 응력변화에 대한 검토 - 슬래브 선단의 수평응력 계산슬래브 선단의 선형보정용 가이드 장비 개발 및 제작 성능시험
2차년도	▹ 슬래브 추진 지점부 지압응력 저감 장비 설계 제작	- 지압응력 계산(600m급) - 지압응력 감소 장비 설계제작 및 성능검증실험 - 추진잭 선단부 spreader beam 설계 제작 성능 검증 실험 (하중분산의 균일성) - 일부구간 실물모형 제작 및 하중재하 시험 - 시험용 거더 설계, 제작(지상, 소수주형교 형식, 곡선형, 일행선)
	▹ 압출추진장치 설계 제작	- 추진잭의 배치 수량 산정 및 소요 최대축력 결정 (최대 8ea, 320tonf) - 추진잭의 축력 및 Stroke를 고려한 설계, 제작 (F=350tonf, S=최소 1.0m 이상) - 추진잭의 성능 인증(한국표준과학연구원) - 추진잭의 이동 브라켓 설계 및 제작, 메인프레임 고정장치 지지력 검증 실험 - 추진잭의 추진 방향제어장치(Pan. Tilt)의 개발 및 제작 - 추진 축력의 균형유지 제어장비의 설계 및 제작 및 성능검증실험
3차년도	▹ 레일의 개발 및 설계, 시공 성능 검증 실험	- 가이드 레일과 슬래브의 마찰력 감소를 위한 소재 선정 및 제작시험 - 가이드레일의 마찰력 감소 및 슬래브의 가이드 홈의 원활한 활동을 위한 각 단부의 마감 형상 결정(라운드=>곡률, 테이퍼 타입=>각도) - 레일과 거더의 용접접합부 강도시험 및 필라 플레이트의 형상 디자인 및 강도시험 - 레일 배치시 선형위치의 정밀도 확보 및 시공성 향상을 위한 측정장비 선정과 시공기술 개발, 시공정밀도 검증
	▹ 슬래브와 거더의 합성 기술의 개발 및 시험	- 거더와 슬래브의 합성 전단부에 그라우팅 씰의 소재 선정 및 시험 - 그라우트재의 유동성 및 강도를 고려한 충진재의 선정 및 시공성 시험 (일부구간 실물모형-유동성, 강도, 작업성) - 그라우팅 시공기술의 개발 및 성능검증실험
	▹ 지상거더에서 실물모형 일행선으로 성능실험 (현장 설계반영시 현장시공으로 대체)	- 실물 모형으로 현장시공조건을 적용한 실시공 모델 - 시공중 발생된 문제점 리스트 및 개선책 연구 보완 - 시험중 제작되는 슬래브에는 강선삽입용 쉬스관 설치 방안 강구 - 시험이 완료된 일부 슬래브(3~5span)에 강선을 삽입. 최대 허용 추진축력까지 강선인장 재하 실험

2. 관련분야 기여도

○ 기술적 측면

▹ 상부슬래브 현장타설 공법 적용 시 철근콘크리트의 구성 재료들을 모두 각각 취급해야 하고 작업자가 교량하부 공간으로의 추락위험에 노출되고, 또한 프리캐스트 공법의 경우에도 교량 상부공에서의 작업을 피할 수 없기 때문에 항상 안정상에 문제가 되고 있음. 이에 반해, 상부슬래브 압출공법 적용 시에는 지상에 시공 재료및 장비 등이 집중되어 있기 때문에 상부 슬래브 위치에 투입되는 작업자와 재료 및 장비 등이 최소화 될 수있음. 이러한 점이 강거더의 압출 후에는 특히 장점이 되는데, 이는 같은 위치의 시공시설이 강거더와 콘크리트 상부슬래브에 모두 적용 될 수 있기 때문에 이동식 거푸집 및 크레인 등 고가의 장비수입을 배제하고 상부슬래브를 시공 할 수 있어 선진국의 기술에 의존하지 않고 독자적인 기술을 확보할 수 있음. 또한 공사용 가도와 같은 교량 하부 공간의 환경훼손을 최소화 하여 최근 녹색성장 트렌드에 부응 할 수 있는 기술이라 판단됨. 그렇게 개발된 각종 상세의 특허 및 설계/시공 기술은 해외 시장에서도 경쟁력 있는 기술이 될 수 있을 것으로 기대됨

▹ 상부슬래브의 현장타설 공법은 격자철근(Bar Lattice)으로부터의 프리캐스트 판의 탈락, 예기치 못한 프리캐스트 판의 가변형성, 수많은 이음매로부터의 시멘트 풀 유출, 프리캐스트 판의 다소 다른 색상 등의 이유로 고량의 경관미에 악영향을 끼칠 수 있음. 더욱이, 곡선 교량에 프리캐스트 판을 정치하기 어렵고 또한 주거의 현장이음으로 인해 고르지 못하게 됨. 이에 반해, 압출 상부슬래브는 고르고 일정한 면을 유지할 수 있고 헌치를 갖는 단면 형상과 둥근 모따기 등을 최소의 비용으로 반영 할 수 있음. 거푸집 면을 따라 샌드블라스팅, 고압물분사 세정(sandblasting, high pressure washing)등을 통해 표면마감은 쉽게 처리되고, 작은 거푸집 치수로인해 오목한 표면마감은 문양작업, 질감있는 시트작업(board-marking, engraved textures)등을 통하여 저렴하게 처리할 수 있음

▹ 교량 구조물의 노후화와 더불어 교통량의 증대와 차량하중의 대형화 등으로 인한 교량파손이 유지관리의 중요성을 인식시키고 있음. 도심지를 지나는 교량의 성능 개선은 고내구성을 갖는 압출슬래브의 개발을 통해 교량수명을 연장시키고 보수·보강시 차량우회 또는 교통체증으로 인한 간접비용 지출을 방지하고 우회도로 건설비용 등을 절감 할 수 있음. 또한 교량 하부 공간의 영향에 대한 제약이 없어 성능개선 및 신설공사의 경우 압출슬래브는 유력한 대안이 될 수 있다고 판단됨

○ 경제적 · 산업적 측면

▹ 교량의 노후화와 더불어 교통량의 증대, 차량하중의 대형화 등으로 인한 교량파손은 유지관리의 중요성을 더욱 부각시키고 있음. 이러한 추세에 비추어볼 때, 압출가설용 상부슬래브는 지상에서의 콘크리트 작업으로 고품질의 상부슬래브를 제작할 수 있기 때문에 교량수명 동안의 내구성을 증진시킬 수 있으며, 교량의 가설기간을 대폭 단축시킬 수 있어 교통난의 신속한 해소가 가능하므로 차량우회 또는 교통체증으로 인한 간접비용 지출을 방지하고 우회도로 건설비용 등을 절감할 수 있을 것임

▹ 또한, 압출 슬래브의 개념은 국내·외적으로 설계 및 시공 경험이 없는 이유로 기술의 인증작업과 지적재산권 확보를 통해 한정되어 있는 건설시장에서 수출이 가능한 기술 품목으로 발전할 수 있을 것임. 또한 IT, 기계 등 타 산업과의 융합된 기술을 창출함으로써 더욱더 큰 시장을 확보할 수 있을 것임. 또한 개발예정인 본 기술은 강합성 교량뿐만 아니라 콘크리트 빔교와 같은 기타형식의 교량에도 적용 가능할 것으로 판단되므로 경제·산업적 파급효과가 매우 클 것으로 예상됨

▹ 건설기술은 인류문명과 역사를 같이 해오고 있으며, 앞으로도 인류가 생존하는 동안 지속적으로 문명의 창조자 역할을 하게 될 것임. 다만, 현재 불확실한 것은 미래 문명의 모습을 정확히 예측하고 이에 대한 대응을 할 수 있느냐는 점임. 이는 지금 건설산업의 모습이 미래 건설산업으로 이어지지 않을 수도 있다는 반증일 수도 있음

○ 사회적 측면

▹ 슬래브의 압출시공 개념은 국내·외적으로 설계 및 시공 경험이 없는 이유로 기술의 인증작업과 지적재산권 확보를 통해 한정되어 있는 건설시장에서 수출이 가능한 기술 품목으로 발전할 수 있을 것임. 또한 IT, 기계 등 타 산업과의 융합된 기술을 창출함으로써 더욱더 큰 시장을 확보할 수 있을 것임. 또한 개발예정인 본 기술은 강합성 교량뿐만 아니라 콘크리트 빔교와 같은 기타형식의 교량에도 적용 가능할 것으로 판단되므로 경제·산업적 파급효과가 매우 클 것으로 예상됨. 정체되어 있는 건설기술에서 개발된 기술의 국내/외적 인증작업을 통해 건설기술 수입국이 아닌 수출국으로 나아갈 수 있고 동남아, 남미 등의 시장을 개척할 수 있는 우위를 점 할 수 있을 것임

제5장. 연구개발성과의 활용계획

1. 연구개발성과의 활용방안

▹시험 적용: 본 연구에서 개발되는 상부슬래브 압출가설공법에 대한 경험과 실적을 바탕으로, 본 참여기업(효명이씨에스)의 교량 설계프로젝트에 개발된 기술을 반영하고 주관기업(지비텍이엔씨)이 직접 시험시공 함으로써, 개발기술의 우수성(작업자의 안전성 확보, 경제적인 교량건설)을 확인할 예정임

▹기술보급 및 국내 교량건설에 반영 : 본 연구개발은 매우 독창적인 기술이면서도 강합성 교량의 설계 및 시공분야에 있어서 많은 장점을 가지고 있다. 따라서, 이에 대한 본 연구개발성과를 기술강습회 및 세미나를 통해 국내·외 교량 기술자들에게 보급하고 발주처에 본 연구결과의 우수성을 홍보하여 앞으로 건설될 교량 현장에 적극적으로 반영될 수 있도록 할 것임

▹국제특허 획득 및 기술수출 : 상부슬래브의 압출가설공법이 가지는 수많은 장점에도 불구하고 이에 대한 연구는 국내뿐만 아니라 전 세계적으로도 아직 초기 단계에 있으며, 따라서 본 연구개발 성과물을 조속히 사업화 한다면 강합성교량의 설계 및 시공분야에서 세계적인 기술 선도가 가능함

▹타 분야와의 융합 : 압출슬래브의 개념은 현재까지 국내·외적으로 설계 및 시공 경험이 많지 않기 때문에, 개발기술의 인증작업과 지적재산권 확보를 통하여 국내뿐만 아니라 국외수출이 가능한 기술 품목으로 확대시킬 것임. 또한, IT, 기계 등 타 산업과의 융합된 기술을 창출함으로써 새로운 시장을 개척할 것이며, 본 기술은강합성교량 뿐만 아니라 콘크리트 빔교와 같은 기타형식의 교량에도 적용 가능할 것으로 판단되므로 후속연구에도 큰 기여를 할 것임

2. 사업화 계획

2-1. 생산 계획

구분		(2020 년) 개발 종료 후 1년	(2021 년) 개발 종료 후 2년	(2022 년) 개발 종료 후 3년
국내	시장점유율(%)	14.61	15.33	16.11
	판매량(단위:)	100,038	104,968	110,309
	판매 단가(원)	200,000	200,000	200,000
	국내 매출액(백만원)	20,000	21,000	22,050
해외	시장점유율(%)			
	판매량(단위:)			
	판매 단가(달러)			
	해외 매출액(백만달러)			
당사 생산 능력[1]		102,709m^2	109,556m^2	116,403m^2

2-2. 투자 계획

(단위: 백만원)

항목		(2020 년) 개발 종료 후 1년	(2021 년) 개발 종료 후 2년	(2022 년) 개발 종료 후 3년
매출원가		20,000	21,000	22,050
판매관리비		2,000	2,100	2,205
자본적 지출	토지	100	100	100
	건물/구축물	300	300	300
	기계 장치 등	15,600	16,400	17,440
자본적 지출 합계		16,000	16,800	17,640

2-3. 사업화 전략

① 사업화 과정에서 문제점 :

◦연구개발완료후 ㈜지비텍이앤씨는 기본설계 3개과업, 실시설계 1개과업, 제안설계 1개과업 등 총 20여개 과업에 참여하였으나, 영업, 설계, 시공, 홍보 등의 측면에서 많은 문제점에 직면하였음

◦ 개발기술에 대한 사업화과정에서 발견된 문제점을 요약하면 다음과 같음 :

▹설계측면 :

- 개발상품 결함내포 ⇒ 설계시스템 구축 필요
- 상품제조(성과품 작성 등)에 Man·onth 과다 ⇒ 설계자동화 필요
- 회사의 개발기술 지원인원 부담 ⇒ 개발기술 전담팀 필요

▹영업측면 :

- 특허공법이며, 적용실적 전무 ⇒ 구매자(발주처)의 구매 기피
- 자체반영 및 홍보노력 미흡 ⇒ 전사 차원의 홍보노력 요구

② 연구개발 및 사업화 추진 전략

◦ 개발기술에 대한 사업화과정에서 발견된 문제점에 대하여, 본 기술사업화 과제를 수행하면서 계획하고 있는 사업화를 위한 문제점 해결방안을 요약하면 다음과 같음 :

▹설계측면 :

- 설계시스템 구축 ⇒ 상품제조(성과품작성) 과정에서 결함 제거 및 설계시스템 구축
- 설계자동화 실현 ⇒ 구축된 설계시스템을 전문업체에 의뢰, 설계자동화 실현
- 전담팀 구축 ⇒ 향후 수주/매출 계획에 따라 전담팀 구축

▹영업측면 :

- 구매자(발주처) 구매 기피 ⇒ 향후 수주교량에 대한 적용실적 발생으로 어느 정도 해소 가능
- 설계 자체반영 ⇒ 기본/실시설계시 비교대안, 발주처/시공사에 적극 홍보

▹시공측면 :

- 시공/설계 업체간의 협업 ⇒ 설계/기술영업: ㈜효명이씨에스, 시공/기술영업: ㈜지비텍이엔씨
- 시공분야 확대 ⇒ 사업영역 확장

▹홍보측면 : (마켓팅 전략)

- 구매자(발주처)에 적극 홍보 ⇒ 수주영업/영업임원 지원 → 구매자의 구매의욕 고취
- 홍보자료 제작 ⇒ 홍보용 카다로그 및 모형제작
- 강교전문업체와 전략적 제휴 ⇒ 강교전문업체: 강재수요↑ - ㈜지비텍이엔씨: 시공실적확보

타겟시장: 국토교통부, LH공사, 도로공사, 철도공사, 각 시군발주 및 건설사민자사업 등
홍보방안: 발주처별 기술 설명회, 기술전시회 및 박람회 참석예정

③ 연도별 판매 전략

◦ 국토교통부 2018 도로교량 및 터널현황조서를 참조하면, 상부슬래브의 압출시공이 경제성을 갖게 되는 교량 연장이100m 이상인 교량의 상부슬래브 면적은 연평균 약 1,012,349m2 정도가 신설되고 있음

◦ 상부슬래브의 일반공사비(현장타설)인 200,000원/m2을 적용하면 강합성교량의 상부슬래브 공사비는 연평균 약 2,024억원 정도이며, 상기 시장규모의 약 10% 정도를 점유할 경우, 총매출 예상액은 약 200억원 정도로 예상됨

◦ 본 사업화과제 수행완료년(2020년)의 총매출 예상액을 200억원으로 예상하고, 년간 5% 정도의 매출액 증가를 예상하여 아래와 같이 연도별 판매계획을 수립하였음 (해외진출에 대해서는 향후 별도 검토할 예정임)

(단위 : 백만원)

연도별		2020년	2021년	2022년	2023년	2024년
압출슬래브	국내	20,000	21,000	22,050	23,150	24,300
	해외	-	-	-	-	-
합계		20,000	21,000	22,050	23,150	24,300

▹국토교통부 2018 도로교량 및 터널 현황 조서를 참조하여, 상부슬래브 압출시공이 경제성을 갖는 교량연장 100m 이상인 상부슬래브 면적은 연평균 약 1,012,349m2 정도임

< 표 1. 연도별 상부슬래브 신설면적>

(단위:m^2)

연도	PSC I형교	PSC상자형교	강I형교	강상자형교	강판형교	총합계
2014	284,600	12,722		313,169		610,490
2015	476,025	140,583	13,006	417,839	14,920	1,062,372
2016	579,698	179,464	8,925	308,985	18,613	1,095,685
2017	855,976	119,848		292,765	12,261	1,280,849
연평균	549,074	113,154	5,483	333,190	11,448	1,012,349

※출처: 국토교통부 도로 교량 및 터널 현황 정보시스템 2018 현황조서

2-4. 사업화 모형 제시

가. 사업화 모형 수립(BM) 배경

1) 시험 적용

▹본 과제의 참여기업인 (주)지비텍이엔씨와 (주)효명이씨에스는 그동안 다양한 교량설계 및 시공을 통해 풍부한 경험을 축적해 왔다. 따라서, 축적된 풍부한 경험과 실적을 바탕으로 본 과제의 종료 후 참여기업의 교량 설계프로젝트에 개발된 기술을 반영하고 시험시공 함으로써 기술의 우수성을 확인할 예정임

2) 기술보급 및 국내 교량건설에 반영

▹본 연구개발은 매우 독창적인 기술이면서도 강합성 교량의 설계 및 시공분야에 있어서 많은 장점을 가지고 있음. 이에 대한 연구성과를 기술강습회 및 세미나를 통해 국내·외 교량 기술자들에게 보급하고 발주처에 본 연구결과의 우수성을 알린다면, 본 기술은 앞으로 건설될 교량 현장에 적극적으로 반영될 수 있을 것임

3) 국제특허 획득 및 기술수출

▹상부슬래브의 압출가설 시스템이 가지는 수많은 장점에도 불구하고 이에 대한 연구는 매우 미미한 상태이며, 따라서 신속한 연구개발이 이루어진다면 상부슬래브의 압출가설을 위한 장비제작 및 시공기술과 관련하여 국제특허를 획득하고 이를 통한 기술수출이 충분히 가능할 것으로 판단됨

4) 타 분야와의 융합

▹슬래브의 압출시공 개념은 국내·외적으로 설계 및 시공 경험이 없는 이유로 기술의 인증작업과 지적재산권 확보를 통해 한정되어 있는 건설시장에서 수출이 가능한 기술 품목으로 발전할 수 있을 것이다. 또한 IT, 기계 등 타 산업과의 융합된 기술을 창출함으로써 더욱더 큰 시장을 확보할 수 있을 것이다. 또한 개발예정인 본 기술은 강합성 교량뿐만 아니라 콘크리트 빔교와 같은 기타형식의 교량에도 적용가능할 것으로 판단되므로 파급효과가 클 것으로 예상된다.

나. 사업화 모형의 목표 및 핵심 경쟁 요인

1) 사업화 모형의 목표

▹본 개발기술은 건설기술혁신사업(2009~2012)'강합성 교량의 압출가설용 상부슬래브 개발'의 연구를 통해 개발되었음. 본 사업화를 추진하고 있는 ㈜효명이씨에스는 당시 연구과제의 공동연구기관으로서 역할을 수행하였으며, ㈜지비텍이엔씨는 ㈜효명이씨에스와 기술실시계약을 체결(2018~2021)하고 당시의 연구성과를 바탕으로 사업화를 추진하였음

▹하지만, 당시의 연구성과는 직선교로 한정된 것으로서, 강합성교량이 주로 곡선교에 적용되고 있는 국내현실상 현장적용에는 많은 확인되지 않은 문제점을 내포하고 있었으며, 발주처에서의 신규기술에 대한 기피현상도 체험하였음. 결과적으로 3년간의 사업화기간동안 현장적용에는 실패하였지만, 당시의 연구성과는 본 개발기술의 우수성을 확인시켜 주는 계기도 되었음

▹본 사업화과제를 통하여, 본 연구진이 실제 사업화과정에서 발생한 문제점을 해결한다면 반드시 사업화에 성공할 수 있을 것으로 확신하며, 본 사업화기술이 성공할 수 밖에 없는 이유는 아래와 같이 정리될 수 있음

- 첫째, 본 개발기술인 상부슬래브 압출가설 공법은 기존 시공방법의 안전성 문제를 해결하면서 경제적이고 시공에 유리한 신개념의 상부슬래브 시공방법이며, 기존 시공방법의 단점을 보완할 수 있는 최적의 대안이며, 따라서 본 개발기술의 사업화를 통하여 강합성교량의 설계 및 시공분야의 세계적인 기술 선도 가능함
- 둘째, 기존의 상부슬래브 시공은 고교각에 설치된 강거더 위에서 작업이 이루어지므로 작업인원이 교량하부로 추락하는 사고가 빈번히 발생하고 있으나, 본 사업화 기술인 상부슬래브의 압출가설공법은 지상인 교대후방에서 재료 및 장비 등이 운용되기 때문에 상부슬래브 시공상의 안전성 문제를 해결할 수 있음
- 셋째, 상부슬래브의 압출가설공법은 콘크리트 양생이나 기상조건 등의 영향을 받지 않으므로 공기단축이 가능하고 총공사비, 구조성능, 내구성, 경관 등의 측면을 크게 향상시킬 수 있으므로, 경제적이고 시공에 유리한 강합성교량 건설의 강력한 대안이 될 수 있음

2) 핵심 경쟁 요인

▹교량 연장의 변화에 따른 상부슬래브의 형식별 공사비를 비교하면 다음 표와 같음. 교대후방 압출슬래브 작업장설치 비용은 교량연장 230m에 대해 산정된 결과를 활용하여 산정하였으며, 현장타설바닥판의 기준단가 20만원/m2 대비 동바리 미설치에 따른 감소비용과 레일설치 및 작업장설치에 따른 추가비용 등을 고려하여압출슬래브(터널형)의 공사비를 산정하였음. 이때 현장타설바닥판 및 프리캐스트 바닥판의 기준공사비는 신기술지정 제405호(대우건설,2014)의 자료를 활용함

<상부슬래브 시공방법에 따른 공사비 비교분석> (단위 : 천원)

연장 (m) (B=12.455M)	공통공종 (거푸집/동바리제외)	현장타설		압출시공(터널형)		공사비 감소율
		거푸집 및 동바리	상부슬래브 총 공사비	압출시스템 (분절 10m)	상부슬래브 총 공사비	
100	193,323	99,828	293,151	119,460	312,783	7%
200	386,646	199,658	586,304	120,786	507,432	-13%
230	444,643	229,607	674,250	123,412	568,055	-16%
400	773,293	399,317	1,172,610	126,064	899,357	-23%
600	1,159,939	598,975	1,758,914	133,146	1,293,085	-26%
800	1,546,587	798,634	2,345,221	138,310	1,684,897	-28%
1000	1,933,233	998,293	2,931,526	150,743	2,083,976	-29%

▹본 사업화기술과 경쟁관계에 있는 현장타설 콘크리트 바닥판은 거푸집 작업, 철근배근, 안전망 설치 등에 많은 인력과 시간이 필요하며, 균열 및 피로현상이 발생되는 등 내구성이 다소 낮은 것으로 지적되고 있음. 내구성 및 공사기간의 단점을 보완하기 위한 공법으로 프리캐스트 바닥판이 개발되었는데, 이 또한 다수의 시공이음을 위한 종방향 텐던이 요구되고, 이동을 위한 분절크기의 제한이 따름

▹이에 대하여 본 사업화기술인 슬래브 압출공법은 교대 배면에 확보된 작업장에서 일정하게 제작되어 프리캐스트 바닥판과 같은 내구성을 지니게 되고, 거푸집 및 철근배근 등 각종 작업에 소요되는 시간이 감소되어 공기단축이 가능함. 다음 표는 기존 바닥판과의 슬래브 압출공법을 종합적으로 평가한 것임

제6장. 연구 과정에서 수집한 해외 과학기술 정보

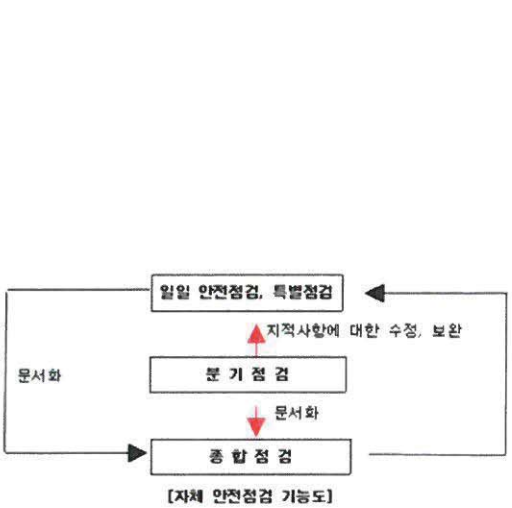
제7장. 연구개발성과의 보안등급

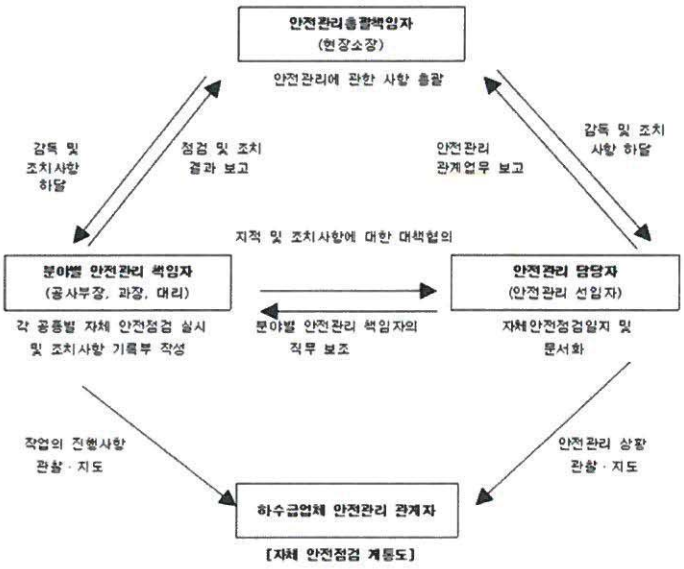
보안등급 분류	보안	일반
		○
결정 사유	「국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정」 제24조의4에 따른 보안과제 분류의 각 호에 해당하지 아니함.	

제8장. 국가 과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설 및 장비현황

제9장. 연구개발과제 수행에 따른 연구실등의 안전조치 이행실적

가. 연구실 안전조치 이행계획





나. 유전자변형생물체(LMO) 연구시설 및 수입 신고 현황(해당 시 작성)

(해당사항 없음)

제10장. 연구개발과제의 대표적 연구 실적

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록				기여율
			출원인	출원일	출원번호	등록번호*	등록인	등록일	등록번호	등록번호*	
1	슬레이브 실린더를 이용하여 균형을 유지하는 유압식 시스템거푸집의 리프팅 장치 및 그 제어 방법	대한민국	(주)지비텍이엔씨	2016.09.29	10-2016-0125565		(주)지비텍이엔씨	2018.06.11	10-1875578		100
2	구조물의 미세이동 감지 및 이를 이용한 구조물 시공방법	대한민국	(주)지비텍이엔씨	2016.07.20	10-2016-0091970		(주)지비텍이엔씨	2017.03.29	10-1723126		100
3	구조물의 추진을 위한 선단선형 유지 장치 및 그 제어 방법	대한민국	(주)지비텍이엔씨	2016.11.09	10-2016-0148890		(주)지비텍이엔씨	2018.11.06	10-1917804		100
4	지압응력을 분산시키기 위한 스프레더 빔 안정장치 및 이를 이용한 구조물의 압출방법	대한민국	(주)지비텍이엔씨	2017.05.25	10-2017-0064559		(주)지비텍이엔씨	2017.10.25	10-1791949		100
5	유압추진잭의 지압응력 조정식 스프레더 빔 어셈블리를 구비한 압출가설장치 및 그 방법	대한민국	(주)지비텍이엔씨	2017.05.26	10-2017-0065004		(주)지비텍이엔씨	2019.01.14	10-1940040		100
6	슬래브 압출 시공시 그라우트 실링재를 이용한 슬래브-강재거더 전단연결부 합성방법	대한민국	(주)지비텍이엔씨	2018.12.10	10-2018-0157959						

제11장. 기타사항

제12장. 참고 문헌

1) 대우건설,한국도로공사,서울대학교, "프리캐스트 콘크리트교량 바닥판의 개발 및 실용화", 96연구개발사업 최종보고서, 건설교통부, 한국건설기술연구원, 2000.

2) 한상윤, 이만섭, 이승록, 강영종, "프리캐스트 바닥판의 전단포켓 형상에 관한 해석 연구",대한토목학회 논문집 Vol.26, No.5A, 2006, pp.817~822.

3) 정철헌, 현병학, "프리캐스트 바닥판 PSC 합성거더 교량의 거동", 대한토목학회 논문집 Vol.26, No.5A, 2006, pp.873~880.

4) 현병학, 정철헌, 전귀현, 박세진, "프리캐스트 바닥판을 갖는 PSC 합성보의 정적거동", 대한토목학회 논문집 Vol.25, No.5A, 2005, pp.837~845.

5) 정철헌, 심창수, 김인규, 박세진, "프리캐스트 바닥판과 PSC 거더의 부착강도 평가", 대한토목학회 논문집Vol.24, No.6A, 2004, pp.1183~1191.

6) 현병학, 정철헌, 심창수, 마향욱, "프리캐스트 바닥판과 PSC 거더 전단연결부의 수평 전단설계", 대한토목학회 논문집Vol.25, No.2A, 2005, pp.327~335.

7) 정철헌, 류형근, 정운용, 김인규, "프리스트레스를 도입한 프리캐스트 콘크리트 교량바닥판의 펀칭전단강도", 한국콘크리트학회 논문집 Vol.14, No.5, pp.653~659.

8) 정철헌, 김영진, 장성욱, 김철영, 심창수, "프리스트레스를 도입한 프리캐스트콘크리트 교량 바닥판의 연결부에 관한 피로실험", 한국콘크리트학회 논문집Vol.10, No.5, 1998, pp.159~165.

9) 정철헌, 현병학, "프리캐스트 바닥판 PSC 합성거더 교량의 연속화", 대한토목학회 논문집 Vol.27, No.4A, 2007, pp.561~568.

10) 심창수, 이필구, 장성욱, 장승필, "프리캐스트 콘크리트 바닥판을 갖는 강-콘크리트 합성보의 정적 및 피로 거동", 1999, 대한토목학회 논문집 Vol.19, No.I3,pp.417~425.

11) 정철헌, 심창수, 김영진, 장승필, "합성형교량 바닥판의 종방향 거동", 대한토목학회 논문집 Vol.19, No.I4, 1999, pp.495~504.

12) 장승필, 심창수, 최규용, 정철헌, "프리캐스트 교량바닥판의 종방향 프리스트레스 손실량",대한토목학회 논문집 Vol.19, No.I6, 1999, pp.917~927.

13) 정철헌, 김영진, 김성운, 박칠림, "프리스트레스를 도입한 프리캐스트 콘크리트 교량바닥판 연결부에 관한 정적실험", 한국콘크리트학회 논문집 Vol.10, No.2, 1998, pp.109~117.

14) 張丞弼, 沈昌洙, 尹錫九, "疲勞荷重을 받는 합성보의 휨剛性감소에 관한 實驗的 硏究", 대한토목학회 논문집 Vol.16, No.I4, 1996, pp.445~454.

15) 이필구, 심창수, 장승필, 정철헌, "프리캐스트 바닥판을 갖는 연속합성보의 실험",대한토목학회 논문집 Vol.21, No.5A, 2001, pp.583~592.

16) 류형근, 박기남, 심창수, 장승필, “프리캐스트 바닥판 강합성 박스거더 연속교의 부모멘트부 거동”, 대한토목학회 논문집Vol.22, No.4A, 2002, pp.805~814.

17) 류형근, 장승필, 심창수, “프리캐스트 바닥판 강합성 박스거더 연속교의 극한강도 평가”, 대한토목학회 논문집Vol.23, No.2A, 2003, pp.355~362.

18) 정철헌, 심창수, 윤석구, 박기남, “프리캐스트 바닥판의 연속교 적용에 관한연구”,대한토목학회 논문집Vol.22, No.4A, 2002, pp.751~760.

19) 윤석구, 심창수, 정철헌, 장승필, “프리캐스트 교량바닥판에 대한 종방향 프리스트레싱력의 산정 방법”, 대한토목학회 논문집Vol.18, No.I6, 1998, pp.799~810.

20) Z.P. Bazant, D.J. Carreira, and A. Walser, "Creep and Shinkage in Reactor Containment Shells," Proceedings of ASCE, Vol. 101, No. ST10, 1975, pp.2117~2131.

21) F.H. Wittmann, and P.E. Roelfastra, "Total Deformation of Loaded Drying Concrete," Cement and Concret Reasearch, Vol. 10, 1980, pp.601~610.

22) Z.P. Bazant, and Y. Xi, "Drying Creep of Concrete: Constitutive Model and New Experiments Separating its Mechanisms," Materials and Structures, Vol. 27, No. 1, 1994. pp.3~14.

23) Z.P. Bazant, and W.J. Raftshol, " Effect of Cracking in Drying and Shrinkage Specimens," Cement and Concrete Research, Vol. 12, 1982, pp. 209~226.

24) American Association of State and Highway Transportation Officials (1996), “Standard Specifications for Highway Bridges”, 16th Ed., Washington, D.C.

25) American Association of State and Highway Transportation Officials (2007), “AASHTO LRFD Bridge Design Specifications”, 4th Ed., Washington, D.C.

26) M. (2002) Bridge launching, Thomas Telford Ltd., London.

주 의

1. 이 최종보고서는 국토해양부에서 시행한 국토교통기술사업화 지원사업의 연구보고서입니다.

2. 이 최종보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 사업의 연구개발성과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 됩니다.