보안 과제( ), 일반 과제(○) / 공개(○), 비공개( )발간등록번호()
국토교통기술사업화지원사업 제2차년도 최종보고서

R&D / 19TBIP-C144242-02

조립식 옹벽 (매트릭스옹벽®) 및 그 조립방법 최종보고서

2020.05.08.

주관연구기관 / 청원엔지니어링(주)
협동연구기관 /

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

‘조립식옹벽(매트릭스옹벽®) 및 그 조립방법’(연구개발 기간 : 2018. 04. 01. ~ 2019. 12. 31.) 과제의 최종보고서를제출합니다.

2020. 05. 08.

주관연구기관명 : 청원엔지니어링(주) 문 병 옥 (인)
협동연구기관명 : (대표자) (인)
참여기관명 : (대표자) (인)

주관연구기관책임자: 엄 문 영 (인)
협동연구기관책임자:
참여기관책임자:

국토교통부소관 연구개발사업 운영규정 제29조에 따라 최종보고서 열람에 동의합니다.

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제 고유 번호</td><td>19TBIP-C144242-02</td><td>해당 단계
연구 기간</td><td colspan="2">2019.01.01. ~
2019.12.31</td><td>단계구분</td><td>2단계/
2단계</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구사업명</td><td>중사업명</td><td colspan="5">국토교통기술사업화 지원사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="5">국토교통안전기술사업화 분야</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구과제명</td><td>대과제명</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="5">조립식 옹벽(매트릭스옹벽ⓡ) 및 그조립방법</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연구책임자</td><td rowspan="2">엄 문 영</td><td>해당단계
참여연구원 수</td><td>총: 4 명
내부: 4 명
외부: 명</td><td>해당단계
연구비</td><td>정부:120,000천원
민간: 80,000천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계: 200,000천원</td></tr>
<tr><td>총 연구기간
참여연구원 수</td><td>총: 4 명
내부: 4 명
외부: 명</td><td>총 연구비</td><td>정부:209,000천원
민간:139,400천원
정부외: 천원
상대국: 천원
계: 348,400천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소속 부서명</td><td colspan="3">청원엔지니어링(주)</td><td colspan="2">참여기업명 없음</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명:</td><td colspan="2">상대국 연구기관명:</td></tr>
<tr><td>위탁연구</td><td colspan="3">연구기관명:</td><td colspan="2">연구책임자:</td></tr>
<tr><td colspan="6">※ 국내·외의 기술개발 현황은 연구개발계획서에 기재한 내용으로 갈음</td></tr>
<tr><td>연구개발성과의
보안등급 및
사유</td><td colspan="6"></td></tr>
</table>

9대 성과 등록·기탁번호

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약 정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
등록·기탁 번호											

국가과학기술종합정보시스템에 등록한 연구시설·장비 현황

구입기관	연구시설·장비명	규격(모델명)	수량	구입연월일	구입가격(천원)	구입처(전화)	비고(설치장소)	NTIS 등록번호

요약 : 조립식 옹벽을 개발하여
-지진 1등급에 견디는 조립식 내진옹벽의 완성
-침수지역에 긴급 피해 복구 및 재난방지를 위한 속도가 빠른 조립식 내진 옹벽의 개발
-지식 재산권 확보(특허등록, 신기술신청)
-기존의 옹벽 시공 방법의 다양화에 기여하였음

보고서 면수

요약문

연구의 목적 및 내용	- 간편하고 정밀한 시공을 위한 판넬의 경량화와 연결부의 개량 및 순환골재의 활용 판넬의 두께를 줄이거나 경량 콘크리트를 활용하여 제작하는 등 여러 가지 방법을 활용하여 판넬의 무게를 줄여서 시공을 편리하게하고, 볼트너트로 되어있는 판넬의 연결부를 가능한 여러 가지 방법으로 개선하여 시공을 간소화하여 속도를 높이고 공사비를 절감한다. - 지식 재산권 확보를 위한 기술의 축적 매트릭스 옹벽을 지진시, 평시 홍수시등 여러 가지 상황에 대한 모형실험 및 연구를 실시하여 논리적인 검증 및 기술을 축적하고 신기술 취득에 필요한 자료의 정리 및 완성
연구개발성과	-지진 1등급에 견디는 새로운 개념의 내진 옹벽 시공 및 설계 기술의 개발 판넬의 제작에 순환골재를 사용하여 환경을 보호하고 제작비를 절감 경량 콘크리트 활용등 판넬을 경량화하여 시공속도를 높이고 공사비를 절감 지식 재산권 확보(특허등록, 신기술신청) 침수 지역에서 급속 시공을 위한 옹벽으로 재난 재해에 대응하여 긴급복구 가능하므로 도로 철도등이 수해로 유실 될 경우 경제적인 손실의 최소화 기존의 옹벽 시공 방법의 다양화에 기여 조립식으로 높은 옹벽이 가능해짐에 따라 도로 및 철도의 계획을 다양하게 할 수 있으므로 전체 공사비를 절감 옹벽이 조립식이므로 시공속도가 향상되어 급속 시공이 가능하므로 급속시공 복구를 요하는 공사에 반영시 복구비 절감 조립식 옹벽으로 기존 기술로는 불가능한 곳에 옹벽의 시공이 가능하여 건설 계획을 다양하게 할 수 있으므로 공사비 절감에 기여 조립식 옹벽으로 동절기에도 시공 가능하므로 건설노동자에게 겨울에도 경제 활동의 기회 제공 조립식 옹벽으로 하천변에 시공이 가능하므로 시공속도의 향상 및 공사비 절감
연구개발성과의 활용계획 (기대효과)	1) 활용계획 지진시 발생할 수 있는 옹벽의 붕괴가 우려되는 곳에 보강토 옹벽의 대체 옹벽으로 계획 및 설계 각종 도로, 철도, 항만, 도시계획, 하천변등에 필요한 옹벽을 기존의 방법 이외에 추가하여 새로운 형태인 조립식 옹벽으로도 계획 할 수 있으므로 옹벽 선택의 기회가 다양하고 경제적인 방법으로 시공 가능하므로 적극적으로 정부 및 지방자치단체, 민간에 홍보하여 적극적으로 설계 및 시공에 반영을 하도록 유도 2) 기대효과 조립식 옹벽으로 높은 옹벽이 가능하여 도로 및 철도 기타 구조물의 계획을 현장의 현황에 맞게 시공 가능 하므로 국가 예산의 절감 효과 지진시 탈락이 발생하는 보강토 옹벽을 조립식옹벽으로 대체하여 붕괴의 불안으로부터 해방

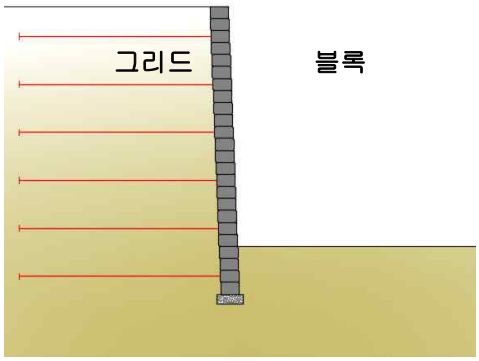
국문핵심어 (5개 이내)	조립식옹벽	보강토옹벽	매트릭스옹벽®	순환골재	부벽

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구개발 목적

(1) 보강토 옹벽의 문제점

기술적으로 어려운 옹벽임에도 불구하고 난이도를 감안하지 않고 현장에서 쉽게 시공된다. 뒷채움재가 흙으로 전단력에 약하므로 옹벽 배면 그리드로 침투수가 있는 경우 쉽게 붕괴되며 흙의 입도분포를 맞추어 사용해야 하므로 현장 유용토를 그대로 사용할 수 없는 경우가 종종 있고 이는 공사비 증가의 요인이 된다. 또한 그리드를 시방규정에 맞게 사용하여야 하나 종종 부적합한 재료를 사용하는 경우가 있지만 발견이 어렵고 시공 후 붕괴의 징후가 없어 대형사고가 빈번히 발생한다.

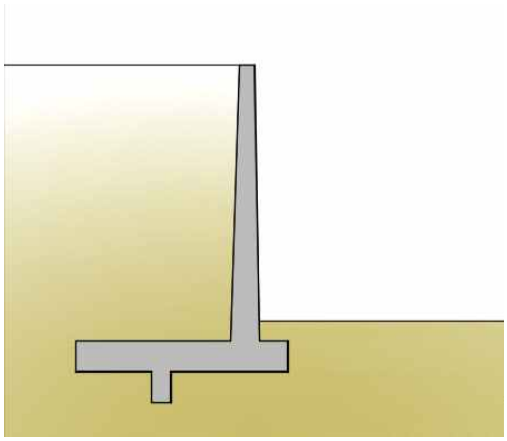




보강토옹벽

(2) 철근 콘크리트 옹벽의 문제점

시공기간이 길며 동절기 시공이 어려우며 한번 시공하면 변경하기 곤란하다.
또한, 공사비가 비싸고 시공 중에 안전사고 발생이 빈번하며 시공 완료 후 거푸집, 동바리 등 처리를 위한 현장 폐기물이 많이 발생한다.





철근콘크리트옹벽

(3) 매트릭스옹벽 개발의 목적

전술한대로 보강토 옹벽은 배면에서 침투하는 물에 의해서 쉽게 붕괴되거나 침하가 발생하고, 철근콘크리트 옹벽은 시공기간이 길고 동절기에 시공이 어려우며 높이에 제약을 받는 등의 여러 단점이 있다. 이러한 단점을 해결하기 위해서 매트릭스옹벽을 개발하였다.

(가) 조립식옹벽 즉, 매트릭스옹벽(MATRIX WALL®)이란?

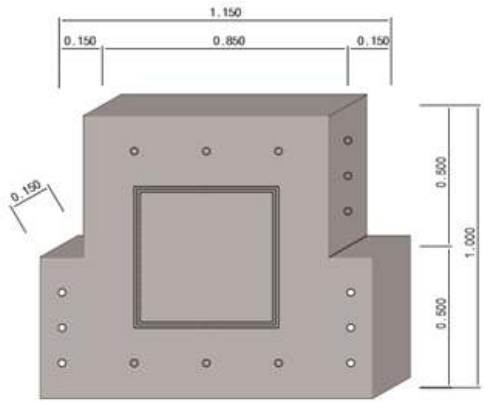
그림과 같은 형태의 프리캐스트 콘크리트 판넬을 “ㄷ”자형 또는 “ㅁ”자형으로 조립 연결하여 필요한 높이까지 시공, 완성하는 옹벽 형식을 말한다.

(나) 매트릭스옹벽®의 특징

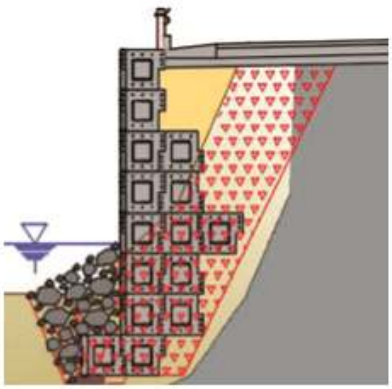
- 부벽식 옹벽의 대안으로 프리캐스트 블록의 자중 및 부벽과 뒷채움재의 마찰 저항력을 효과적으로 이용하여 토압에 저항.
- 조립된 전면벽, 부벽, 뒷채움 토사의 일체거동으로 지진 시 안전성 향상 (내진옹벽).
- 고강도 콘크리트 사용 (30 MPa 이상)하며 현장여건에 따라 부벽길이를 조정하여 다양한 형태로 옹벽 시공 가능.
- 다양한 패턴 및 색채 구현 가능.

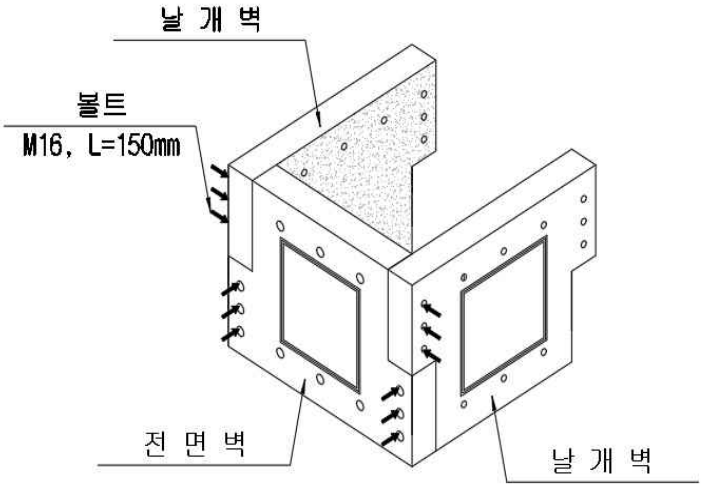
(다) 매트릭스 옹벽® 기술의 우수성 및 차별성

- 저판이 없으며 사면에 맞추어 기초시공하므로 암 절토량을 줄이고 용지면적을 최소로 할 수 있다. (0.5 h 미만)
- 프리캐스트 부재로 시공이 간편하여 공기단축 및 공사비 절감할 수 있으며 높이에 제한 없음.
- 동절기 및 하천부 시공에 적합하고 현장여건에 따라 부벽길이 조정으로 토공량이 적음.
- 뒷채움재의 제한이 없으며, 암버럭 등의 사용가능하며 옹벽공사 완료 후 추후 공사 시 옹벽을 해체하여 재사용이 용이.



프리캐스트 블록


완성 단면



(라) 매트릭스옹벽® 기술의 혁신성

- 매트릭스옹벽® 은 특허제품으로 같은 모양의 벽체를 기계적으로 결합하여 전면벽과 부벽을 형성하고 반복적으로 전면벽과 부벽을 결합하여 적층 시공하여 옹벽의 구조체를 완성한다.

- 매트릭스옹벽®은 기초가 없는 부벽식 옹벽으로 미국의 THE NEEL COMPANY의 T-WALL®이라는 Retaining Wall System이 있으며, 국내에는 우리 실정에 맞도록 적절히 변형시켜서 특허(제 10-1213589)를 보유하고 있는 청원엔지니어링(주) 이외에는 비슷한 제품이 없다.
점점 열악해지는 공사현장의 여건으로 인하여 고성토, 고절토 구간이 증가하면서 높은 옹벽의 필요성도 커질 것으로 판단되며, 보강토 옹벽 등, 기존의 기술로는 시공이 불가능하다고 여겨지는 높은 옹벽의 안정, 지진에 대한 안전, 하천변에서의 안전성 확보를 위하여 사용하는 곳이 많아질 것으로 사료된다.

- 따라서 긴급피해복구 등 급속시공이 필요한 곳, 동절기 시공, 지진에 견딜 수 있는 내진옹벽이 필요한 경우에 활용도가 높을 것으로 보인다.

나. 연구개발의 필요성

(1) 기존기술(보강토옹벽, 철근콘크리트옹벽)의 원리와 장단점

(가) 보강토 옹벽

① 보강토 옹벽의 원리

일반적으로 보강토 옹벽은 토체 내에 보강재를 삽입하여 토류 구조물을 보강하는 공법으로 이렇게 시공된 흙/보강재의 복합 건설재료는 기존의 지반에 비해 안정된 인장, 압축특성을 갖는다.

보강토 공법에 사용되는 보강재의 종류는 크게 시이트(sheet)형 보강재, 대상(Strip)형 보강재, 그리드(Grid)형 보강재 등의 3종류로 구분될 수 있으며, 특히 보강재로서 1980년대 초에 개발된 그리드형태의 고강도 토목섬유인 지오그리드(Geogrid)의 활용이 두드러지고 있다.

② 보강토 옹벽의 장단점

< 장　 점 >

공장 제품으로 품질이 균일하다.

시공이 용이하며, 공사기간을 단축할 수 있다.

기초 처리가 간단하며 경제적이다.

공장 제품으로 미관을 좋게 할 수 있다.

< 단　 점 >

기술적으로 어려운 옹벽임에도 불구하고 현장에서 쉽게 생각하고 시공하며, 다짐 규정을 지키지 않아 사고가 종종 발생한다.

뒷채움재가 흙으로 전단력에 약하므로 옹벽 배면 그리드로 침투수가 있는 경우 쉽게 붕괴된다.

뒷채움재로 사용되는 흙의 입도분포를 맞추어 사용해야 되기 때문에 현장의 유용토를 그대로 사용할 수 없는 경우가 종종 있으며 이는 공사비 증가의 요인이 된다.

그리드를 시방규정에 맞게 사용하여야 하나 종종 부적합한 재료를 사용하는 경우가 있지만 발견하기가 쉽지 않다.

시공 후 붕괴의 징후가 없어 대형사고가 빈번히 발생하므로 최근에는 사용을 제한하는 발주처가 많다.

(나) 현장타설 콘크리트 옹벽

① 현장타설 콘크리트 옹벽의 원리

거푸집을 제작하여 외부의 형상을 만들고 레미콘을 부어서 성형을 하며 철근과 콘크리트의 부착에 의하여 외력에 저항하는 옹벽으로 현장에서 오래전부터 흔히 사용하는 현장제작 옹벽

② 현장타설 콘크리트 옹벽의 장단점

< 장　 점 >

현장에서 모양을 만들므로 원하는 형상을 만들 수 있다.

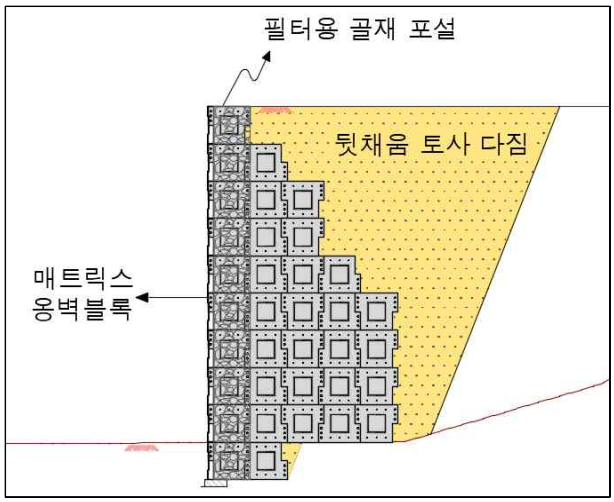
철근과 콘크리트가 부착해서 일체로 작용하므로 튼튼하다.
내구성이 좋으며 진동과 소음에 강하다

< 단　점 >
중량이 커서 다루기가 곤란하다.
균열로 인하여 유지관리비용이 발생한다.
검사가 어렵다.
공사비가 비싸며 보수와 수리가 어렵다.
동절기 시공이 어렵다.
시공기간이 길다.

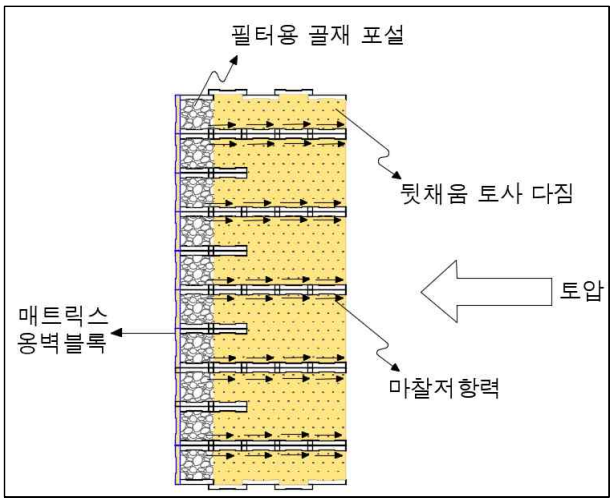
(2) 매트릭스옹벽®의 독창적인 원리와 조립 및 시공방법

(가) 매트릭스옹벽의 독창적인 원리

프리캐스트 블록의 자중 및 부벽과 다져진 뒷채움재의 마찰 저항력을 효과적으로 이용하여 토압에 저항하는 원리.



< 매트릭스 옹벽 단면도 >



< 매트릭스 옹벽 평면도 >

공장 제작된 일정규격(콘크리트 제품 – 가로1150mm×세로1000mm×두께150mm)의 프리캐스트 판넬식 블록의 양 측면부를 결합해서 전면벽과 부벽을 형성하는 구조를 특징으로 하는 조립식 옹벽으로, 옹벽 높이에 따라 부벽의 길이를 조절하여 시공하며, 옹벽이 높은 경우나, 보강토 옹벽으로 시공시 유실이 우려되는 곳에 대체 옹벽 또는 수해복구 등 급속시공에 적합함.

(나) 매트릭스옹벽® 의 조립 및 시공방법

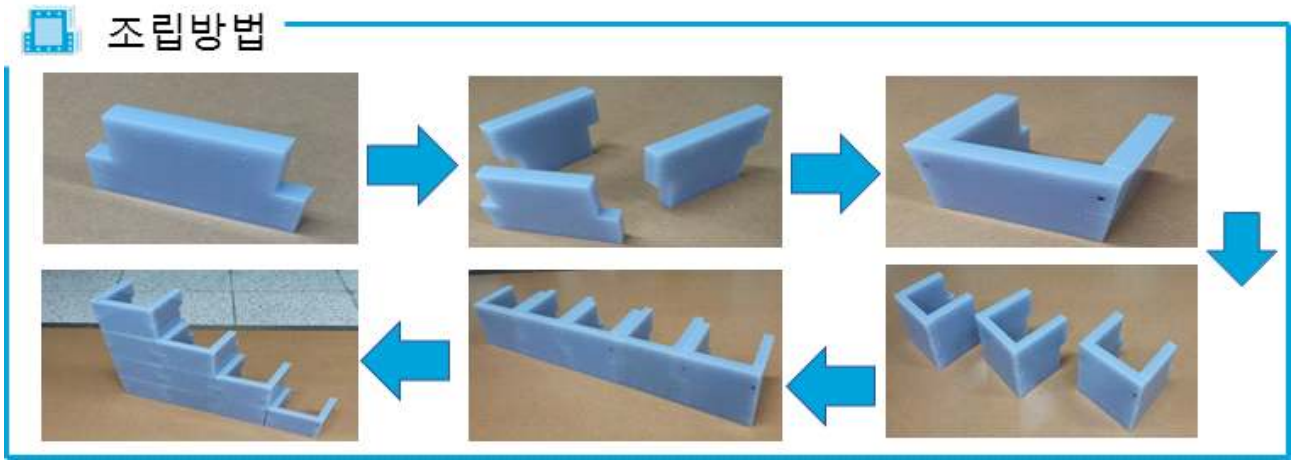
공장에서 매트릭스옹벽용 프리캐스트 패널을 제작.

저판 및 기초가 필요 없어 간단한 지반처리로 (lean concrete 또는 잡석처리) 시공 지반 준비.

매트릭스 옹벽용 프리캐스트 블록을 “ㄷ” 자형 또는 “ㅁ” 자형으로 조립연결하며, 옹벽 높이에 따라 부벽 길이도 증가.

현장 상황에 따라 상 하층의 부벽길이를 자유롭게 조절하여 안전성 확보.

위의 방법을 필요 높이가 될 때까지 적층 시공하여 마무리.



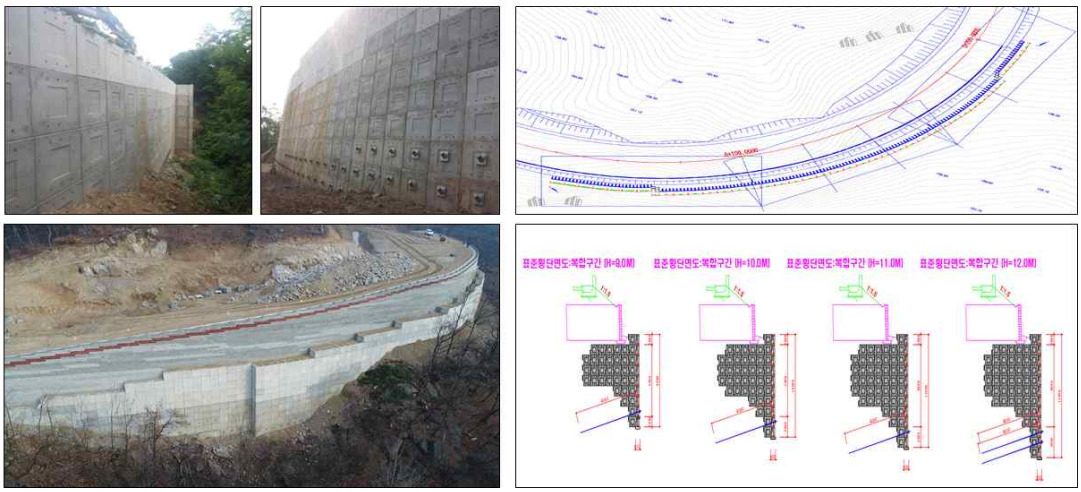


(3) 매트릭스 옹벽 기술의 필요성

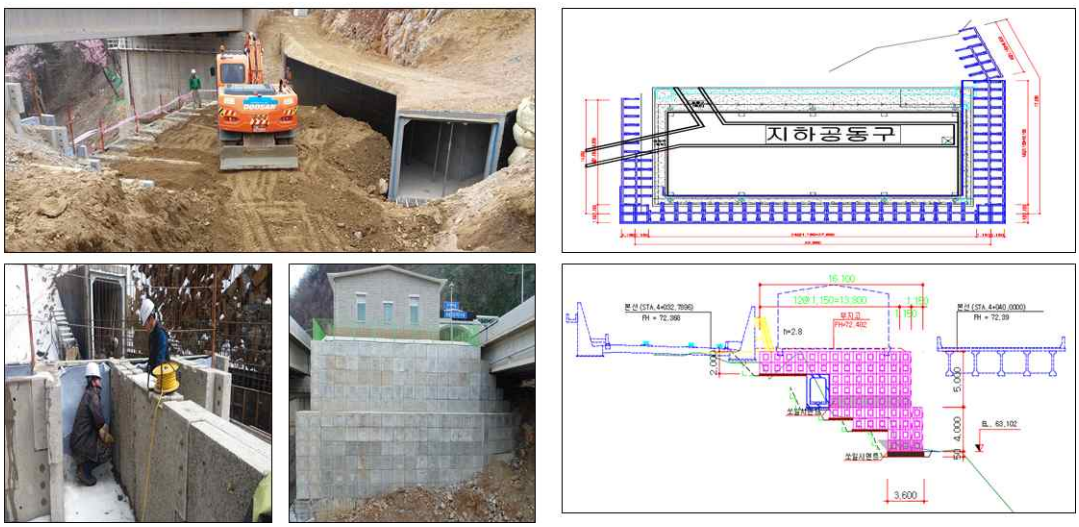
(가) 현장의 적용성
아래와 같이 철근콘크리트 옹벽 및 보강토 옹벽에서는 설계 및 시공이 불가능한 경우라도 매트릭스옹벽을 현장에 적용하여 시공이 가능하다

① 절토부 급사면 구간: 시공부지 확보에 어려움이 있는 구간
② 성토부 법면구간: 높이가 높고 시공부지 확보에 어려움이 있는 경우
③ 지중 매설물이 있어서 보강토 옹벽 등 기존 공법으로 불가능한 경우
④ 하천변 적용가능
⑤ 높이가 높은 경우

절토부 급사면 구간: 시공부지 확보에 어려움이 있는 경우.

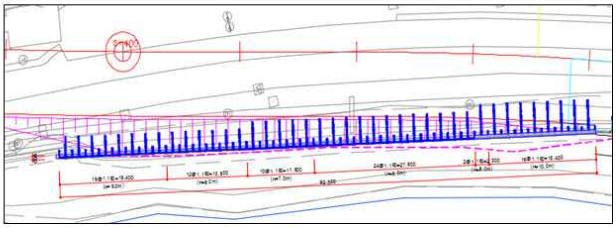


지중 매설물이 있는 경우.



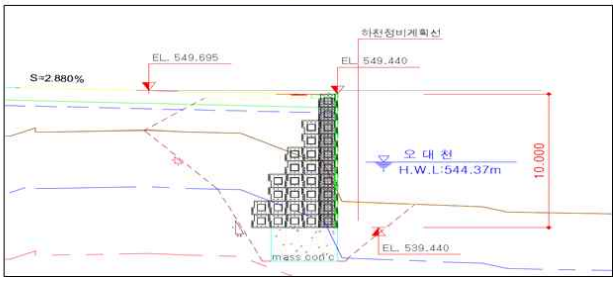
하천부(수충부 적용가능).





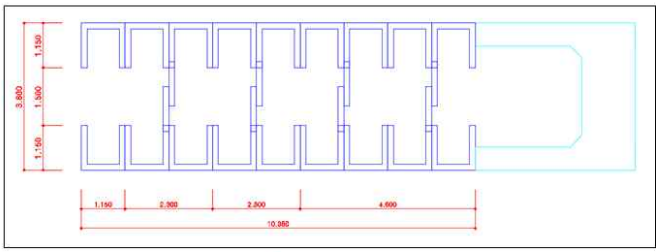






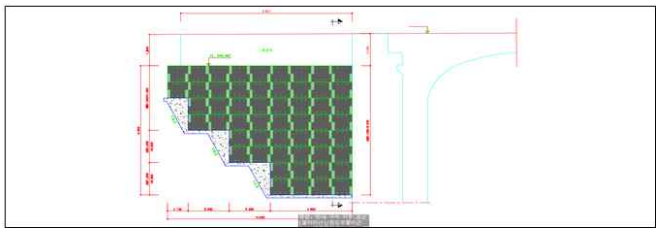
성토부: 소요부지 확보에 어려움이 있는 경우.





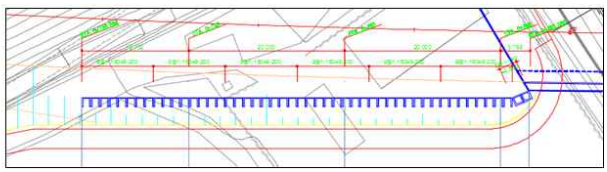






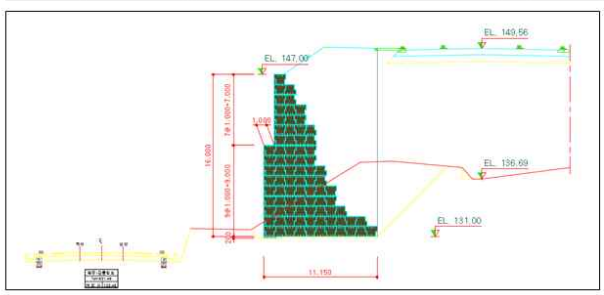
높이가 높은 경우.











(나) 실용화, 제품화를 통한 사회 경제적 파급 효과와 활용 여건을 고려한 현장 적용성

- 침수 지역에서 급속 시공을 위한 옹벽으로 재난 재해에 대응하여 긴급복구 가능하므로 도로 철도 등이 수해로 유실될 경우 경제적인 손실의 최소화
- 기존의 옹벽 시공 방법의 다양화에 기여
- 높은 옹벽의 시공이 가능해져 도로 및 철도의 계획을 다양하게 할 수 있으므로 전체 공사비를 절감
- 옹벽이 조립식이므로 시공속도가 향상되어 급속 시공이 가능하므로 급속시공 복구를 요하는 공사에 반영시 복구비 절감
- 조립식 옹벽으로 기존 기술로는 불가능한 곳에 옹벽의 시공이 가능하여 건설 계획을 다양하게 할 수 있으므로 공사비 절감에 기여
- 조립식 옹벽으로 동절기에도 시공 가능하므로 건설노동자에게 겨울에도 경제 활동의 기회 제공
- 조립식 옹벽으로 하천변에 시공이 가능하므로 시공속도의 향상 및 공사비 절감

(다) 신산업 창출 등 활용계획 및 기대효과

- 각종 도로, 철도, 항만, 도시계획, 하천변 등에 필요한 옹벽을 기존의 방법 이외에 추가하여 새로운 형태인 조립식 옹벽으로도 계획할 수 있으므로 옹벽 선택의 기회가 다양하고 경제적인 방법으로 시공 가능하므로 적극적으로 정부 및 지방자치단체, 민간에 홍보하여 적극적으로 설계 및 시공에 반영을 하도록 유도
- 조립식 옹벽으로 높은 옹벽이 가능하여 도로 및 철도 기타 구조물의 계획을 현장의 현황에 맞게 시공 가능하므로 국가 예산의 절감 효과
- 해외 사업 진출가능성

다. 연구개발의 범위

보강토 옹벽은 높게 시공이 가능하나 쉽게 붕괴되어 안전하지 못하고, 철근 콘크리트옹벽은 안전하나 높이가 높은 옹벽 시공이 불가능하며 동절기 시공이 어렵고 공사비가 비싸다.
이와 같은 문제를 해결하기 위하여 매트릭스 옹벽이 필요하며 옹벽 배면에서 오는 하중을 여러 겹의 부벽·벽체로 저항하고, 이로 인하여 벽체의 모멘트, 전단 저항력이 커서 높은 옹벽도 안전한 내진옹벽이 될 수가 있다. 따라서 아래와 같은 범위에 대해서 추가 연구 개발을 통해 보다 안전하고 경제적인 옹벽의 설계 및 시공 방법을 찾는다.

(1) 매트릭스옹벽®의 계획 설계기술

- 설계계산, 도면, 시방서 등 필요한 작업을 수행하여 10 여곳 이상 시공을 실시하고 수십여 곳에 대한 계획 및 설계를 실시하였으나 토목 구조물의 특성상 검증을 위해서는 장시간이 필요하고 설계 기준의 보완이 필요함.
- 보강토 옹벽 및 철근 콘크리트옹벽에 사용되는 각종 설계기준들을 매트릭스옹벽에 맞도록 필요한 설계기준의 확립, 설계도면의 표준화, 시공에 필요한 시방서 등에 대한 추가적인 연구 및 준비.

(2) 매트릭스옹벽®의 조립식 판넬 제작 기술

- 매트릭스옹벽의 시공에 필요한 판넬은 여러 가지 방식으로 제작이 가능하다. 벽돌을 기계의 성형틀에서 제작하는 방식으로 매트릭스 옹벽에 필요한 판넬을 제작하는 방법(건식)과 거푸집을 만들고 레미콘을 부어서 판넬을 제작하는 방법(습식)이 있으나 두가지 방법 모두 판넬의 연결를 위한 부품(슬리브 너트)을 정위치에 놓고 제작하기가 어려워 많은 연구가 필요하다.
- 프리케스트 판넬을 경량화하여 시공속도를 높이고, 순환골재를 활용하여 자연친화적이며, 재료비 및 공사비를 절감하기 위한 연구가 필요하며 특히 판넬간의 연결을 위한 연결부에 대한 집중적인 연구가 필요하다.

(3) 매트릭스옹벽®의 시공기술

- 현재는 작업인부가 주도하여 옹벽을 시공하였으나 작업 인력이 부족하므로 지속적으로 작업 기계에 의존하여 시공을 할 수 밖에 없는 실정이다. 따라서 작업을 위한 장비에 보조적인 기계 장치를 설치하고 조립을 위한 기계틀 등을 계속 개발해서 시공 속도를 높이고 안전한 시공을 위한 연구가 필요하다.
- 매트릭스 옹벽을 지진시, 평시 홍수시등 여러 가지 상황에 대한 모형실험 및 연구를 실시하여 논리적인 검증 및 기술을 축적하고 신기술 취득에 필요한 자료의 정리 및 완성하고 매트릭스 옹벽으로 시공한 현장에 대해서 변위(침하, 전도, 슬라이딩)에 대한 계측을 실시하고 결과를 모니터링하여 계산 결과와 비교하여 공법의 타당성에 검증을 실시한다.

○ 현재까지 매트릭스 옹벽 시공 및 설계 실적

연도별	발주처	공사명	비고
2014	경기도시공사	안성-원곡간 물류단지 부지조성공사	
2015	가평군	가평군 설악면 교량 공사	
	부산지방국토관리청	거제시 관내 우회도로(상동-신현간) 신설공사	
	한국전력공사	광명, 금천지역 전기 공급시설 전력공사	
	한국전력공사	수도권 서부지역 전기공급시설 전력공사	
	한국도로공사	담양-성산간 고속도로 확장공사	
2016	유한그린텍	유한그린텍 도로 확장 공사	
	용인시	마성IC 진입도로 개설공사	
	서울시	강남순환고속도로 8공구	
	안양시	안양2동 삼성천 제방도로 확포장 공사	
	원주지방국토관리청	장평-간평간 3공구 도로 확포장 공사	
	한국도로공사	동해-삼척간 고속도로 신설공사	
	적십자병원	적십자병원 옹벽공사	
2017	원주시	군사시설 진입도로 철도횡단 시설공사	
	서울시 도봉구	도봉초등학교 앞 계단 설치 공사	
	한국전력공사	154kV 세종-송강, 덕진-대화연결TL 특수기초	설계반영
	익산지방국토관리청	남평-화순(앵남) 국가지원지방도 건설공사	설계반영
	인천광역시 종합건설본부	가좌동 염곡길 도로확장공사	설계반영
2018	원주시	군사시설 진입도로 철도횡단 시설공사 (2공구)	
	삼성전자	평택 캠퍼스 2기 조성공사	
2019	금호건설	동해시 천곡동 금호어울림 아파트 진입도로개설공사	시공중
	홍은동14 구역주택재개발정비 사업조합	홍은14구역 두산위브아파트 건축공사	시공중

○ 현재까지 확보된 기술개발 현황

개발과정	일 자	주요 진행 내용	개발 및 설계주체
개발동기	2010	• 보강토 옹벽 설계 •시공실태 감사결과 및 조치계획 보고-국토해양부 (감사담당관실) • 보강토 옹벽의 대체옹벽 개발 필요성 절감	청원엔지니어링(주)
개발착수	2010	• 보강토 옹벽을 대체 할 수 있으며 경제적인 공법에 의한 조립식 옹벽 개발 착수 • 국내외 보강토 옹벽을 대체 할만한 기 개발된 옹벽의 조사	청원엔지니어링(주)
특허 출원	2010	• 특허등록 『제10-1005351 조립식옹벽 및 그 시공방법』 • 특허등록 『제10-1005352 지오그리드를 이용한 옹벽』	청원엔지니어링(주)
특허 출원	2011	• 특허등록 『제10-1065726 조립식 옹벽』 • 특허등록 『제10-1072286 조립식 옹벽』	청원엔지니어링(주)
특허 출원	2012	• 특허등록 『제10-1213589 조립식 옹벽 및 그 조립방법』	청원엔지니어링(주)
기술보완 및 시공	2014-2019	• 안성-원곡간 물류단지 부지조성공사 발주처:경기도시공사 • 거제시 관내 국도대체 우회도로(상동-신현간) 신 설공사 발주처:부산지방국토관리청 • 광명, 금천지역 전기 공급시설 전력공사 발주처: 한국전력공사 • 수도권 서부지역 전기 공급시설 전력공사 발주처: 한국전력공사 • 담양-성산간 고속도로 확장공사 발주처: 한국도로공사 • 장평-간평간 3공구 도로 확포장 공사 발주처: 원주지방국토관리청 • 삼척-동해간 고속도로 신설공사 발주처: 한국도로공사 • 도봉초등학교 앞 계단 설치 공사 발주처: 도봉구청 • 평택 캠퍼스 2기 조성공사 발주처 : 삼성전자 • 군사시설 진입도로(2공구) 철도횡단 시설공사 발주처 : 원주시 • 동해시 천곡동 금호어울림 아파트 진입도로개설공사 발주처 : 금호건설 • 홍은14구역 두산위브아파트 건축공사 발주처 : 홍은동14구역주택재개발정비사업조합 외 다수 시공실적	청원엔지니어링(주)
기술보완 및 설계반영	2014-2019	• 154kV 세종-송강, 덕진-대화연결TL 특수기초 발주처: 한국전력공사 • 남평-화순(앵남) 국가지원지방도 건설공사 발주처: 익산지방국토관리청 • 가좌동 염곡길 도로확장공사 발주처: 인천광역시 종합건설본부 외 다수 설계반영 실적	청원엔지니어링(주)

라. 국내외 기술개발 현황

(1) 관련 분야의 국내외 연구동향

○ 국토 교통 과학기술 진흥원 및 국가과학기술지식정보서비스 홈페이지 검색
○ 유사 연구 검색 결과

부처명	사업명	과제명	예산 (억원)	비 고
중소기업청	산학연협력기술개발	산악도로에서 사면절취 최소화 및 도로 결빙 방지에 효과적인 절토형 옹벽개발	0.71	2015 -2016
중소기업청	산학연협력기술개발	친환경 순환골재 및 슬래그를 이용한조립식 콘크리트 옹벽블럭 개발	0.94	2015 -2016
국토교통부	국토교통기술사업화	자연 암반형 판넬을 이용한 원지반 부착식옹벽 개발	9.53	2014- 2016
농림부	농림기술개발	조립식 강재틀(판)을 이용한 친환경 임도 옹벽 및 측구 기술개발	1.06	2005 -2008
국토교통부	건설기술연구사업	폐타이어를 활용한 지반보강 및 옹벽시공 실용화 연구	5.22	2005 -2007
중소기업청	산학연협력기술개발	식재블록 조립식 철근 콘크리트 옹벽제작 및 설치	0.22	2003 -2004
중소기업청	산학연협력기술개발	블록형 중력식 옹벽 시스템 개발	0.22	2002 -2003

(가) 중복도 검토 결과

① 산악도로에서 사면절취 최소화 및 도로 결빙 방지에 효과적인 절토형 옹벽개발

○ 내 용
- 산악지형 배면 터파기 최소화로 환경침해를 최소화하는 절토부 옹벽을 개발
- 도로결빙장치 설치가 불가하므로 옹벽에 도로결빙방지장치가 부착 또는 매립된 옹벽을 개발

○ 검토결과
- 연구의 주된 내용이 친환경 액상제설제 사용임
- 본 기술은 도로 측면에서 제설제를 살포하여야 하므로 액상 제설제이어야 하며, 차량하부에 직접 살수가능성도 있으므로 반드시 친환경 액상 살수제를 사용해야 함
- 이러한 내용은 제설제의 개발이 주된 내용이므로 연구 중복도가 없음

② 친환경 순환골재 및 슬래그를 이용한 조립식 콘크리트 옹벽블럭 개발

○ 내 용
- 폐콘크리트 순환골재와 산업부산물인 고로 슬래그, 석탄회 등을 이용한 조립식 콘크리트 옹벽 개발 및 시공 방법
- 순환골재를 블록의 재료로 사용하여 제조 및 시공 원가를 절감

○ 검토결과
- 부벽으로 시공되는 조립식 옹벽이 아니므로 연구 중복도가 없음
- 폐콘크리트 및 순환골재를 사용해서 조립식 옹벽 블록을 생산하는 방법은 이미 일반적으로 시공되고 있으므로 연구 중복도가 없음

③ 자연 암반형 판넬을 이용한 원지반 부착식옹벽 개발

○ 내 용
- Top-Down 방식에 의하여 소형장비를 이용한 보강재 및 전면판 시공이 가능한 절토부 옹벽
- 판넬과 원지반 사이에 되메움을 수행하여야 하는 기존 공법과는 달리 수직으로 굴착된 원지반에 직접 설치 가능한 전면판의 개발
- 고가의 식생콘크리트 또는 식생블럭을 이용하지 않고 원지반 식생을 이용하여 녹화가 가능한 프리캐스트 판넬 또는 자연 암반형 질감을 갖는 프리캐스트 판넬의 개발

○ 검토결과
- Top-Down 방식에 의한 옹벽의 시공은 연구 중복도가 없음
- 녹화가 가능한 프리캐스트 판넬 또는 자연 암반형 질감을 갖는 프리캐스트 판넬의 개발은 연구 중복도가 없음

④ 조립식 강재틀(판)을 이용한 친환경 임도 옹벽 및 측구 기술개발
○ 내 용
- 조립식 강재틀(판)을 이용한 옹벽 및 측구에 식생유도 방법을 개발
- 임도 시공에 편리한 조립식 강재틀(판)을 이용한 옹벽 및 측구 개발을 위한 구조 연구를 시행
- 강재틀 임도 옹벽 및 측구를 규격화시키고 표준화된 제품을 제시
- 강재틀 임도 옹벽의 사양개발, 제작기술, 조립/시공 기술을 확보
- 옹벽으로서의 기능성을 확보하고 친환경적인 옹벽을 개발
- 환경친화적인 미관을 고려하여, 강재틀 색에 대한 제작성을 검토

○ 검토결과
- 강재틀을 이용하여 옹벽을 시공하고 규격화하여 표준화된 제품을 개발
- 강재틀은 콘크리트 옹벽이 아니므로 연구 중복도가 없음

⑤ 폐타이어를 활용한 지반보강 및 옹벽시공 실용화 연구

○ 내 용
- 폐타이어를 새롭게 고안된 타이어셀과 트레드매트로 제작하여 시험 시공한 후 이를 소규모의 토목공사로부터 실용화하기 위한 것이다. 특히 타이어셀은 상업용 지오셀, 트레드매트는 상업용 지오그리드의 지지 메커니즘, 사용 장소가 동일하여 현재 천억 이상에 달하는 관련 분야 공사, 즉 지오그리드 및 옹벽 시공공사의 일부분을 대체할 수 있으며 적체되고 있는 폐타이어를 친환경적인 방법으로 대량으로 처리

○ 검토결과
- 폐타이어를 활용한 지반보강 및 옹벽시공은 연구 중복도가 없음

⑥ 식재블록 조립식 철근 콘크리트 옹벽제작 및 설치

○ 내 용
- 식재블록 설치로 인한 옹벽에 대한 구조해석을 실시하여 설치 기술 시방 설정
- 옹벽 제작 및 시공기법을 개발하여 시장성 확보 및 경제성 확보
- 신기술 지정을 통한 기술료 및 매출 증대 효과

○ 검토결과
- 식재블록은 연구 중복도가 없음

⑦ 블록형 중력식 옹벽 시스템 개발

○ 내 용
- 블록형 중력식 옹벽의 특허 내용을 조사, 평가하고, 역학적 특성 및 설계기법, 시공방법을 조사 평가
- 안정성 평가를 위한 실내모형실험 및 분석을 수행하고, 분석 및 평가에 따른 설계기법을 정립

○ 검토결과
- 블록형 중력식 옹벽은 연구 중복도가 없음

(2) 조립식옹벽(매트릭스옹벽®)의 기존 기술과 비교하여 성능 및 효과 등을 개량한 정도

가) 기존기술(보강토 옹벽 및 R.C옹벽)과 비교하여 개량한 정도(매트릭스옹벽의 성능 100과 비교)

성능 / 공법	기존공법		조립식옹벽 (매트릭스옹벽®)	개량한정도
	보강토옹벽	R.C 옹벽		
시공가능높이	높이에 제한이 없으며 5.0m마다 소단을 두어서 시공 옹벽 배면의 그리드 길이에 영향을 많이 받는다(80)	역T형 옹벽은 최대 8.0m까지 가능하며 부벽식은 약 15.0m까지도 시공가능하나 공사비가 기하급수적 증대(50)	철근콘크리트 조립식으로 높이에 제한이 없으며, 높이가 높을수록 경제적인 단면이 가능함(100)	철근 콘크리트 조립식옹벽으로 높이에 제한이 없으며, 높을수록 경제적인 단면으로 설계시공이 가능 함 **개량한 정도** ={100/(80+ 50)/2}x100=154 %
시공속도	전면블록을 쌓고 그리드를 깔고 다지면서 시공하므로 시공속도가 빠르다.(100)	거푸집을 대고 철근을 배근하고 레미콘을 타설하고 양생을 하므로 시공속도가 느리다.(30)	매트릭스옹벽 블록을 조립하면서 뒤채움 후 다지면서시공하므로 시공속도가 빠르다(100)	보강토옹벽에 비해서 블록의 크기가 크며 조립해서 올라가므로 속도가 비슷하며 R.C옹벽보다 현저히 빠르다 **개량한 정도** ={100/(100+ 30)/2}x100=154 %
하천변시공가능성	옹벽블록의 배면이 그리드와 토사의 다짐으로 침	하천변 시공에 문제가 없다(100)	하천변 시공에 문제가 없다(100)	보강토옹벽이 하천변 시공이 블가능한 단면이므로 이부분을 개량 하였으며 여름철 지엽적인 폭우

	투수에 의한 세립토의 유실로 하천변시공이 불가능하나 건천인 경우때때로 평수의 상단에 시공 한 경우가 있음(10)			에 의한 피해지역 하천 긴급 복구에 적절한 공법이다 **개량한 정도** ={100/(10+ 100)/2}x100=182 %
충돌시 저항력	철근이 배근되지 않은 두께 약 5cm정도의 콘크리트블록으로 크기는 전면기준으로 30cmx60cm 크기가 주류를 이루며, 강도는 일반 블록 강도이다.(약 30Mpa정도)(60)	최소 두께 30cm 이상의 철근 콘크리트 벽체로 충동의 저항력이 아주 좋다(100)	최소 두께 15cm 이상의 철근 콘크리트 벽체로 충동의 저항력이 좋다(100)	보강토 옹벽의 전면부는 약 5cm 두께의 콘크리트로서 차량 충돌에 아주 취약하나 배면쪽으로 같은 정도의 두께를 가지는 블록이다.따라서 충돌시 벽체(블록)는 파손되나 옹벽의 안전에는 문제가 없으며, 매트릭스옹벽은 두께 약 15cm의 철근콘크리트로서 차량 충돌시 블록 및 옹벽의 안전에 문제가 없다. **개량한 정도** ={100/(60+ 100)/2}x100=125 %

동절기 시공	옹벽 배면의 흙이 주된 재료로서 동절기 수분을 많이 포함해서 얼어 있는 경우 해빙시 토체의 저항력이 감소하는 원인이 되므로 겨울철에는 시공하지 않는 경우가 대부분이다.(30)	레미콘 타설은 영하의 온도인 동절기 시공이 불가능하므로 꼭 시공해야 하는 경우에는 보온 덮개, 난로등을 사용해서 영상의 온도를 유지하면서 양생을 해야하므로 부대적인 비용이 발생한다(50)	블록의 조립이 주된 공정이며 뒤채움재는 골재를 채우거나 토사를 채우더라도 양이 적으므로 동절기 시공의 영향을 적게 받으므로 주된 작업을 동절기에 하는 경우가 많다(100)	보강토 옹벽은 배면 토사의 다짐문제로 동절기 시공이 어려우며, R.C옹벽 또한 동절기 시공이 어려워 공사중지 기간이 있으므로 매트릭스옹벽이 동절기에 가장 유리한 공법이다. **개량한 정도** ={100/(30+ 50)/2}x100=250 %
내진성능 (상대적성능 매트릭스옹벽 100기준)	보강토옹벽의 주된 구조는 토체이며 전면블록과 토체사이의 연결이 지진에 저항 할수 있도록 설계하여야 하며, 전면벽체는 지진에 대한 저항이 블가	옹벽의 설계에 지진하중을 넣어서 설계 시공하므로 충분히 지진에 저항하는 내진옹벽이다.(100)	옹벽의 설계에 지진하중을 넣어서 설계 시공하므로 충분히 지진에 저항하는 내진옹벽이다.(100)	보강토 옹벽은 전면벽과 토체의 연결부의 유연성에 의해서 지진에 저항하는 능력이 의심되며 실제로 국내에 지진 발생시 전면벽이 떨어진 예가 보고된 바 있으며 매트릭스옹벽은 이러한 지진하중에 대비하기 위해서 개발한 옹벽이므로 내진성능이 충분하다.

	능 하므로 보강토 옹벽은 지진에 취약한 구조이다. (60)			**개량한 정도** ={100/(60+ 100)/2}x100=125 %

○ 개량한 정도에 대한 비교 분석(매트릭스옹벽 성능100과 비교)

구 분 / 공 법	기존공법		보강토옹벽에 대한 매트릭스옹벽의 개량한 정도(%)	R.C 옹벽에 대한 매트릭스옹벽의 개량한 정도(%)
	보강토옹벽	R.C 옹벽		
시공가능높이	80	50	125	200
시공 속도	100	30	100	333
하천변 시공가능성	10	100	1000	100
충돌시 저항력	60	100	167	100
동절기 시공	30	50	333	200
내진 성능	60	100	167	100
평균개량정도			315	172

나) 저탄소 녹색성장(이산화탄소 배출감소, 에너지절감 및 친환경)

○ 건설 분야는 전 세계적으로 소비되는 에너지 중 30~40%를 소비하고 있다. 건축구조물의 건설 및 운용, 폐기 단계에서 화석연료 사용에 따른 지구 온난화 문제, 배수 및 대기오염가스의 발생, 건설자재 수요에 따른 열대림 감소문제, 건축구조물의 폐기단계에서의 고형 폐기물 발생 등 지구환경문제에 많은 악영향을 미치고 있다.

콘크리트의 원료 중 시멘트는 주원료인 석회석과 점토광물, 기타 물질 등을 혼합, 분쇄하여 1,450℃ 이상의 킬른(가마)에서 소성한 후, 석고를 첨가한 후 분쇄하여 제조한다. 시멘트는 화석연료를 사용하여 고온에서 제조되기 때문에 이산화탄소와 질소산화물 가스가 다른 산업에 비하여 많이 배출되므로 대기오염에 미치는 영향이 크다. 특히, 이산화탄소는 연료 및 석회석의 열분해로 연소과정에서 발생하는 것으로 온실가스의 주범이다. 따라서 1970년대 중반부터 킬른에서의 열 부담과 에너지 절감을 위해 선진국의 시멘트 회사들은 고효율 시스템을 개발하여 연료사용을 줄여왔다.

현재 국내 시멘트산업에서의 이산화탄소 배출량은 일반 포틀랜트 시멘트 기준으로 약 0.32 ton-C/ton이다. 본 조립식옹벽(매트릭스옹벽)의 설계 및 시공방법은 일반적인 설계, 시공 방법에 대비하여 효율적인 단면의 설계가 가능하여 철근사용량을 절감할 수가 있다.

따라서 본 신청기술인 조립식옹벽(매트릭스옹벽)은 콘크리트와 철근 사용량의 절감을 통해 이산화탄소 발생량을 줄여 주는 획기적인 친환경적인 시스템이라고 할 수 있다. 조립식옹벽(매트릭스옹벽) 시스템은 공장 제작을 통하여 현장 작업을 최소화하고, 거푸집과 동바리 시스템의 설치 및 해체, 제거 작업을 생략하여 분진과 소음, 산업폐기물 발생 등을 최소화하였다. 이와 같이 조립식옹벽(매트릭스옹벽)은 기존의 공법들이 가지고 있던, 시공 시 환경적 측면의 문제점을 개선한 공법으로써 직, 간접적으로 환경 분야에 기여할 수 있다고 판단된다.

○ 조립식옹벽(매트릭스옹벽®) 시공현장의 콘크리트 및 철근 감소량(시공 완료 된 주요현장)

현장명	옹벽의 최대 높이(m)	기존유사공법(R.C옹벽)		조립식(매트릭스)옹벽		콘크리트 시용 감소량 =C/A	철근 사용 감소량 =D/B	비고
		콘크리트 사용량 (m^3)=A	철근 사용량 (ton)=B	콘크리트 사용량 (m^3)=C	철근 사용량 (ton)=D			
안성-원곡간 물류단지 부지조성공사	8.0/부벽식	10.900	1.060	3.978	0.124	0.365	0.117	경기도시공사/2014
거제시관내 우회도로(상동-신현간)신설공사	5.0/역T형	4.514	0.371	2.478	0.077	0.549	0.208	부산지방국토관리청/2014
담양-성산간 고속도로 확장공사	8.0/부벽식	11.848	1.079	3.652	0.113	0.308	0.105	한국도로공사/2015
장평-간평간 3공구 도로 확포장공사	10.0/부벽식	17.437	1.454	6.131	0.190	0.352	0.131	원주지방국토관리청/2016
동해-삼척간 고속도로 신설공사	11.0/부벽식	19.716	1.620	7.565	0.235	0.384	0.145	한국도로공사/2016
군사시설진입도로 철도횡단공사	11.0/부벽식	19.716	1.620	7.565	0.235	0.384	0.145	원주시/2018
도봉초등학교앞 계단설치공사	5.0/역T형	4.451	0.454	3.345	0.104	0.752	0.229	서울시도봉구/2017

평택캠퍼스2기조성공사	8.0/부벽식	11.848	1.079	5.739	0.178	0.484	0.165	삼성전자 /2018
홍은동 14구역 두산아파트	7.0/역T형	7.780	0.875	3.522	0.109	0.453	0.125	두산건설 (주)/2019
천곡동금호아파트 진입도로건설공사	9.0/부벽식	12.918	1.259	5.153	0.160	0.399	0.127	금호건설 /2019
평균사용량						0.443	0.150	

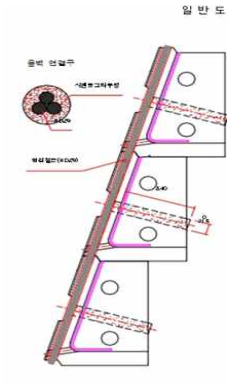
(3) 동종분야 기존유사기술과 비교 분석

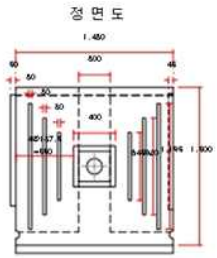
○ 동종분야의 기존 유사 기술을 역T형 옹벽, 부벽식 옹벽 등을 대체할 수 있는 프리캐스트 콘크리트로 제작된 옹벽들과 절토부에 판넬식으로 앵커를 이용해서 시공하는 옹벽에 대해서 비교 분석하였다. 엄밀히 얘기하면 아래에 소개되는 옹벽들은 매트릭스옹벽과 사용하는 높이 및 장소가 다르며 그 이유를 상세히 소개한다.

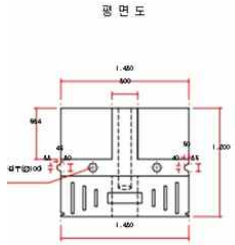
(가)기존 유사기술의 내용

① 전단키와 연결철근을 활용한 중력식 콘크리트 프리캐스트 모듈러 옹벽(신기술 제700호)

본 신청기술은 전면판과 저판, 흉벽으로 이루어진 프리캐스트 철근콘크리트 구조물(PMR 옹벽)로서, 원지반과의 정착을 위해 옹벽 설치 후 사석 및 토사를 뒷채움하여 자립식으로 비탈면의 활동 방지 및 안정을 꾀할 수 있는 옹벽으로서 제원은 1.5m(가로) ×1.5m(세로) x1.2m(뒷길이)이고 개당 무게는 2.5tonf 이며 개념도는 아래 그림과 같다.







○ 기존기술 옹벽의 구조적특성은 T자 형태의 프리캐스트 블록을 제작하고 전면벽의 경사를 가지는 적층식 구조로 쌓아서 옹벽구조를 형성한다.

이 때 상하부는 요철부를 가지는 돌기를 활용하여 전단력에 저항하는 구조를 가지며 기초 콘크리트를 타설한 후 PMR 옹벽을 설치하고 사석 및 토사로 뒷채움하여 다진 후에 다음 단 옹벽을 설치하는 순서로 진행되며, 최종 단 옹벽 쌓기가 끝난 다음에는 연결철근(HD29×3ea)을 삽입하고 그라우트 및 몰탈을 주입하여 옹벽을 서로 연결시켜 일체화하여 토압에 대한 저항성을 증가시키나, 신청신기술과는 다음과 같은 차이가 있다.

○ 기존기술은 공장에서 미리 제작한 프리캐스트 철근 콘크리트 부재가 전면벽과 부벽을 일체로 제작하여 2.5톤으로 무게가 무거워 시공이 불편하나 신청 신기술은 350Kg의 같은 단면의 벽체를 볼트로 연결하여 전면벽과 부벽의 구조로 일체화 시키는 간편한 공법이다.

○ 기존기술은 옹벽이 높은 경우 전면벽의 경사를 가지고 토압에 저항하는 구조이며 부벽이 없어, 수직으로 시공이 불가능하나 신청 신기술은 벽체를 수직으로 적층 시공하고 높이에 따르는 부벽의 길이를 조절하여 시공하므로 높이에 제한이 없다.

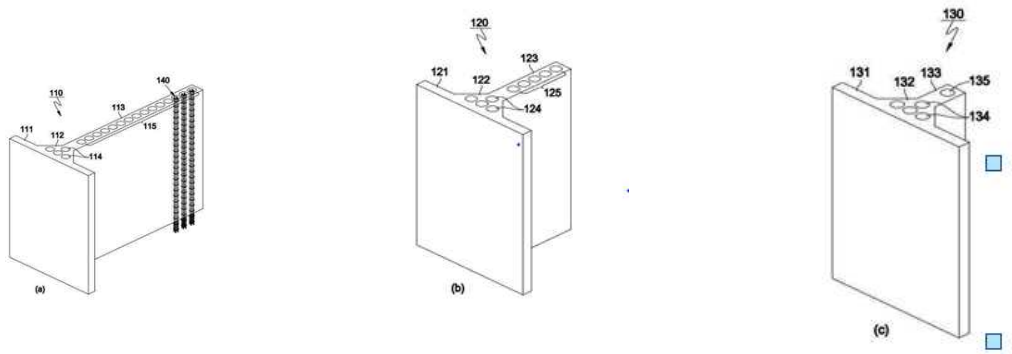
○ 기존기술은 상하부 부재를 연결철근을 이용하여 연결하고 추가로 시공하는 부벽이 없지만, 신청 신기술은 같은 부재를 가지고 전면벽과

부벽을 연결하여 시공하고, 상하부를 적층하여 시공하며, 시공시 필요한 안정용 철판을 사용하고, 구조체에 압축력이 발생하므로 하중의 변화를 예상할 수 있고 안정한 구조가 된다.

② 할로우벽체 및 그 시공방법(특허 제10-1627248)

본 발명은 T 형상의 할로우 부벽을 다수로 적층시킨 후 철근망으로 고정시키고, 철근망의 주변으로 콘크리트 또는 모르타르로 타설시키는 할로우벽체 및 그 시공방법을 제공한다.

미국의 T-WALL® (Buttress Retaining Wall System by The Neel Company)을 모방하여 국내 특허를 취득 하였음.



○ 기존기술은 T자 형태의 철근 콘크리트 입체 구조물을 만들고 전면벽과 부벽의 연결부, 그리고 부벽에 할로우 공간을 만들어 최대한 가볍게 한 후에 , 현장에서 적층 시킨 후 할러우 공간안에 철근망을 배근하여 고정시킨 후, 할러우 공간에 레미콘을 타설하여 적층식으로 전면벽과 부벽을 시공하는 공법으로 신청 신기술과는 다음과 같은 차이가 있다.

○ 기존기술은 전면벽과 부벽이 일체이나 신청 신기술은 전면벽과 부벽을 볼트로서 연결한다.

○ 기존기술은 옹벽의 높이에 따라 부벽의 길이가 다르고 고정된 길이를 가 지나 신청 신기술은 부벽을 연결하여 현장의 상황에 따라 부벽의

길이 조정이 가능하다.

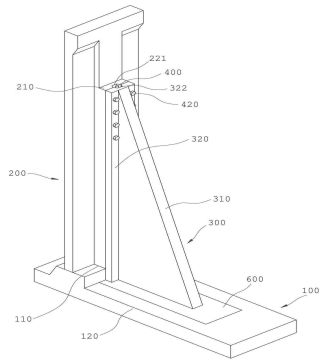
○ 기존기술은 전면벽 끼리 연결이 불가능하여 맞대기 이음으로 시공하여 옆의 구조와 일체성이 없으나, 신청 신기술은 전면벽의 바로 옆측면 부벽에서 서로 볼트로서 연결하여 전체 구조를 일체화 시킨다.

○ 기존기술은 미국 Neel 사의 “T-WALL”을 모방하여 국내에서 특허를 취 득하였으며, 단위당 무게가 무거워 산악지형이 많고, 시공부지가 좁은 국내의 시공 실정에는 맞지 않는다.

③ 프리캐스트 콘크리트 조립식 옹벽블록(특허 제10-1847036)

본 발명은 플레이트 형상으로 지반 또는 기초에 설치되는 바닥부재, 바닥부재의 상면에 수직한 방향으로 세워져 결합되며, 전방으로 배후토사를 지지하는 수직부재 및 수직부재의 후방에 결합 고정되어 수직부재를 지지하고, 고정수단을 통하여 하부가 바닥부재의 상면에 고정 결합되는 지지부재를 포함하되, 고정수단은 플레이트 형상으로 바닥부재의 상면에 고정 결합되고 복수개의 제1관통홀이 형성된 제1고정플레이트와, 플레이트 형상으로 상면이 지지부재의 하면에 고정 결합되며, 하면이 제1고정플레이트의 상면에 대면 접촉하고 제1관통홀과 대응되는 위치에 복수개의 제2관통홀이 형성된 제2고정플레이트와, 제1관통홀과 제2관통홀에 관통체결되어 제1고정플레이트와 제2고정플레이트를 서로 고정 결합시키는 고정볼트를 포함하는 프리캐스트 콘크리트 조립식 옹벽블록을 제공한다.

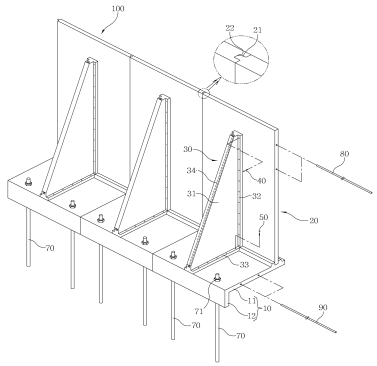
또한 바닥부재, 수직부재 및 지지부재가 결합수단과 고정수단을 통하여 구조적으로 매우 견고하여 서로 충분한 강성 및 지지력을 확보하도록 형성되어 배후토사의 토압에 대하여 안정적으로 지지함으로써 토사붕괴로 인한 사고를 미연에 방지할 수 있다.



○ 기존기술은 전면벽과 저판, 삼각형 형태의 부벽을 철근 콘크리트 프리캐스트부재로 미리 제작하고, 전면벽과 바닥판, 부벽과 바닥판, 전면벽을 고정플레이트 및 고정 볼트로서 연결하여 고정시켜서 부벽을 가지는 철근 콘크리트 옹벽을 완성하는 공법으로 신청 신기술과는 다음과 같은 차이가 있다.
기존기술은 전면벽과 부벽, 바닥판의 모양이 다르며, 고정플레이트 및 볼트로서 연결하여 일체화 시킨 구조이나 신청 신기술은 같은 단면을 가지는 전면벽과 부벽을 볼트로서 연결하여 일체화 시킨다.
○ 기존기술은 옹벽의 높이가 높은 경우 시공이 불가능한 고정된 길이를 가 지나 신청 신기술은 벽체를 적층 시공하므로 필요 높이에 따라 시공이 가능하다.
○ 기존기술은 전면벽 끼리 연결이 불가능하여 맞대기 이음으로 시공하여 옆의 구조와 일체성이 없으나, 신청 신기술은 전면벽의 바로 옆측면 부벽에서 서로 볼트로서 연결하여 전체 구조를 일체화 시킨다.

④ 조립식 옹벽 및 그 시공 방법(특허 제10-0799358)

본 발명은 조립식 옹벽 및 그 시공방법에 관한 것으로, 옹벽의 뒷채움부로부터 전가되는 토압에 의한 옹벽의 붕괴 방지를 목적으로 한다.
본 발명에 의한 조립식 옹벽은, 상면 선단부에 폭방향을 따라 삽입홈이 형성되고 지면에 안착되는 바닥부, 상기바닥부의 저면 후단부에 하부를 향해 형성되며 지중에 박혀 후방의 뒷채움부로부터 가해지는 토압에 의한 밀림을 막는 전단부로 이루어진 바닥판과; 하부가 상기 바닥판의 삽입홈에 끼워져 세워지며 좌우 양측 단부에 대칭의 연결돌기와 연결홈이 형성된 벽체와; 삼각 트러스트 형상의 몸체, 상기 몸체의 전면에 길이방향을 따라 형성되어 상기 벽체의 배면에 고정되는 벽체 고정부, 상기 몸체의 저면에 길이방향을 따라 형성되어 상기 바닥부 상에 고정되는 바닥판 고정부로 이루어진 부벽을 포함하여

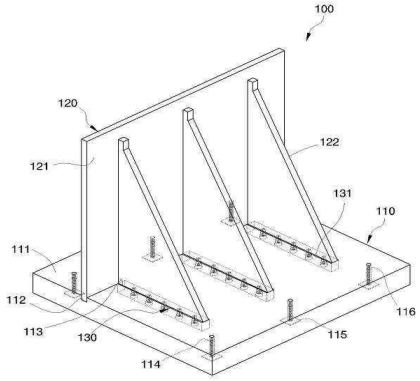


이루어진 다수의 단위 옹벽들이 지수패드를 개재한 상태로 상기 벽체의 연결돌기와 연결홈을 통해 서로 끼워 결합되면서 일렬로 연결되어 이루어지며, 상기 바닥판의 전단부를 관통하면서 하단부는 상기 지중에 형성된 앵커공에 정착되고 상단부는 상기 바닥판의 바닥부 상에 인장수단을통해 설치되는 하나 이상의 앵커를 포함하여 구성된다.

○ 기존기술은 전면벽과 저판, 삼각형 형태의 부벽을 철근 콘크리트 프리캐스트부재로 미리 제작하고, 전면벽과 바닥판, 부벽과 바닥판, 전면벽을 고정 볼트로서 연결하고 저판에는 전도를 방지하는 앵커를 시공하며, 옆의 구조체와는 부벽 보강용 강선 및 누수방지용 강선을 삽입하고 고정 시켜서 완성하는 철근 콘크리트 옹벽 공법으로 신청 신기술과는 다음과 같은 차이가 있다.
○ 기존기술은 전면벽과 부벽, 바닥판의 모양이 다르며, 볼트로서 연결하여 일체화 시킨 구조이나 신청 신기술은 같은 단면을 가지는 전면벽과 부벽을 볼트로서 연결하여 일체화 시킨다.
○ 기존기술은 옹벽의 높이가 높은 경우 시공이 불가능한 고정된 길이를 가 지나 신청 신기술은 벽체를 적층 시공하므로 필요 높이에 따라 시공이 가능하다.
○ 기존기술은 부벽 보강용 강선 및 누수방지용 강선을 삽입하여 저판 또는 전면벽끼리 맞대기 이음으로 시공 연결하여 수밀구조와 일체구조를 지향하나, 신청 신기술은 전면벽의 바로 옆측면 부벽에서 서로 볼트로서 연결하여 전체 구조를 일체화 시키나 옹벽배면의 토압을 경감 시키기 위하여 배수구조를 택한다.

⑤ 조립식 옹벽 및 그 시공 방법(특허 제10-1920622)

본 발명은 조립식 옹벽 및 시공방법에 관한 것으로, 본 발명의 실시예에 따르면, 옹벽이 설치되는 바닥 부분에 판 형태로 설치되는 저판부; 상기 저판부의 상부에 위치하여 수직 방향의 벽체형태와 벽체몸체와 상기 벽체몸체의 한쪽 방향으로 복수 위치에 보강을 위해서 경사진 보벽몸체를 일체로 구비하되, 복수의 상기 보벽몸체 하부에는 삽입에 고정되는 고정돌출체가 형성된 벽체부; 및 상기 저판부의 상부에 배치되어 있으며, 상기 보벽몸체가 접촉되는 위치마다 일측으로 가로질러 복수로 위치하여 상기 고정돌출체가 삽입되어 고정되는 고정통공을 가지는 삽입고정부;를 포함하는 조립식 옹벽과 이를 시공하는 방법에 관한 것이다.



○ 기존기술은 전면벽과 저판, 삼각형 형태의 부벽을 철근 콘크리트 프리캐스트부재로 미리 제작하고, 부벽과 바닥판을 삽입고정 몸체로서 고정하며, 전면벽과 부벽을 연결 시키는 방법은 언급이 없으며, 저판에는 높이조절 받침대가 있어서 저판의 높이를 조절하며, 옆의 구조체와는 일체화하는 방법이 언급되어지지 않은 철근 콘크리트 옹벽 공법으로 신청 신기술과는 다음과 같은 차이가 있다.

○ 기존기술은 전면벽과 부벽, 바닥판의 모양이 다르며, 바닥판과 부벽의 고 정을 삽입고정돌기를 사용 연결하여 일체화 시킨 구조이나 신청 신기술은 같은 단면을 가지는 전면벽과 부벽을 볼트로서 연결하여 일체화 시킨다. 또한 한 개의 전면벽과 바닥판에 여러개의 부벽이 연결되어 있다.

○ 기존기술은 옹벽의 높이가 높은 경우 시공이 불가능한 고정된 길이를 가 지나 신청 신기술은 벽체를 적층 시공하므로 필요 높이에 따라 시공이 가능하다.

○ 기존기술은 저판 또는 전면벽끼리 맞대기 이음으로 시공 연결부에 대한 상세가 없으나 신청 신기술은 전면벽의 바로 옆측면 부벽에서 서로 볼트로서 연결하여 전체 구조를 일체화 시키며 옹벽배면의 토압을 경감 시키기 위하여 배수구조를 택한다

③ 프리캐스트 철근콘크리트 신기술 및 특허 옹벽

동종분야의 기존 유사기술과 비교하여 시공성 경제성등 품질이 향상한 정도를 비교 분석한다.

○ **전단키와 연결철근을 활용한 중력식 콘크리트 프리캐스트 모듈러 옹벽(신기술지정 제700호)**

내 용 / 구 분	•전단키와 연결철근을 활용한 중력식 콘크리트 프리캐스트 모듈러 옹벽(신기술지정 제700호)	•조립식옹벽 및 그시공방법 (특허 제10-1213589)	품질향상 정도
공법개요	기존기술 옹벽의 구조적특성은 T자 형태의 프리캐스트 블록을 제작하고 전면벽의 경사를 가지는 적층식 구조로 쌓아서 옹벽구조를 형성한다. 이 때 상,하부는 요철부를 가지는 돌기를 활용하여 전단력에 저항하는 구조를 가지며 기초 콘크리트를 타설한 후 PMR 옹벽을 설치하고 사석 및 토사로 뒷채움하여 다진 후에 다음 단 옹벽을 설치하는 순서로 진행되며, 최종 단 옹벽 쌓기가 끝난 다음에는 연결철근(HD29×3ea)을 삽입하고 그라우트 및 몰탈을 주입하여 옹벽을 서로 연결시켜 일체화하여 토압에 대한 저항성을 증가시키는 옹벽	소형 콘크리트 블록을 프리캐스트로 제작하여 현장으로 운반한 후에 레고식으로 조립하여 필요한 높이까지 시공하여 옹벽을 완성한다.	매트릭스옹벽 ---------- x100=( )% 유사기술

시공성 (공사기간 및 난이도/ 상대평가)	60 (기대기식 옹벽으로 경사를 가지는 절토부에 주로 사용되며 앵커로서 옹벽체를 고정시켜서 토압에 저항하는 구조)	100	167
경제성 (공사비/상대평가)	70	100	143
기존 유사기술과 비교하여 품질이 향상한 정도(%)	기존기술은 옹벽의 높이가 높은 경우 전면이 일정한 경사를 가지고 적층식으로 쌓아서 시공하며 토압을 견디기 위해서 앵커를 사용해서 옹벽을 유지한다. 또한 모듈 한개당 무게가 2.tonf로 무거워 소형장비로 시공이 블가능하나, 매트릭스옹벽은 벽체를 수직으로 적층 시공하므로 사용 가능한 상하부 공간이 많아지며, 무게가 약 340kgf로서 아주 가벼워 작은 장비로도 시공이 가능하여 시공 속도가 빠르며, 배면토압이 큰 성토부 옹벽의 경우 기존 유사기술은 불가능하나 본 공법은 레고식으로 조립하여 옹벽을 완성한다. 따라서 시공성은 약 167%, 경제성은 약 143%의 품질이 향상하였으며, 내진성능 유지관리는 매트릭스옹벽이 다소 유리 할 것으로 판단된다.		

○ 할로우벽체 및 그 시공방법 (특허 제10-1627248)

내 용 / 구 분	•프리캐스트 콘크리트 조립식 옹벽블록 (특허 제10-1847036)	•조립식옹벽 및 그시공방법 (특허 제10-1213589)	품질향상 정도
공법개요	T형상의 할로우 벽체를 다수로 적층시킨 후 철근망으로 고정시키고, 철근망의 주변으로 콘크리트 또는 모르타르로 타설하는 할로우 벽체 시공 방법	소형 콘크리트 블록을 프리캐스트로 제작하여 현장으로 운반한 후에 레고식으로 조립하여 필요한 높이 까지 시공하여 옹벽을 완성한다.	매트릭스옹벽 ---------- x100=( )% 유사기술
시공성 (공사기간 및 난이도/ 상대평가)	40	100	250
경제성 (공사비/상대평가)	60	100	167

기존 유사기술과 비교하여 품질이 향상한 정도(%)	“T”형의 할로우 벽체의 높이와 폭을 현장의 상황에 맞추어 제작하고 운반 시공하여야 하나 매트릭스옹벽은 모듈화 된 하나의 소형 프리캐스트 블록으로 모든 형상의 시공이 가능함. 시공성은 약 250%, 경제성은 약 167%의 품질이 향상되었으며, 내진성능 유지관리는 양쪽 모두 비슷한 것으로 판단된다.

○ 프리캐스트 콘크리트 조립식 옹벽블록 (특허제10-1847036)

내 용 / 구 분	•프리캐스트 콘크리트 조립식 옹벽블록 (특허제10-1847036)	•조립식옹벽 및 그시공방법 (특허 제10-1213589)	품질향상 정도
공법개요	전면벽과 저판, 삼각형 형태의 부벽을 철근 콘크리트 프리캐스트부재로 미리 제작하고, 전면벽과 바닥판, 부벽과 바닥판, 전면벽을 고정플레이트 및 고정 볼트로서 연결하여 고정시켜서 부벽을 가지는 철근 콘크리트 옹벽을 완성하는 공법	소형 콘크리트 블록을 프리캐스트로 제작하여 현장으로 운반한 후에 레고식으로 조립하여 필요한 높이 까지 시공하여 옹벽을 완성한다.	매트릭스옹벽 ---------- x100=( )% 유사기술
시공성 (공사기간 및 난이도/ 상대평가)	50 (높은옹벽 시공불가능)	100	200

경제성 (공사비/상대평가)	70	100	143
기존 유사기술과 비교하여 품질이 향상한 정도(%)	기존 유사기술은 옹벽의 높이가 높은 경우 시공이 불가능한 고정된 길이를 가지나 매트릭스옹벽은 벽체를 적층 시공하므로 필요 높이에 따라 시공이 가능하며, 전면벽의 연결이 불가능하여 맞대기 이음으로 시공하여 옆의 구조와 일체성이 없으나, 매트릭스옹벽은 전면벽과 바로 맞닿은 측면 부벽에서 서로 볼트로 연결하여 전체 구조를 일체화 시킨다. 시공성은 약 200%, 경제성은 약 143%의 품질이 향상하였으며, 내진성능 유지관리는 양쪽 모두 비슷한 것으로 판단된다.		

○ **조립식 옹벽 및 그 시공 방법(특허 제10-0799358)**

내 용 / 구 분	**•조립식 옹벽 및 그 시공 방법 (특허 제10-0799358)**	**•조립식옹벽 및 그시공방법 (특허 제10-1213589)**	**품질향상 정도**
공법개요	전면벽과 저판, 삼각형 형태의 부벽을 철근 콘크리트 프리캐스트부재로 미리 제작하고, 전면벽과 바닥판, 부벽과 바닥판, 전면벽을 고정 볼트로서 연결하고 저판에는 전도를 방지하는 앵커를 시공한다. 옆의 구조체와는 부벽 보강용 강선 및 누수방지용 강선을 삽입하고 고정시켜서 완성하는 철근 콘크리트 옹벽 공법	소형 콘크리트 블록을 프리캐스트로 제작하여 현장으로 운반한 후에 레고식으로 조립하여 필요한 높이까지 시공하여 옹벽을 완성한다.	매트릭스옹벽 ---------- x100=( )% 유사기술

시공성 (공사기간 및 난이도/ 상대평가)	50 (높은옹벽 시공불가능)	100	200
경제성 (공사비/상대평가)	60	100	167
기존 유사기술과 비교하여 품질이 향상한 정도(%)	기존 유사기술은 옹벽의 높이가 높은 경우 시공이 불가능한 고정된 길이를 가지나 매트릭스옹벽은 벽체를 적층 시공하므로 필요 높이에 따라 시공이 가능하며, 전면벽끼리 연결은 PC 강선으로 일체화한다. 시공성은 약 200%, 경제성은 약 167%의 품질이 향상하였으며, 내진성능 유지관리는 양쪽 모두 비슷한 것으로 판단된다.		

○ 조립식 옹벽 및 그 시공 방법 (특허 제10-1920622)

내 용 / 구 분	•조립식 옹벽 및 그 시공 방법 (특허 제10-1920622)	•조립식옹벽 및 그시공방법 (특허 제10-1213589)	품질향상 정도
공법개요	전면벽과 저판, 삼각형 형태의 부벽을 철근 콘크리트 프리캐스트부재로 미리 제작하고, 부벽과 바닥판을 삽입고정 몸체로서 고정하며, 전면벽과 부벽을 연결시키는 방법은 언급이 없거 저판에는 높이조절 받침대가 있어서 저판의 높이를 조절하며, 옆의 구조체와는 일체화하는 방법이 언급되지 않은 철근 콘크리트 옹벽 공법	소형 콘크리트 블록을 프리캐스트로 제작하여 현장으로 운반한 후에 레고식으로 조립하여 필요한 높이까지 시공하여 옹벽을 완성한다.	매트릭스옹벽 ---------- x100=( )% 유사기술
시공성 (공사기간 및 난이도/ 상대평가)	50 (높은옹벽 시공불가능)	100	200
경제성 (공사비/상대평가)	50	100	167

기존 유사기술과 비교하여 품질이 향상한 정도(%)	기존 유사기술은 옹벽의 높이가 높은 경우 시공이 불가능한 고정된 길이를 가지나 매트릭스옹벽은 벽체를 적층 시공하므로 필요 높이에 따라 시공이 가능하며, 기존 유사기술의 저판의 높이를 높이 조절 받침대로 조정하는 것은 불가능할 것으로 판단됨. 시공성은 약 200%, 경제성은 약 167%의 품질이 향상하였으며, 내진성능 유지관리는 양쪽 모두 비슷한 것으로 판단된다.

마. 관련분야의 시장분석 및 사업화 전망

(1) 국내외 시장분석 및 사업화 전망

(가) 국내 시장규모 및 전망

건설수주 전망

III. 전망의 결과 및 시사점

2017년 국내 건설수주 전년 대비 10.2% 감소한 148조원 전망

- 4년 만에 감소세 전환. 단, 수주액 비교적 양호
  - ✓ 민간 및 주택수주가 감소세 주도, 상하반기 증가율 상고하저 패턴

2017년 국내 건설수주 전망

구분	2014	2015			2016			2017(e)		
	연간	상반기	하반기	연간	상반기	하반기	연간	상반기	하반기	연간
건설 수주액(조원, 당해년 가격)										
공공	40.7	23.4	21.3	44.7	18.7	28.7	47.4	20.5	23.7	44.2
민간	66.7	50.5	62.8	113.3	50.3	67.1	117.5	54.8	49.1	103.8
토목	32.7	22.0	23.5	45.5	16.3	21.9	38.2	22.5	18.8	41.3
건축	74.7	51.9	60.6	112.5	52.8	73.9	126.7	52.8	53.9	106.7
주거	41.1	30.7	37.0	67.7	31.1	44.9	75.9	29.6	31.1	60.7
비주거	33.7	21.2	23.6	44.8	21.7	29.0	50.7	23.2	22.8	46.0
계	107.5	73.9	84.1	158.0	69.0	95.8	164.9	75.3	72.7	148.0
증감률(%, 전년 동기비)										
공공	12.6	8.1	11.8	9.8	-20.2	34.8	6.0	9.8	-17.5	-6.8
민간	21.0	80.5	61.9	69.7	-0.3	6.9	3.7	8.8	-26.9	-11.6
토목	9.4	22.1	59.6	39.0	-26.1	-6.6	-16.0	38.4	-14.2	8.2
건축	21.7	64.1	40.6	50.5	1.7	22.0	12.6	0.0	-27.1	-15.8
주거	40.3	89.5	48.7	64.7	1.2	21.3	12.2	-4.6	-30.8	-20.1
비주거	4.8	37.5	29.5	33.2	2.3	23.1	13.2	6.7	-21.2	-9.3
계	17.7	48.8	45.4	47.0	-6.6	14.0	4.4	9.0	-24.1	-10.2

주 : 2017년은 한국건설산업연구원 전망치 ; 자료 : 대한건설협회.

CERIK 한국건설산업연구원

42

국토교통부 기준, 세부 분야별 SOC 예산 증감액

(단위: 억원)

	2018년 예산	2019년 예산	YoY 증감	YoY %
국토교통부 SOC 예산	**151,498**	**146,961**	**(4,537)**	**(3.0%)**
교통 및 물류	**126,121**	**118,608**	**(7,513)**	**(6.0%)**
도로	58,899	53,395	(5,504)	(9.3%)
철도	51,969	49,610	(2,359)	(4.5%)
항공. 공항	1,435	1,433	(2)	(0.1%)
물류등 기타	13,818	14,170	352	2.5%
(R&D)	4,667	4,812	145	3.1%
국토 및 지역개발	**25,377**	**28,353**	**2,976**	**11.7%**
수자원	11,205	10,884	(321)	(2.9%)
지역 및 도시	11,544	14,470	2,926	25.3%
산업단지	2,628	2,999	371	14.1%

Source: 국토교통부, KTB투자증권

<2018년 건설시장 전망>

(단위 : 조원, %)

구 분		2015년	2016년	2017년(전망)			2018년(전망)		
				상반기	하반기 (전망)	소계 (전망)	상반기 (전망)	하반기 (전망)	소계 (전망)
합 계(조원)		158.0	164.9	79.3	74.7	154.0	65.4	70.8	136.2
증감률(%)		47.0	4.4	14.8	-22.1	-6.6	-17.5	-5.2	-11.6
발주자별	공공	44.7	47.4	22.6	24.4	47.0	20.1	22.0	42.1
	증감률	9.8	6.0	20.9	-14.9	-0.8	-11.1	-9.8	-10.4
	민간	113.3	117.5	56.7	50.2	106.9	45.3	48.8	94.1
	증감률	69.7	3.7	12.6	-25.2	-9.0	-20.1	-2.8	-12.0
공종별	토목	45.5	38.2	23.8	20.4	44.2	21.3	19.2	40.5
	증감률	39.0	-16.0	46.1	-6.8	15.7	-10.5	-5.9	-8.4
	건축	112.5	126.7	55.5	54.2	109.7	44.1	51.6	95.7
	증감률	50.5	12.6	5.2	-26.6	-13.4	-20.6	-4.9	-12.8
	주거용	67.7	75.9	31.7	30.6	62.3	25.0	28.8	53.8
	증감률	64.7	12.2	2.2	-31.9	-18.0	-21.2	-5.7	-13.6
	비주거용	44.8	50.7	23.8	23.7	47.5	19.1	22.8	41.9
	증감률	33.2	13.2	9.5	-18.4	-6.5	-19.7	-3.8	-11.8

자료 : 한국건설경영협회, '2018년 건설시장 환경변화와 대응 빌표회'

(2019 KTB투자증권보고서)

국가 예산 중 건설산업 비중은 약 8%로써 연간 500 조원 중 약 40 조원이 건설산업이다. 이중에 민간의 건설산업을 합하면 약 150 조원 정도가 국가의 총 건설 예산이다. 이 중에 약 1.5% 정도가 우리가 개발, 판매하고 있는 주력 제품인 옹벽 공사비로 년간 약 2.25 조원 정도 규모이다. 옹벽 공사비 중에 우리 회사가 특허를 출원하고 시공할 수 있으며 대체할 수 있다고 판단되는 물량은 전체 공사비 중 약 5% 정도로 판단된다면 우리가 수주할 수 있는 공사비는 약 1125 억원 정도이다. 2019년도 우리회사의 매출 규모는 약 10 억원으로 이제 시작 단계이다. 이러한 매출이 지속적인 증가가 되기보다는 토목시공의 특성상 굴곡이 있을 수 있으나 마케팅을 강화하고 기술적인 보완을 한다면 향후 10년 이내에는 연간 약 30 억~80 억 정도의 매출이 가능하리라 판단된다.

(나) 해외 시장규모 및 전망

- 중동 등 주요 해외 시장의 판로개척
- 주요 선진국의 조립식 옹벽 시공 현황 및 예측
- 미국 Neel company “T-WALL”에 대해서 기술하고 해외시장에 진출할 수 있는지 여부를 예측

(다) 사업화 추진 전략

1) 사업화 추진전략 · 방법
가. 시장진입 및 양산, 판로개척

① 매트릭스 옹벽 양산 상세
<u>생산 형태</u>
- 철근 콘크리트 프리캐스트 판넬 제품으로 현장에서 조립하여 완제품으로 완성
필요한 재료
※ 레미콘 - 현장 또는 공장 주위에서 쉽게 구할 수 있는 재료로 굳은 후에 콘크리트
※ 철근 - 판넬을 보강하기 위한 재료로서 주위에서 흔히 구할 수 있다
※ 슬리브 너트, 전산볼트 연결용 볼트 등도 판넬의 연결에 필요한 재료들이다.
강재로 만든 거푸집에 철근과 연결용 슬리브 너트를 고정하고 레미콘을 부어서 성형을 한 후에 양생실에서 증기 양생하여 철근 콘크리트 프리캐스트 판넬을 제작한다.

<u>생산 방식에 의한 구분</u>
※ 건식 생산 - 벽돌을 생산하는 것과 같이 물-시멘트비를 아주 작게하여 진동 다짐에 의해 성형, 생산하는 방식을 건식 생산 방식이라 한다. 몰드라 불리는 거푸집과 여러 장비가 필요하며 생산을 위한 장비가 대형이고 복잡하나 일일 생산량이 많아 생산 원가는 상대적으로 적으나 모양이 거칠고 섬세하지 못 하다.

※ 습식 생산 - 철근 콘크리트 프리캐스트 판넬을 생산하는 일반적인 방식으로 거푸집에 물 시멘트비가 적당한 레미콘을 부어서 성형을 하고 증기양생 또는 수중양생을 하여 생산하는 일반적인 생산 방식이다.

<u>핵심 원재료의 가격</u>
※ 레미콘 - 과거 현재 미래 예측 가능한 가격으로 저렴하며 약 65,000원/㎥
※ 철근 - 가격이 점점 떨어지는 추세이며 약 500,000원/ton 정도이다.
※ 슬리브너트 - O.E.M으로 생산하며 개당 약 1,000원 수준으로 일일이 가공하여야 하므로 비싼 편이다.
※ 일반볼트 - M16㎜ 직경으로 길이는 약 160㎜ 정도이며 개당 약 800원 수준으로 가격이 안정되어 있다.

※ 전산볼트 - M16mm 직경으로 길이 약 350mm로 가공하여 사용한다. 1m에 약 3,500원 수준으로 가격이 안정되어 있다.

생산 규모

일일 판넬 생산량 약 150개 정도의 규모로 초기에 준비하여 월 약 3,000개 정도의 판넬 생산하여 시공 요구량에 대응

② 타겟 시장에 대한 구체적인 사업화 전략

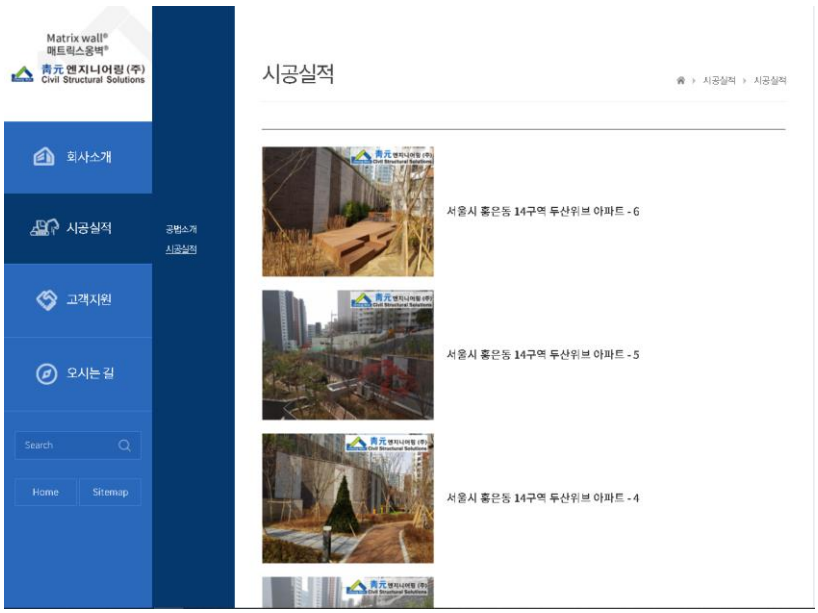
- 매트릭스옹벽®의 주요 수요처는 아래와 같다.
  : 국토교통부 (6대 지방 국토 관리청)/철도시설관리공단/한국도로공사/수자원공사
    서울시 도시기반시설본부 등 각 지자체/민간기업 등
- 이 수요처들에 접근하기 위해 온/오프라인 투-트랙 마케팅 전략이 효과적일 것으로 사료된다.

1) 온라인 마케팅

조립식옹벽, 보강토옹벽 등 옹벽 관련 검색어를 사용하는 모든 건설관련 담당자에게 매트릭스옹벽을 홍보하도록 검색어 키워드 광고와 인터넷 홈페이지를 적극적으로 활용하여 인지도를 지속적으로 증대시켜 건설인 모두 알 수 있도록 적극적으로 홍보



청원엔지니어링㈜ 홈페이지 메인화면



청원엔지니어링㈜ 홈페이지 시공실적 페이지



국내 포털 D사 키워드 광고 화면 캡쳐

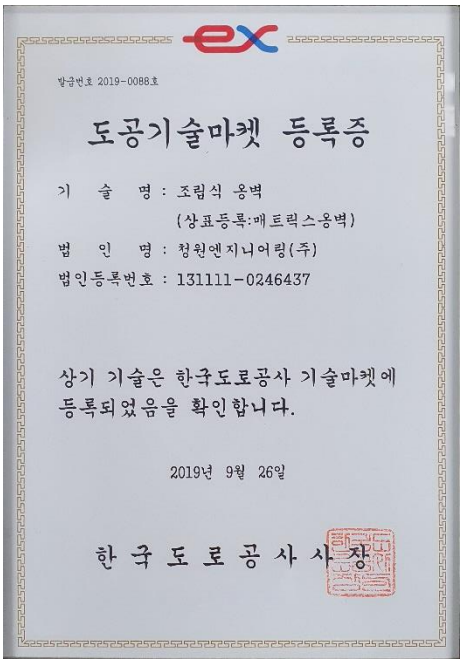


국내 포털 N사 청원엔지니어링㈜ 블로그 화면 캡쳐

2) 오프라인 마케팅

□ 한국도로공사

- 도로공사 기술마켓에 매트릭스옹벽 등록 완료



발급번호 2019-0088호

도공기술마켓 등록증

기 술 명 : 조립식 옹벽
(상표등록:매트릭스옹벽)

법 인 명 : 청원엔지니어링(주)

법인등록번호 : 131111-0246437

상기 기술은 한국도로공사 기술마켓에
등록되었음을 확인합니다.

2019년 9월 26일

한 국 도 로 공 사 사 장

- 마케팅 방법: 설계처에 적극 홍보 및 기술마켓에 등록 사실 확인
- 고속 국도를 설계하는 각 설계사에 매트릭스 옹벽 반영될 수 있도록 담당자에 적극 홍보 (설계기준, 기술형 (턴키, 대안, 기술제안, 공사발주 part)
- 한국건설교통대전 설명회 참여, 기술 설명 및 홍보 진행 (2019.02.25)





□ 국토교통부

- 현재 각 발주처 별로 홈페이지에 신기술을 등록 중에 있음
- 마케팅 방법: 매트릭스옹벽을 신기술 등록하고 각 발주처 별로 공사과, 설계과에 적극적으로 홍보

국도를 설계하는 각 설계사에 매트릭스 옹벽 반영될 수 있도록 담당자에 적극 홍보

서울지방 국토관리청/부산지방 국토관리청/원주지방 국토관리청/대전지방 국토관리청/익산지방 국토관리청



매트릭스옹벽 서울시 특정제품 공법 등록 화면 캡쳐

□ 엔지니어링회사

- 기존공법과 매트릭스옹벽의 경제성 분석 등 시공현장에 반영시키기 위한 자료 준비 및 요구사항 적극 수용 협력 관계 강화
- 도화엔지니어링(주)/한국종합기술(주)/(주)건화/(주)유신/동명기수공단/선진엔지니어링㈜/(주)삼안/(주)이산/KG엔지니어링(주)/평화엔지니어링(주)

기타 종합엔지니어링사에 적극적으로 홍보하여 매트릭스 옹벽을 설계에 반영하도록 담당자와 교류

□ 브로슈어

- 매트릭스옹벽의 특성, 규격, 기술적 장점과 조립방법 그리고 주요 현장 시공실적을 담아낸 브로슈어를 홍보에 활용한다.







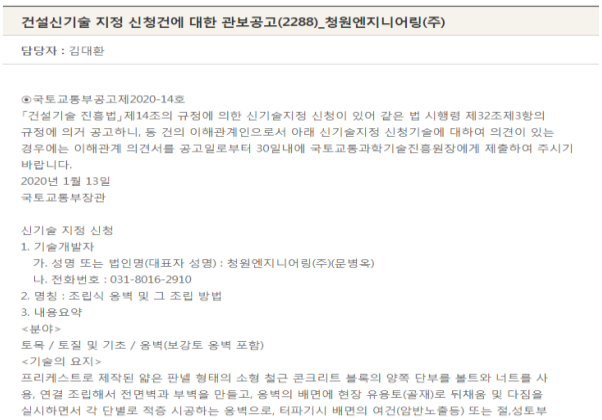


나. 사업화 관련 인증 (신기술 등) 확보 방안

<u>특허등록 및 신기술 지정</u>

특허 제 10-1213589 조립식 옹벽 및 그 조립 방법

이미 특허를 등록하여 사업을 수행하고 있으며 상세한 검증이 필요한 상태로 지원화 사업을 통하여 매트릭스옹벽의 설계계산, 시방서 등을 완벽히 검토 완성하고 지진에 대한 모형실험, 현장의 시공결과 계측을 실시하여 신기술을 지정 받는다.


건설신기술 지정 신청건에 대한 관보공고(2288)_청원엔지니어링(주)

담당자 : 김대환

◉국토교통부공고제2020-14호
「건설기술 진흥법」제14조의 규정에 의한 신기술지정 신청이 있어 같은 법 시행령 제32조제3항의 규정에 의거 공고하니, 동 건의 이해관계인으로서 아래 신기술지정 신청기술에 대하여 의견이 있는 경우에는 이해관계 의견서를 공고일로부터 30일내에 국토교통과학기술진흥원장에게 제출하여 주시기 바랍니다.
2020년 1월 13일
국토교통부장관

신기술 지정 신청
1. 기술개발자
가. 성명 또는 법인명(대표자 성명) : 청원엔지니어링(주)(문병옥)
나. 전화번호 : 031-8016-2910
2. 명칭 : 조립식 옹벽 및 그 조립 방법
3. 내용요약
<분야>
토목 / 토질 및 기초 / 옹벽(보강토 옹벽 포함)
<기술의 요지>
프리캐스트로 제작된 얇은 판넬 형태의 소형 철근 콘크리트 블록의 양쪽 단부를 볼트와 너트를 사용, 연결 조립해서 전면벽과 부벽을 만들고, 옹벽의 배면에 현장 유용토(골재)로 뒤채움 및 다짐을 실시하면서 각 단별로 적층 시공하는 옹벽으로, 터파기시 배면의 여건(암반노출등) 또는 절,성토부


건설 · 2288 (지정신청) 조립식 옹벽 및 그 조립 방법

건설신기술 신청 완료 - 제 2288호/관보공고 완료/**1차 심사 2020.3月 진행 예정**

다. 사업화 관련 예상 매출

①. 국내 시장규모 및 전망

- 국가 건설 예산 약 40조원 (연 500조원 중 약 8%) + 민간 건설산업 예산
  = 연 약 140조원 총 건설 예산

최근 4년간 건설투자 증감 (예상치 포함)

〈2020년 국내 건설수주 전망〉

구분		2017			2018			2019			2020(e)
		상반기	하반기	연간	상반기	하반기	연간	상반기	하반기	연간	연간
건설 수주액 (조원, 당해년 가격)											
공공		21.9	25.3	47.2	17.2	25.1	42.3	18.5	26.6	45.0	48.9
민간		56.3	57.1	113.3	54.2	58.0	112.2	53.6	50.3	103.9	91.1
토목		23.2	18.9	42.1	21.4	25.0	46.4	21.7	24.9	46.6	48.9
건축		55.0	63.4	118.4	50.0	58.1	108.1	50.4	51.9	102.3	91.1
	주거	31.1	37.4	68.5	25.5	31.0	56.5	27.1	26.9	54.1	46.8
	비주거	23.9	26.1	49.9	24.5	27.1	51.6	23.3	24.9	48.2	44.3
계		78.2	82.3	160.5	71.4	83.1	154.5	72.1	76.8	148.9	140.0
증감률 (%, 전년 동기비)											
공공		17.3	-12.0	-0.4	-21.4	-0.7	-10.3	7.0	5.8	6.3	8.7
민간		11.8	-15.0	-3.5	-3.7	1.6	-1.0	-1.0	-13.3	-7.4	-12.3
토목		42.7	-13.8	10.3	-7.9	32.3	10.2	1.5	-0.3	0.6	4.9
건축		4.2	-14.2	-6.5	-9.0	-8.4	-8.7	0.7	-10.7	-5.4	-10.9
	주거	0.2	-16.8	-9.8	-18.0	-17.1	-17.5	6.3	-13.1	-4.3	-13.3
	비주거	9.8	-10.1	-1.6	2.8	3.9	3.4	-5.2	-8.0	-6.7	-8.2
계		13.2	-14.1	-2.6	-8.7	0.9	-3.7	0.9	-7.6	-3.6	-6.0

2019년 하반기 및 2020년 한국건설산업연구원 전망치. 자료=대한건설협회.

- 옹벽 공사비 연간 약 2.1조원 (건설예산 중 약 1.5%)
→ 본사 제품인 매트릭스 옹벽으로 신시공 혹은 대체가능 비율을 약 1%로 가정하면 본사가 수주 가능한 공사비는 연간 약 210억원
- 2019년 매출 약 10억원
→ 신기술 취득, 마케팅 강화, 제품 보완을 통해 향후 10년 이내 **연간 약 30억~100억 매출**이 가능할 것으로 예상

② 사업화관련 예상 매출

<연도별 예상 매출액> (단위: 백만원)

구 분		(2018)년 (기술개발 전년)	(2019)년 (개발종료 해당년)	(2020)년 (개발종료 후 1년)	(2021)년 (개발종료 후 2년)
사업화 기술(제품, 공법)		매트릭스옹벽	매트릭스옹벽	매트릭스옹벽	매트릭스옹벽
투자계획(백만원)		30	60	90	120
판매 계획 (백만원)	내 수	500	1000	1500	2000
	직접수출	0	0	0	0
	간접수출	0	0	0	0
	계	500	1000	1500	2000
비용절감(백만원)		-	-	-	-
수입대체(백만원)		-	-	-	-

2. SWOT 분석

본 과제에서 수행한 매트릭스옹벽®의 SWOT 분석 결과는 다음의 표와 같으며, 사업화를 위한 세부 전략을 하기에 서술하였다.

강점 (Strength)	약점 (Weakness)
- 철근 콘크리트를 사용한 판넬을 제작하고 전면벽과 부벽을 세워서 시공하므로 보강토 옹벽으로 불가능하였던 기존의 철근 콘크리트 옹벽을 대체 가능 - 새로운 공법의 옹벽이 필요하지만 현장의 좋지 않은 여건으로 인하여 평면 선형이 변경되어 옹벽이 없어졌거나, 교량과 같은 구조물로 변경 설계가 된 곳에 적용가능 - 보강토 옹벽 대체하는 시장 규모가 큼 - 수해복구 등 급속시공이 필요한 곳에 적용가능 - 옹벽용 판넬의 제작 속도가 빠르므로 대규모 시공이 가능하며 수요가 기하 급수적으로 늘어나도 공장의 증설없이 대응이 가능	- 새로운 기술에 대한 국내 기술자의 부정적 인식으로 도입에 진입장벽이 존재함 - 8m 이하의 높이에서 공사비가 보강토에 비하여 상대적으로 비싸다. - 개발초기 제품으로 품질관리가 보강토 옹벽에 비하여 상대적으로 어렵다.
기회 (Opportunity)	**위험요소 (Threat)**
- 보강토 옹벽이 사고가 빈번하게 발생하므로 공사비를 조금만 낮추면 대체 옹벽으로 충분히 성공할 수 있으며, 수요가 급팽창할 것으로 확실시됨 - 점점 열악해지는 공사현장의 여건으로 인하여 고 성토,	- 옹벽이 보강토 옹벽에 비하여 상대적으로 튼튼하고 강성이 크므로 부벽사이의 흙의 되메우기를 소홀히 할 경우 준공 후 문제 발생의 소지가 있다. - 개발초기 제품으로 마케팅이 원활하게 이루어지지 않을

고절토 구간이 증가하면서, 이에 따르는 높은 옹벽의 필요성도 자연히 많아질 것으로 판단되며 보강토 옹벽 등, 기존의 기술로는 불가능 하다고 여겨지는 높은 옹벽의 안정, 지진에 대한 안전, 하천변에서의 안전성 확보를 위하여 사용하는 곳이 많아질 것으로 사료됨.	경우 제품이 사장될 확률이 있다.

세부전략

SO 전략 (강점공략)	WO 전략 (약점보완)
- 확보된 원천 기술을 통해 제품의 경쟁력 제고 - 옹벽의 장점을 체계적이며 적극적으로 홍보하고 마케팅에 활용 - 보강토 옹벽 대비 안전성을 적극적으로 홍보하고 발주처에 대한 영업을 강화	- 사업화 과제를 통하여 추가적인 시험 시공, 역학적 성능 검증 - 자동화 장비 개발을 통한 공비, 공기 절감
ST 전략 (기회관망)	**WT 전략 (위협회피)**
- 기술력으로 신규기술 도입에 대한 불신 극복 - 발주처, 설계사에 대한 적극적인 홍보로 선택의 확률을 높임 - 친환경 공법에 대한 장점 부각	- 차별화된 기술력 제시 - 건설신기술 획득을 통한 공공성 및 공법에 대한 신뢰도 제고

2. 연구수행내용 및 성과

가. 매트릭스 옹벽®의 계획, 설계, 기공 기술 정립

(1) 설계기준 및 표준시방서의 매트릭스옹벽의 설계 및 시공에 반영

(가) 설계기준의 반영 (매트릭스 옹벽에 반영된 설계기준: 성과증빙서류 40 ~64 p)

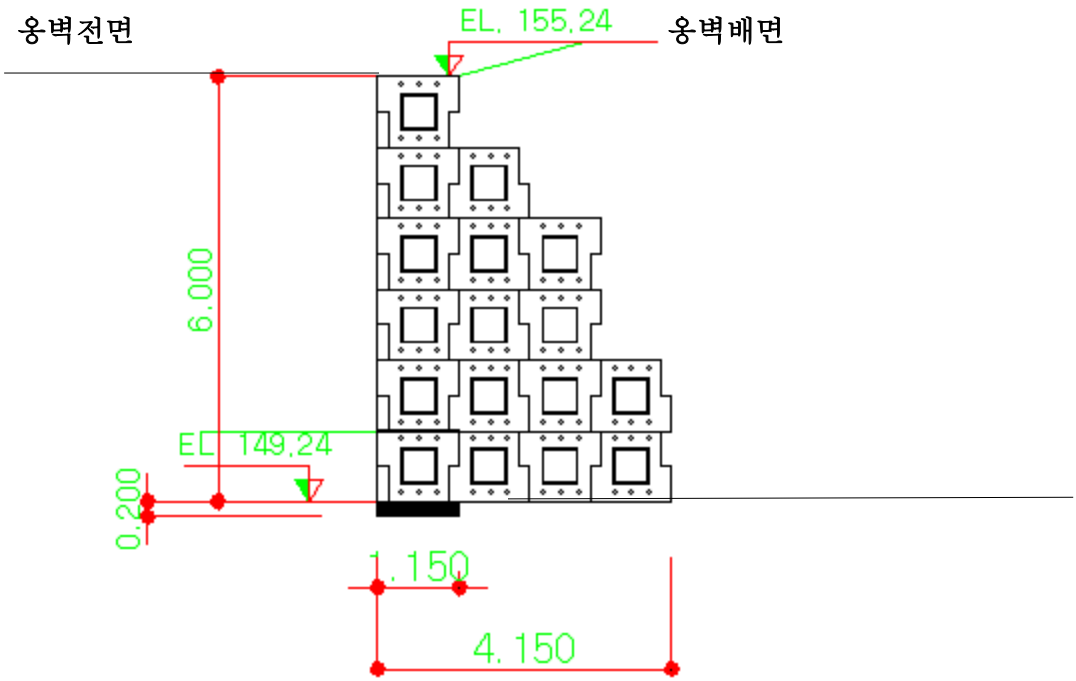
옹벽 설계 시 하기의 설계기준을 활용, 설계와 시공에 반영하고 (구조계산서, 시방서) 각 설계마다 반영 여부를 확인하여 누락이 없도록 검토한다.

관련 법규 및 기준		품질기준 세부내용
설계 기준 (KDS 국가건설기준센터 2018)	KDS 11 80 05	•콘크리트 옹벽의 상시 및 지진시 하중 및 안정 조건 1.7.3 설계 하중 4.3.5 내진 설계 4.4 안전율 전도에 대한 안정 활동에 대한 안정 침하에 대한 안정
	KDS 14 20 20	•콘크리트 구조물 설계시 휨 및 압축 설계 기준 4.2.2 휨부재의 최소철근량
	KDS 14 20 22	•콘크리트 구조물 설계시 전단 및 비틀림 설계 기준 4.1.1 전단강도
	KDS 17 10 00	•구조물의 지진하중 4.2.1.1 지진구역 및 위험도
표준시방서 (KCS 국가건설기준센터 2016)	KCS 11 80 05	•콘크리트 옹벽의 시공 방법 2.1.8 철근 KSD 3504 이형봉강 2.1.9 옹벽 뒤채움잡석 및 되메우기 재료 2.1.11 옹벽 배면 배수용 드레인보드 3.3.4 철근 피복 3.3.9 배수구벙
	KCS 14 20 52	•프리케스트 콘크리트의 자재 및 시공 방법 2.1.1 콘크리트재료 2.1.3 강재 2.4 콘크리트의 강도

(2) 옹벽의 설계기준과 표준시방서에 의한 매트릭스 옹벽®의 계획

(가) 성토부 옹벽에 대한 계획

① 옹벽의 계획(단면계획)



옹벽의 전면이나 배면에 걸리는 지장물이 없으면서 구조적으로 안정되게 계획할 수가 있다. 따라서 하변이 넓고 상변이 좁은 삼각형 형태의 옹벽이 계획된다. (등록특허 10-1213589의 모양에서 큰 변화는 없다.)

옹벽의 높이에 따라 부벽의 개수는 구조계산에 의해 결정되며 옹벽이 높고 위험 구간에서는 부벽을 많이 사용하고 하중이 적고 낮은 구간에서는 부벽을 줄여 상응하는 하중에 자연스럽게 대응하도록 한다.

부벽끼리의 연결은 볼트를 사용하고 상하부는 옹벽구체의 마찰력을 이용하여저항하도록 하며 부족시에는 전단연결 철판을 사용하여 상하부의 전단력에 저항하도록 한다.

② 설계기준 및 표준시방서의 적용성 검토

옹벽의 설계, 시공 시 위에서 언급한 바와 같이 설계기준과 표준시방서에 의해서 설계와 시공이 될 수 있도록 적용성을 검토한다.

설계기준

○ KDS 11 80 05 콘크리트옹벽 2016
○ KDS 14 20 20 콘크리트 휨 및 압축설계기준 2016
○ KDS 14 20 22 콘크리트 구조 전단 및 비틀림 설계기준 2016
○ KDS 17 10 00 내진설계기준 2018

표준시방서

○ KCS 11 80 05 콘크리트옹벽 2016
○ KCS 14 20 52 프리캐스트콘크리트 2016

③ 구조계산서 및 도면의 작성

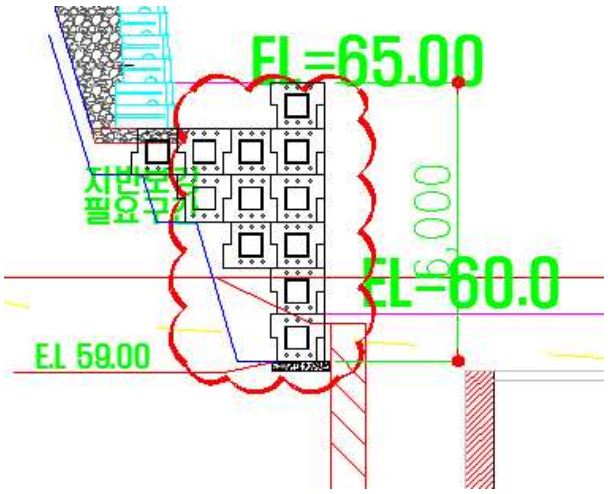
구조계산은 상부로부터 하중을 계산하여 각 단면에 걸쳐서 실시하고 각단별로 안정검토 즉, 전도에 대한 안정, 침하에 대한 안정, 슬라이딩에 대한 안정을 검토한다.

각각의 검토는 상시와 지진시에 대해서 기본적으로 검토를 실시하며, 각 부재의 철근량 검토, 전단검토 그리고 각부분에 대한 상세 검토를 실시한다. 즉, 슬리브 너트의 Cone Failure, Ductile Failure에 대해서 검토를 실시하며, 각 부분의 Local Stress에 대해서도 검토한다.

○ 하중의 적용
○ 각 부재의 안정검토 (상시 및 지진시)
○ 각 부재의 설계(콘크리트 두께 및 철근량 검토)
○ 각 부재의 Local Stress 검토 및 부재 설계 검토

(나) 절토부 옹벽에 대한 계획

① 옹벽의 계획(단면계획)



옹벽배면 옹벽전면

옹벽은 대체적으로 약간 높으면서 옹벽의 배면에 지장물 또는 암반이 발생하여 옹벽의 하부를 넓게 계획하지 못하고 좁은 역삼각형 모양의 옹벽이 된다. 이 때 옹벽의 하부 전면부는 하중의 집중으로 인하여 시공에 주의를 요하며, 쏘일 시멘트 또는 매스콘크리트와 함께 시공을 하여 옹벽의 전면부를 보강하면 안정적인 옹벽이 완성된다. (시공 부지의 성격에 따라 옹벽의 모양이 등록특허 10-1213589의 형태와 판이하게 다르다.)

옹벽의 모양은 옹벽의 배면의 암반 형태를 따라서 자연스럽게 역삼각형 모양이 되고 이는 모양의 불균형으로 시공 시 주의를 요한다. 따라서 부벽이 올라가는 일반 지지토층은 다짐을 주의깊게 하여 침하 등에 의한 하자 발생을 최대한 억제한다.

이러한 역삼각형 형태는 옹벽 상부에서 부벽을 길게 사용하여 지지 지반에 발생하는 전단력에 저항하도록 설계를 하며 이를 이용하여 배면의 상단은 부벽이 길고, 하단의 부벽이 짧은 역삼각형 형태가 형성된다.

② 설계기준 및 표준 시방서의 적용성 검토
- 성토부 옹벽과 같음

③ 구조계산서 및 도면의 작성
- 성토부 옹벽과 같음

(2) 설계 기준에 의한 매트릭스 옹벽®의 구조 계산서 검토(수치해석)
(설계기준에 부합하는 구조계산서 수록: 성과증빙서류 14 ~ 39 p)

(가) 설계기준 적용성 검토
옹벽의 설계시 위에서 언급한 바와 같이 설계기준에 맞도록 적용성을 검토한다.

설계기준
○ KDS 11 80 05 콘크리트옹벽 2016
○ KDS 14 20 20 콘크리트 휨 및 압축설계기준 2016
○ KDS 14 20 22 콘크리트 구조 전단 및 비틀림 설계 기준 2016
○ KDS 17 10 00 내진설계기준 2018

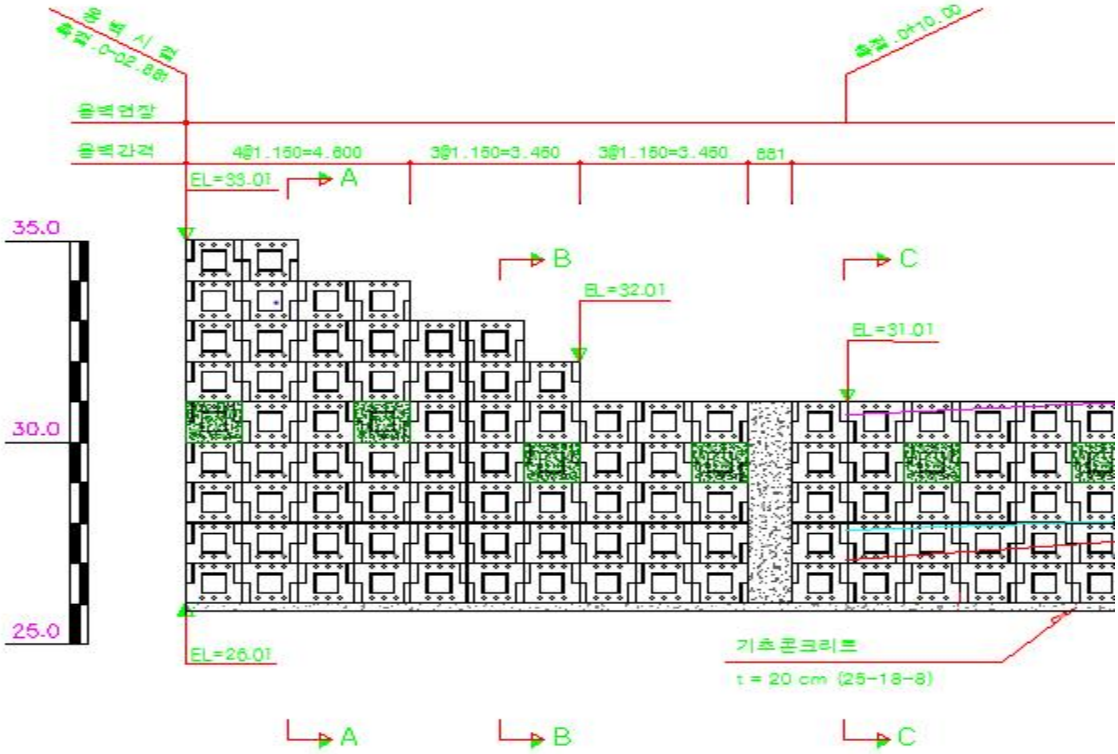
○ 설계기준을 반영한 매트릭스옹벽 구조계산서(수치해석)의 목차 및 적절성 Check List

목차	적용성 검토	적용여부	적용결과	비고
1. 설계조건	1.1. 옹벽의 제원	O	O. K.	
	1.2. 사용재료	O	O. K.	
	1.3. 단위중량	O	O. K.	
	1.4. 지반조건	O	O. K.	
	1.5. 토압의재하	O	O. K.	
	1.6 과재하중	O	O. K.	
	1.7 지진하중	O	O. K.	
2. 단면가정	단면의 높이 / 너비	O	O. K.	
3. 프리케스트 부재	1.00x1.15x0.15	O	O. K.	
4. 외적안정검토(상시)	4.1 수평력의 산정	O	O. K.	
	4.2 수직력의 산정	O	O. K.	
	4.3 전도에 대한 안정	O	O. K.	
	4.4 활동에 대한 안정	O	O. K.	
	4.5 지지력에 대한 안정	O	O. K.	
	4.6 침하량 검토	O	O. K.	

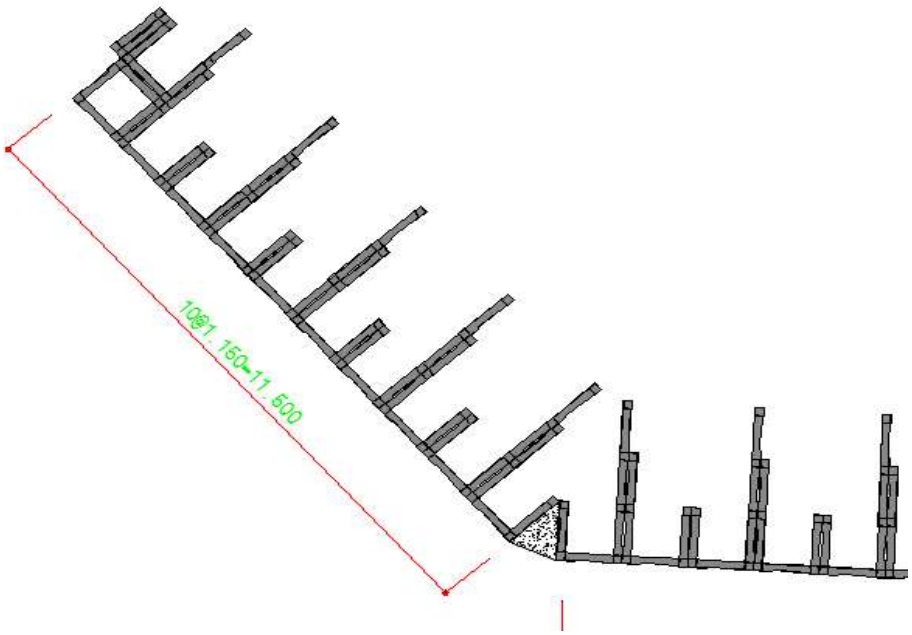
5. 외적안정검토(지진시)	5.1 수평력의 산정	O	O. K.	
	5.2 수직력의 산정	O	O. K.	
	5.3 전도에 대한 안정	O	O. K.	
	5.4 활동에 대한 안정	O	O. K.	
	5.5 지지력에 대한 안정	O	O. K.	
	5.6 침하량 검토	O	O. K.	
6. 내적안정 (부식규정 준수)	6.1 전면블록과 부벽의 연결	O	O. K.	
	6.2 부벽과 부벽의 연결	O	O. K.	
	6.3 연결부 파괴검토	O	O. K.	
	6.4 슬리브너트 검토	O	O. K.	
7. 단면검토(상시)	7.1 휨설계	O	O. K.	
	7.2 전단설계	O	O. K.	
	7.3 균열검토	O	O. K.	
8. 단면검토(지진시)	8.1 휨설계	O	O. K.	
	8.2 전단설계	O	O. K.	
	8.3 균열검토	O	O. K.	

(3) 설계 기준을 따르는 매트릭스 옹벽®의 도면 작성 검토

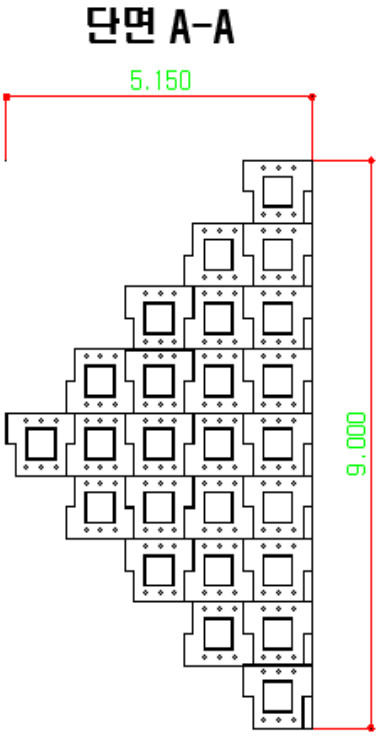
표준 정면도



표준 평면도

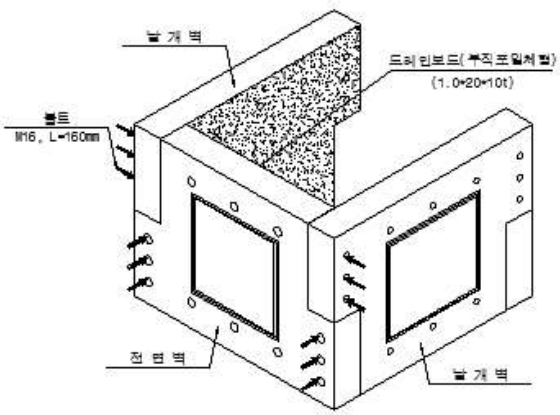


표준 횡단면도

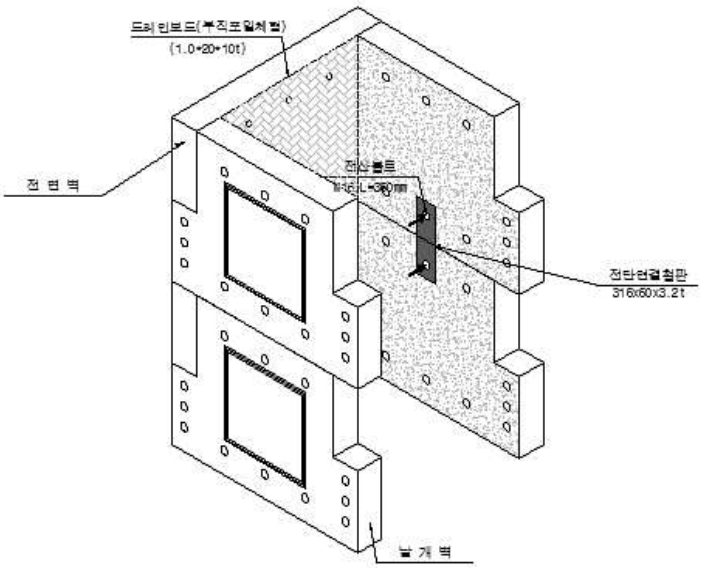


상세도면

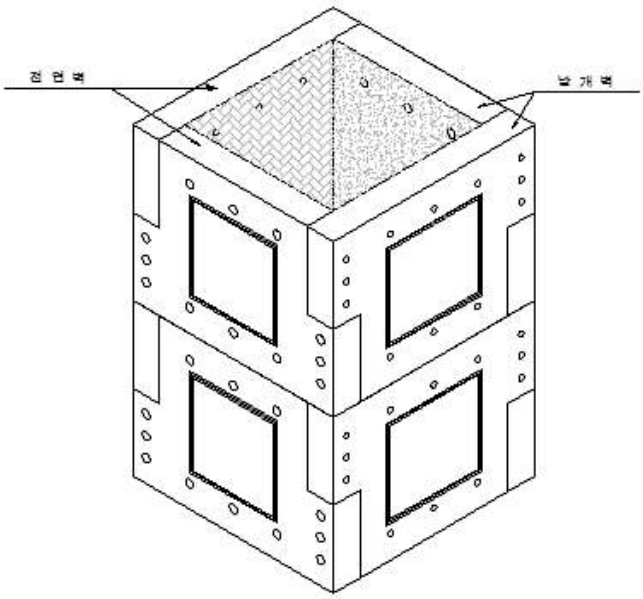
기본형 제작 상세도



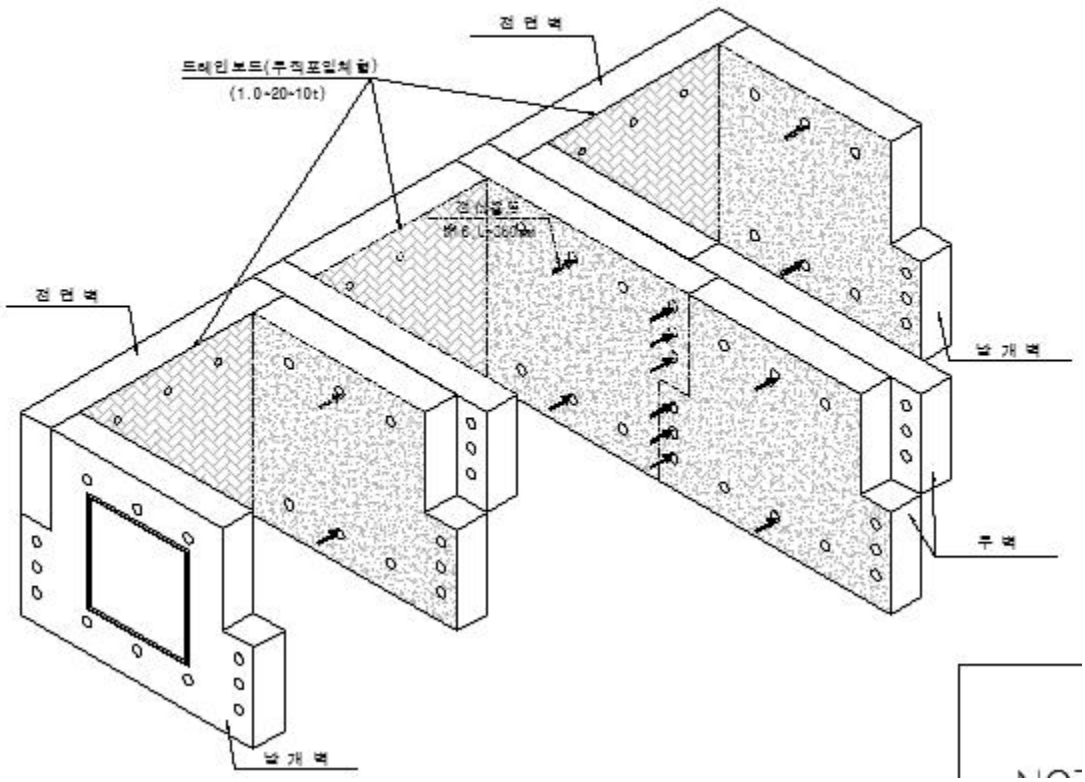
전단연결재 설치도



코너부 조립 상세도



기본형 + 기본형 조립 상세도



※ 옹벽 구조물 일반도, 판넬배근도, 매립슬리브 상세도는 성과 증빙 서류에 수록
(성과증빙서류 1 ~ 3 p)

(4) 매트릭스 옹벽®의 특별시방서 (표준시방서: 성과증빙서류에 수록: 52 ~ 64 p)

매트릭스 옹벽®(MATRIXWALL®) 시방서

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 시방은 매트릭스옹벽용 프리캐스트 블록을 이용하여 현장에서 조립하는 옹벽의 시공에 관한 일반적인 표준을 규정하는 것이다.

(2) 매트릭스 옹벽을 시공하는 경우에는 시공계획서 및 시공 상세도에 기재되어 있는 시공순서에 따라야 하며, 각 시공단계에 있어서 시공정밀도 및 다짐의 정도가 구조물의 안전도에 미치는 영향을 고려하여 주의 깊게 시공해야 한다.

1.2 참조규격

KS B 1002 육각볼트
KS B 1012 육각너트
KS B 1326 와셔
KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
KS F 2301 흙의 입도 시험 및 물리 시험용 시료 조제 방법
KS F 2303 흙의 액성 한계, 소성 한계 시험 방법
KS F 2306 흙의 함수량 시험 방법
KS F 2308 흙의 비중 시험 방법
KS F 2310 도로의 평판 재하 시험 방법
KS F 2320 노상토 지지력비(CBR) 시험 방법
KS F 2324 흙의 공학적 분류 방법
KS L 5201 포틀랜드 시멘트

1.3 용어의 정의

(1) 매트릭스옹벽용 프리캐스트 블록

매트릭스옹벽에 사용되는 콘크리트 프리캐스트 블록으로, 이 블록을 조립하여 옹벽을 구성하는 구조체로 옹벽의 전면판과 배면의 부벽으로 사용되는 콘트리트판을 말한다.

본 매트릭스옹벽용 프리캐스트 블록의 규격은 현장의 작업여건에 맞도록 제작하며, 일반적인 규격은 가로 × 세로가 1.15m × 1.00m이고, 두께는 0.15m이다.

(2) 연결구

블록과 블록을 연결할 목적으로 블록 제작 시 홀을 설치하여 블록간의 연결부에 설치되는 구멍이다.

(3) 연결부

블록과 블록의 구조적 연결 장치로 볼트, 너트를 사용한다.

(4) 배수홀

매트릭스옹벽용 블록에 있는 배수홀은 블록 제작시 설치되며 옹벽 시공 후 배면의 침투수를 위한 구멍이다. 매트릭스옹벽 시공시 크레인으로 블록을 인양하기 위한 인양홀로도 활용한다.

(5) 전단철판

콘크리트 상하단의 마찰저항 및 뒤채움재 전단저항이외 진동에 의한 저항을 보조하기 위해 추가하는 철판으로 옹벽의 안정성을 높이고, 시공시 안전을 위한 보강 구조체로 계산상 필요한 곳에 설치한다.

1.4 설계 및 시방기준
[표] 관련법규 및 기준

○ 설계 기준(KDS 국가건설기준센터 2018)

관련 법규 및 기준		품질기준 세부내용	비 고
KDS 11 00 00	지반설계기준	지반설계의 전반적인 내용	
KDS 11 50 05	얕은기초설계기준(일반설계법)	얕은기초의 일반적인 설계에 대해서 기준을 규정	
KDS 11 50 10	얕은기초설계기준(한계상태설계법)	얕은기초의 일반적인 설계에 대해서 기준을 규정	
KDS 11 80 05	콘크리트 옹벽	콘크리트 옹벽의 상시 및 지진시 하중 및 안정 조건에 대해서 설계 기준을 규정	
KDS 11 80 10	보강토 옹벽	보강토 옹벽의 하중 및 안정 조건에 대해서 설계 기준을 규정	
KDS 14 00 00	구조설계기준	콘크리트 및 강구조의 설계기준 제시	
KDS 14 20 01	콘크리트구조설계(강도설계법) 일반사항	콘크리트 구조물 설계시 일반적인 사항의 강도 설계법에 대해서 설계기준을 제시 함	
KDS 14 20 20	콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준	콘크리트 구조물 설계시 휨 및 압축 설계기준에 대해서 설계기준을 제시 함	
KDS 14 20 22	콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계 기준	콘크리트 구조물 설계시 전단 및 비틀림 설계 기준에 대해서 설계기준을 제시 함	
KDS 14 20 50	콘크리트구조 철근 상세 설계기준	콘크리트 구조물 설계시 철근상세에 대해서 설계기준을 제시 함	

○ 표준 시방서(KCS 국가건설기준센터 2016)

관련 법규 및 기준		품질기준 세부내용	비 고
KCS 11 80 05	콘크리트옹벽	콘크리트 옹벽의 시공 방법에 대해서 규정	
KCS 11 80 10	보강토 옹벽	보강토 옹벽의 시공 방법에 대해서 규정	
KCS 11 80 25	돌(블록)쌓기 옹벽	돌(블록) 쌓기 옹벽의 시공 방법에 대해서 규정	
KCS 14 20 52	프리캐스트 콘크리트	크리캐스트 콘크리트의 자재 및 시공 방법에 대해서 규정	

2. 재료 및 제작

2.1. 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리케스트 블록판넬

2.1.1. 개 요

가. 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록 제작은 공장 제작을 원칙으로 하나 현장제작도 가능하다. 다만 현장제작을 할 경우 본 시방서 조건과 일치해야 한다.

나. 시멘트는 KS L5201에 규정된 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하나 필요 시 이외의 규격을 사용해도 되지만 강도 등 본 시방서에서 필요한 요구조건을 만족시켜야 사용할 수 있다.

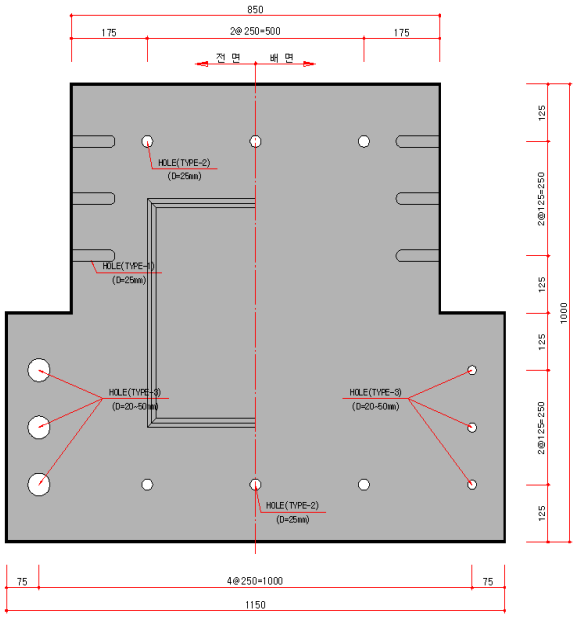
다. 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록의 강도는 최소한 27.0MPa 이상 이어야하며 혼합 공기량, 지연제, 촉진제 등 혼화제 및 혼화재는 레미콘 배합 설계 책임기술자의 승인하에 사용한다.

라. 연결구 및 배수홀은 설계도에 명시된 치수와 허용차에 따라 콘크리트 치기 전에 적절한 곳에 설치한다.

마. 매트릭스 옹벽 시공시 정밀한 시공을 위하여 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록을 위한 거푸집은 제작 오차를 줄이기 위해 강재 몰드를 제작하여 사용하는 것을 원칙으로 하나 필요시 현장에서 다른 재료를 사용하여 몰드를 제작할 수 있으나 콘크리트 블록의 제작오차가 허용 범위 이내로 한다.

2.1.2. 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록

가. 옹벽 설치에 사용되는 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록은 다음과 같다.
콘크리트의 표면은 미관을 위해서 블록의 두께 및 사이즈는 별도의 구조 검토를 통해서 변경이 가능하며, 현장의 여건에 맞추어 가로, 세로 두께를 변화시킨다.



【그림 1】 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록

2.1.3. 시험과 검사

가. 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록의 검사는 압축강도 시험과 육안검사를 실시하며 압축강도 시험의 결과 소요강도가 설계기준강도 이상일 경우에는 양생기간에 관계없이 사용할 수 있다.

나. 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록은 설계기준강도의 70 %를 초과하는 경우 운반설치에 적합한 것으로 한다.

다. 도급자나 재료를 공급하는 자는 시설을 완비하고 빠르고 안전한 방법으로 모든 필요한 샘플 채취 및 시험을 시행하여야 한다.

2.1.4. 거푸집(몰드)

가. 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록 설치시 시공오차를 최소화하고 동일한 규격의 블록을 생산하기 위하여 거푸집(몰드)은 거푸집 도면에 맞게 세심한 주의를 기울여 제작한다.

나. 거푸집(몰드) 제작시 연결구 및 각종홀은 도면의 위치에 맞게 흔들리지 않도록 고정시켜야 한다.

다. 프리캐스트 콘크리트 양생 후 거푸집(몰드) 해체 시에도 연결구 및 배수홀, 개구부가 파손이 되지 않도록 세심한 주의를 기울여 해체하여야 하며 깨끗하게 면처리 하여 매트릭스옹벽 블록 조립에 문제가 없도록 하여야 한다.

2.1.5. 콘크리트 치기(Casting)

가. 거푸집 조립 후에 철근 가공조립 및 연결구 등을 도면에 맞게 설치 후 저면의 평탄 한 면을 전면으로 하고 상면의 노출면을 배면이 되도록 콘크리트를 타설하여야 한다.

나. 콘크리트 타설시 계속적으로 타설하여야 하며 승인된 바이브레타를 사용하고 핸드탬핑(hand

tamping)으로 보충하여 콘크리트가 거푸집의 구석구석까지 미치어 스톤포켓(stone pocket)이나 갈라진 면이 형성되지 않도록 필요한 힘을 가하여 경화시켜야 한다.
다. 균일한 제품이 되도록 매번 콘크리트를 치기 전에 거푸집 내부청소 및 기름칠을 잘하여야 한다.

2.1.6. 양 생(Curing)
가. 양생은 현장의 여건에 따라 습윤양생 및 증기양생을 사용할 수 있으며, 이때 제작 된 매트릭스 옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록은 이 시방서의 규격에 적합하여야 한다.
나. 블록이 양생은 콘크리트 친 후 2~3시간 경과 후에 증기를 가하기 시작하여야 한다.
다. 증기 양생시에는 증기가 콘크리트에 직접 닿지 않도록 하여야 하며 상대습도 100%가 되어야 한다.
라. 증기 양생시 온도의 상승 및 하강은 시간당 20℃를 넘지 않도록 한다.
마. 온도상승은 60~70℃될 때까지 하며 콘크리트가 소요강도에 도달할 때까지 최고온도를 유지하여야 한다.
바. 온도의 하강은 외기 온도보다 10℃ 높아질 때까지 서서히 하강한다.
사. 증기 양생후에도 적절한 습윤 상태를 유지 하여야 한다.
아. 각각의 블록은 충분한 기간 양생시켜 콘크리트가 규정된 강도를 발휘하도록 하고 설계기준강도에 이르지 않는 전면판은 사용할 수 없다.

2.1.7. 거푸집 제거
거푸집은 각각의 블록이 손상 없이 옮길 수 있을 때까지 그대로 놓아두어야 하며 거푸집 해체시 개구 및 연결구 등의 파손이 되지 않도록 철저한 주의를 기울여야 한다.

2.1.8. 콘크리트 마무리
블록의 콘크리트 표면은 거칠지 않도록 마무리를 시행하여야 한다.
2.1.9. 압축강도
가. 최소의 소요 강도를 결정하기 위한 압축강도 시험은 양생 후 슈미트 햄머로 실시하며, 특별한 경우 원통형 공시체에 시험을 실시한다.
나. 원통형 공시체는 3개를 준비하여 압축강도 시험을 실시하며 평균압축강도는 설계기준강도 이상이어야 하며, 최소 압축강도는 90%이상이 되어야 한다.
나. 시험방법은 KS F2405 와 일치하여야 한다.

2.1.10. 폐 기
각개 제품은 위의 규정 중 어느 하나의 요건에라도 맞지 않는 경우 이를 폐기하여야 한다. 여기에 부가하여 다음과 같은 결함 중 하나 또는 그 이상을 가진 제품은 폐기 처분하여야 한다.
가. 불완전한 거푸집(몰딩)으로 인하여 허용오차범위를 벗어나는 블록.
나. 콘크리트의 봉소 상태(honey-comb), 또는 균열이 허용 범위를 초과하는 블록.

2.1.11. 취 급

가. 모든 제품은 부분적으로 파손되거나 균열의 발생 또는 지나친 휨응력이 가해질 위험이 없는 방법으로 취급되어야 한다.

나. 블록의 운반은 소형 크레인이나 백호(Back hoe)를 사용한다.

다. 블록에 있는 인양홀(Lifting Hole)에 인양고리를 걸어서 안전하게 운반한다.

라. 블록 적재시 손상을 방지하기 위하여 반드시 블록과 블록 사이에 단단한 목재 받침대를 놓고 수평으로 보관하여야 한다. 블록은 10층 이상으로 쌓아 놓아서는 안 되고 가장 아래쪽의 판도 목재 받침대 위에 놓아야 한다.

2.2. 연결봉

2.2.1 연결봉의 시공

가. 연결봉은 아연도금 강봉 또는 부식에 충분한 두께 또는 내구성을 가질 경우 일반 강봉을 사용하여 연결구에 삽입하여 블록을 조립한다.

나. 연결구와 연결봉 사이의 공극 노출부는 미관을 좋게 하기 위하여 실런트 또는 몰탈로 충진하며, 미관의 고려가 필요치 않은 곳이나 철거 후 재사용하기 위한 곳은 충진을 할 필요가 없다.

2.3. 뒤채움 재료

2.3.1 옹벽구조물 뒤채움에 사용되는 재료는 “표 1. 흙쌓기 재료의 품질기준” 규정된 것을 사용하여야 한다.

2.3.2 단, 현지재료의 활용, 경제성 등을 고려하여 감독원의 승인을 받은 경우에는 아래 규정과 동등 성능 이상의 재료를 사용할 수 있다.

표 1. 흙쌓기 재료의 품질기준

공 종 / 규격기준	노 체	노 상	비 고
최 대 치 수 (mm)	150 이하	100 이하	-
수정 CBR (시방다짐)	2.5 이상	10 이상	KS F 2320
5mm체 통과율 (%)	-	25 ~ 100	-
0.08mm체 통과율(%)	-	0 ~ 25	KS F 2301, KS F 2309
소 성 지 수	-	10 이하	KS F 2303
다짐후의 건조밀도	1.5t/m^3이상	-	-

3. 시 공

3.1. 기 초

3.1.1. 기초(Foundation)의 준비

가. 구조물의 기초는 그 폭을 블록의 길이와 같게 하거나 또는 초과하여 준비하며 블록의 정밀 시공을 위하여 4%이내의 배면경사를 주어 블록의 조립시 문제가 없도록 하여야 한다.

나. 기초 콘크리트를 시공하기 전에 기초 지반은 충분히 다져야 한다.

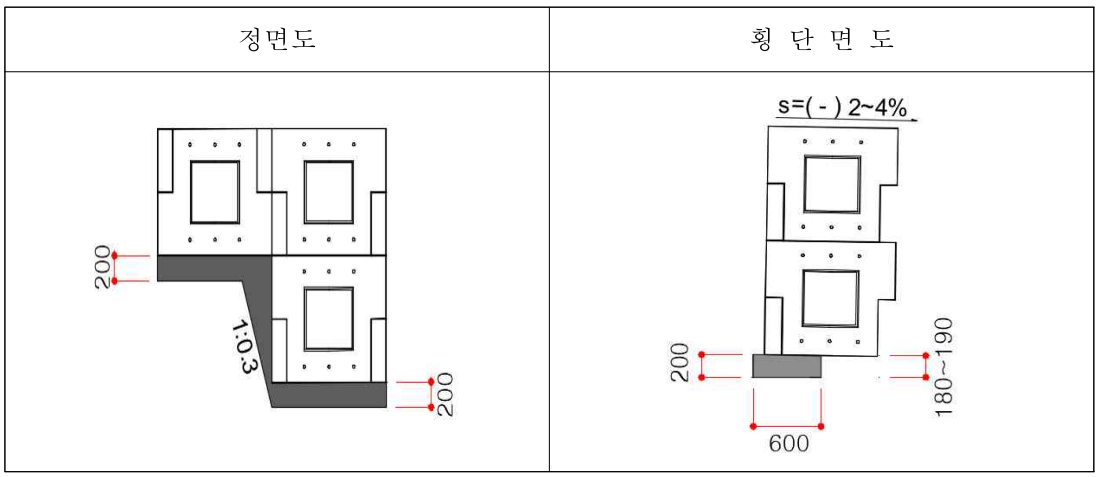
3.1.2. 기초의 시공

가. 콘크리트 전면블록의 기초는 재령 28일 압축강도가 16 MPa 이상인 레디믹스트 콘크리트를 사용하며, 설계도서에 제시된 기초 엘리베이션에 맞추어 기초 콘크리트를 타설한 후 전면블록이 설치되기 전에 최소한 24시간 이상 양생시켜야 한다.

나. 기초 콘크리트의 규격은 보통 깊이 20 cm와 폭 40 ~ 50 cm로 하며 지반 조건에 따라 적절하게 규격을 변경 할 수 있다.

다. 지반의 고저에 따라 변화가 있을 때에는 기초 콘크리트도 이에 맞추어 【그림 2】의 정면도와 같이 계단식으로 준비하여 전면판이 항상 수평하게 설치될 수 있도록 하여야 한다.

라. 하단의 부벽 연결부에도 【그림 2】의 단면도와 같이 기초 콘크리트를 타설하여 엘리베이션을 맞추는데 용이하도록 배면으로 (-) 0~4% 이내의 기울기를 주어 정밀하게 시공하여야 한다.



【그림 2】 기초 콘크리트 및 블록 설치

3.2. 매트릭스옹벽용 콘크리트 프리캐스트 블록 설치

3.2.1. 설치 개요

가. 전면 블록은 크레인 또는 적정한 장비로 현장의 위치에 맞도록 거치 후 전면 블록의 개구에 맞추어 부벽을 설치하거나, 전면벽과 부벽을 연결 한 후, 또는 필요한 조립을 한 후 현장의 위치에 맞도록 거치한다.

나. 아랫단의 블록을 조립 한 후 뒤채움을 실시하고, 옹벽의 안정성을 확보 한 후 윗 단의 블록 조립을 실시한다.

다. 블록의 조립은 조립 상세도의 순서에 따라 주의하여 조립하여야 한다.
라. 프리캐스트 블록은 자중 및 운반에 충분히 견딜 수 있도록 설계 제작되었으며, 연결되는 연결구는 파손이 되지 않도록 세심한 주의를 하여야 한다.
마. 연직 방향의 완성후의 수직도는 ±0.04H 및 최대 높이가 10.0m 일 경우 40.0cm까지 이며 그 이상의 높이는 현장의 여건을 감안하여 설계책임 기술자가 결정한다.

3.3. 뒤채움 실시
뒤채움 작업은 재료 포설 및 장비 다짐 시 전면블록 및 부벽의 변형에 특히 유의하여 진행하여야 하며, 침투수의 배수에 특히 신경을 써서 뒤채움을 실시하여야 한다. 특히 현장에서 예상치 못한 지하수등을 발견 하였을 경우 유공관등 적절한 대책을 세워서 뒤채움을 실시하여야 한다.
가. 뒤채움은 전면판의 설치 높이까지 실시하며 시공 현장의 뒤채움 시방서에 따라서 적절하게 다짐을 시행한다.
나. 뒤채움 재료는 현장에서 요구하는 시방서에 적합한 재료를 사용해야 한다.
다. 뒷채움의 다짐 두께는 블록단위로 500 ㎜정도로 하며 규정된 밀도를 얻기 위하여 필요하다면 다짐 두께를 줄일 수 도 있다.
라. 뒤채움재의 포설작업은 부벽과 평행하게 실시하여 특히 전면 블록 부근에서는 인력으로 포설 하는 것이 좋고 장비로 포설시 전면 및 부벽 블록이 손상을 받지 않도록 주의하여야 한다.
마. 뒤채움재의 다짐도는 실내다짐(KS F2312) 시험치의 85 % 이상이어야 하며, 현장의 시방서에 의한 다짐도를 만족하여야 한다. 이때, 옹벽 배면의 지장물 등으로 인하여 다짐도를 만족시키지 못할 경우, 보완사항으로 쏘일- 시멘트, 빈배합의 몰탈, 저강도의 레미콘으로 뒤채움을 실시 할 수 있으며, 이때에는 배면의 침투수 배수에 특히 유의하고 유공관등을 사용하여 배수를 원할히하여 배면 수압을 억제하도록 하여야 한다.
바. 뒤채움재 다짐 시 전면 블록에서 2.0m 이내에는 중장비의 접근을 막아야 하며 1 톤 진동롤러 또는 소형 다짐장비로 전면 블록이 밀려나오지 않도록 전면블록에서 안쪽으로 다짐을 진행하여야 한다.
사. 전면 블록 근처의 2.0m이내의 다짐은 “마” 항에서 규정한 다짐도로 관리하지 않고 소형다짐장비로 4회 왕복 다짐하는 것으로 다짐을 완료한다.

(5) 매트릭스 옹벽®의 유지보수 방안

- 성과증빙서류 9 ~ 13 p 수록

나. 매트릭스 옹벽®블록(판넬)의 제작(생산) 기술

(1) 매트릭스옹벽® 블록(판넬)의 생산

(가) 몰드제작



매트릭스옹벽의 판넬의 생산은 두 가지 방식이 가능하다. 첫째는 거푸집에 철근을 배근하고 레미콘을 타설해서 설계강도가 나올 때까지 양생하여 제작하는 방식(습식)이고, 둘째는 상기 그림과 같은 몰드를 제작하여 철근을 거치한 후 물:시멘트비가 적은 레미콘을 타설하고 진동을 주어서 판넬을 제작하는 방식(건식)이다. 두 가지 방식은 각자 제작 방식에 따라서 장, 단점이 있는데 매트릭스옹벽은 후자인 건식 방법으로 제작한다.

○ 판넬생산방식에 따른 장단점

건 식	습 식	비고
1. 몰드를 기계에 거치하여 판넬을 생산하므로 단일몰드 사용 2. 공장에서 진동다짐을 하여 생산하므로 생산속도가 빠르다 3. 한개의 몰드를 사용하므로 일정한 규격의 판넬이 생산된다. 4. 소량의 물을 사용하여 판넬을 생산하므로 콘크리트 면이 거칠다. 5. 증기 양생을 하므로 판넬의 강도가 높고 생산 주기가 짧다. 6. 생산 속도가 빠르므로 대량 생산이 가능하다. 7. 위와 같은 이유로 개당 생산 단가가 낮다.	1. 거푸집을 사용하여 판넬을 생산하므로 많은 수의 거푸집이 필요하다. 따라서 거푸집의 준비에 많은 비용이 소요된다. 2. 슬럼프를 갖는 일반 레미콘을 사용하여 각각의 거푸집에 타설하므로 생산속도가 느리다. 3. 증기양생을 위해서 레미콘 타설 후 거푸집과 함께 이동해야하므로 생산이 번거롭고 건식에 비하여 상대적으로 많은 거푸집이 필요하고 생산성이 낮다. 4. 습식으로 거푸집을 사용하므로 탈형 후 표면이 깨끗하다. 5. 위와 같은 이유로 개당 생산 단가가 높다	판넬의 제작은 표면이 거칠기는 하지만 개당 제작단가가 낮고 생산속도가 빠르므로 현장의 시공에 적절히 대응 할 수 있으므로 **건식 생산에 의한 판넬을 사용**한다. 그러나 필요시 습식으로 생산한다.

(나) 생산공장에 몰드 거치



(다) 판넬블록용 콘크리트 타설



(라) 몰드 탈형



(마) 증기 양생



(바) 검사 및 야적



(2) 매트릭스옹벽®판넬 (블록) 제작 기술 개선

- 판넬 제작 기술 향상 목적으로 연결부 개선/철근망 개선을 진행하였고 자체실험을 통해 2018년 삼성전자 평택캠퍼스 2기 시공 때부터 적용함

1) 연결부 개선 (볼트/너트 테스트 결과: 성과증빙서류 71 ~ 74 p)



(전) 일반 연결 너트



(후) 나팔관 슬리브 너트

- 시공효율 개선 목적 슬리브 너트 교체 → 일반 연결 너트에서 나팔관 슬리브 너트로 변경
- 시간당 조립 블록 개수 2배 증가 → 시공효율 개선으로 시공 속도 ↑

2) 철근망 개선 (콘크리트 압축강도 테스트 결과: 성과증빙서류 68 ~ 70 p)



(전) 일반 연결 너트+가로라인 배근



(후) 나팔관 슬리브 너트+가로/세로 라인 배근

- 블록의 강성 증대를 위해서 철근망 보완 → 철근을 추가 배근해서 블록의 강성 증대시킴
- 한국콘크리트시험원 콘크리트 압축강도 테스트 결과값: 37MPa (기준치인 27 MPa 이상)

3) 철근 콘크리트 판넬 제작용 철근 개선 전후 비교

Before



After



(3) 매트릭스옹벽® 블록(판넬)의 특허 출원 및 등록

세부 목표의 매트릭스옹벽 판넬 제작기술중에서 단위 성과(최종성능목표)의 판넬 경량화 및 판넬 연결부의 개량을 위해서 연구한 결과를 특허로 출원하고 이 중에서 ' 조립식옹벽 및 이의 시공방법' 은 특허를 등록하였으며 판넬 무게의 30% 이상 감소, 연결부의 20% 이상 감소한 개념 특허를 등록하였다.

(연구노트 제출 기완료/변리사 자문 내용: 성과증빙서류 65, 67p)

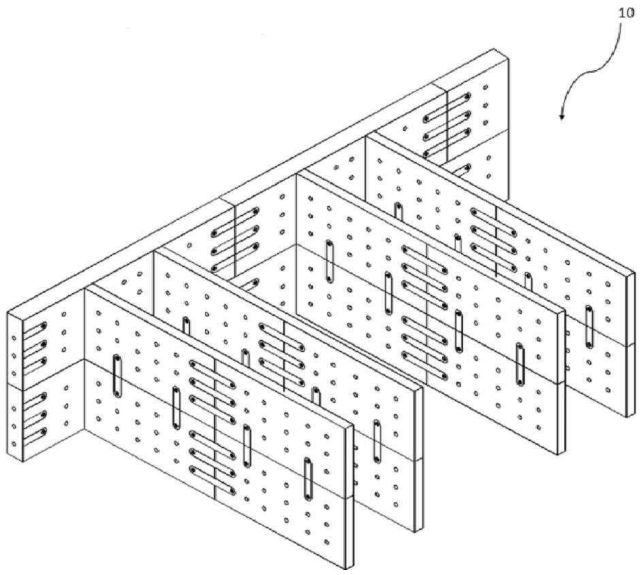
(가) 특허 등록

등록명 : 조립식 옹벽 및 이의 시공방법 (**등록번호 10-2019621**)

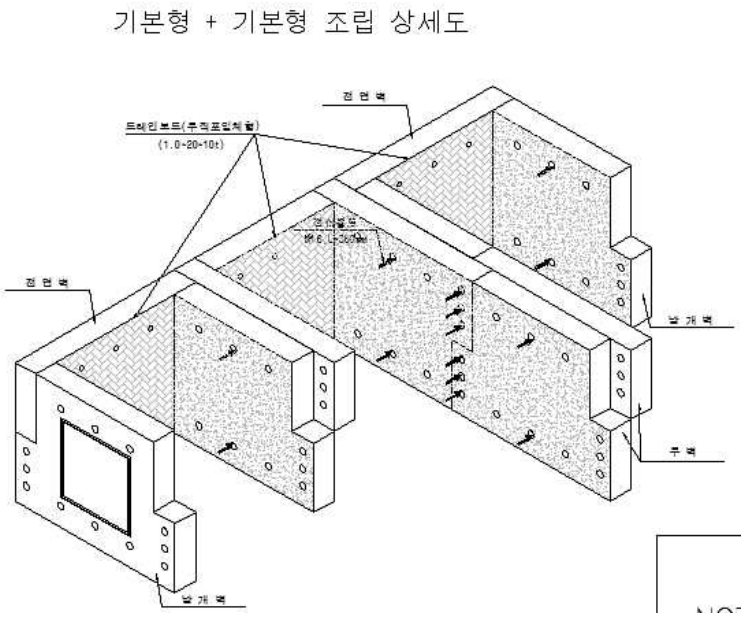
등록일자 : 2019년 09월 02일

① 특허의 내용

본 발명은 가로폭이 높이 보다 큰 직육면체 형상의 패널바디, 상기 패널바디의 전후방을 관통하며 상기 패널바디의 길이 방향을 따라 다수 개 배치된 관통홀 및, 상기 패널바디의 양측면에 구비된 측면홀;을 구비한 패널을 구비한 조립식 옹벽에 있어서, 가로폭이 높이 보다 큰 직육면체 형상의 패널바디, 상기 패널바디의 전후방을 관통하며 상기 패널바디의 길이 방향을 따라 다수 개 배치된 관통홀 및, 상기 패널바디의 양측면에 구비된 측면홀;을구비한 패널을 구비한 조립식 옹벽에 있어서, 상기 패널은 배후토사의 전면에 밀착되는 전방패널; 상기 전방패널의 후면에 연결되되, 상기 전방패널과 수직하게 구비되는 후방패널; 및 상기 전방패널의 관통홀을 지나 일단이 상기 후방패널의 측면홀에 고정되는 체결부재;를 포함하는 것을 특징으로 하는 조립식 옹벽에 관한 것이다.



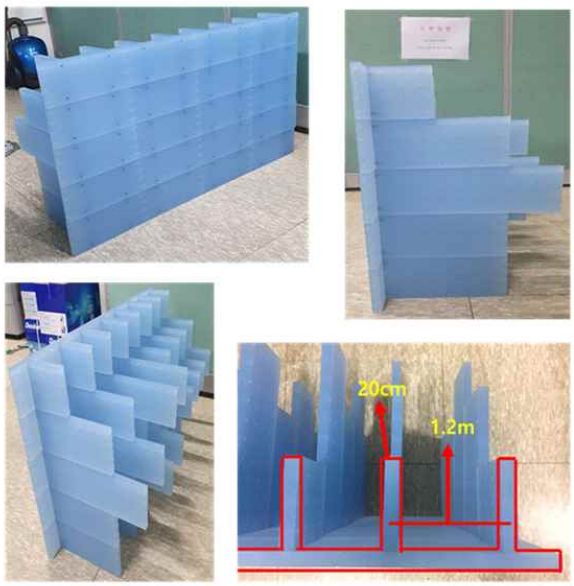
② 기존 매트릭스옹벽 단면



③ 특허 출원전과 후의 옹벽의 상세 비교

구 분	연결부 (전면)	연결부 (부벽)	단일 개당 부벽길이	부벽사용 (두께)	장점	비 고
기존 매트릭스옹벽 특허 제10-1213589	6개소 * 2 = 12 개소	6개소 + 최대 6개소	1.0 m	2개를 겹쳐서 사용	시공이 간편하고 어떤 형태로든 시공 가능	2019년 신기술 지정 신청
개량된 매트릭스옹벽 특허 제10-2019621 (등록 19.09.02)	4개소 ~ 6개소	없음 (필요시 연결부 개선)	최대 4.0 m	1개 단면	전면부 침하에 대한 억제로 구조성능 개선	지속 개선 개량 후 제품 상용화 예정
개선점	연결부 30% 이상 감소 가능	볼트 사용 억제	부벽 연결 최소화	두께 50% 감소 가능	현장여건에 따라 반영	철도변에 시공 시 진동에 대한 저항성 우수하므로 추가로 연구 필요

④ 특허 출원전과 후의 모형 비교

기존 매트릭스옹벽 특허 제10-1213589	개량된 매트릭스옹벽 특허 제10-2019621 (등록 19.09.02)
	

- 연결부의 판넬 두께 감소와 블록 경량화 모사 실험
- 전면벽 판넬 내측 지간 1~2m 범위로 자유롭게 조절 가능
- 부벽두께 30cm → 20cm로 감소 (부벽 길이도 단위블록으로 1~3m 스케일로 조절 가능)

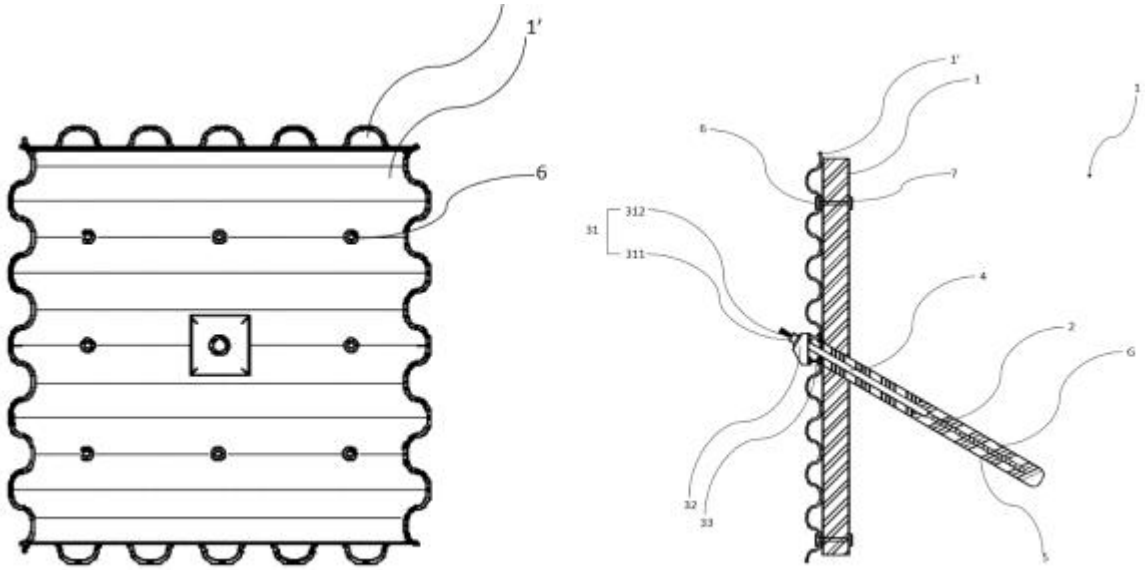
(나) 기타 특허 등록

등록명 : 흙막이 벽체 및 이를 포함하는 흙막이 구조체 (**등록번호 : 10-2058309**)

등록일자 : 2019년 12월 16일

① 특허의 내용 **(연구노트 제출 기완료/변리사 자문 내용: 성과증빙서류 66, 67p)**

기존의 판넬식 옹벽은 대부분이 철근콘크리트 구조로서 단위당 무게가 무거워 취급과 시공이 어렵고 제작시간이 길며 운반, 관리등 취급이 용이하지가 않다. 이를 같은 강도를 가지는 파형강판을 이용하면 무게가 상대적으로 가벼우면서도, 취급 관리 제작이 편리하여, 전체적인 공사기간이 단축되고 보다 경제적으로 시공을 할 수 있다.



[본원발명]

다. 매트릭스 옹벽®의 공법 검증

(1) 매트릭스옹벽® 관련 실험

(가) 매트릭스옹벽® 블록(판넬) 부벽의 마찰 저항력-변위량 측정 시험

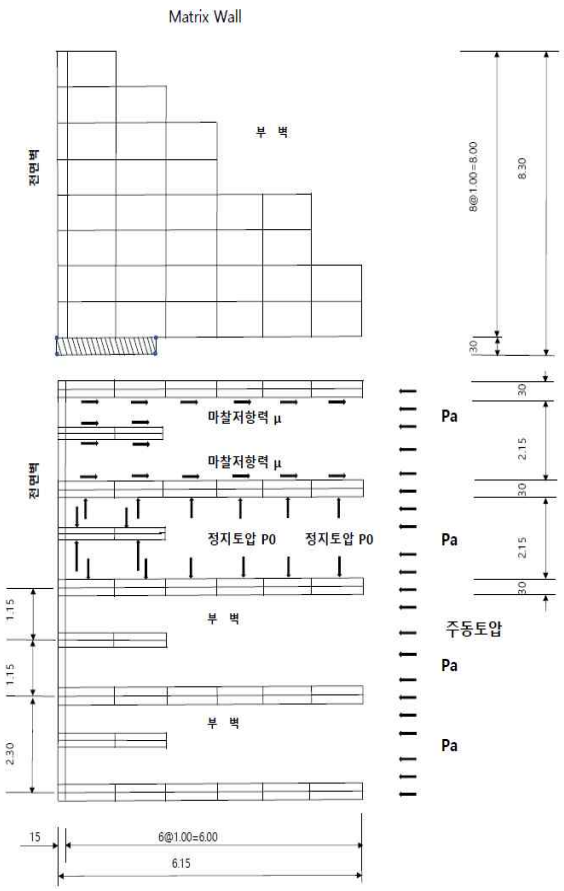
(성과증빙서류 75 ~108 p)

① 실험 목적

본 실험은 매트릭스 옹벽 뒷채움재의 조건이 옹벽의 안정에 미치는 영향에 대하여 밝히는 것을 목적으로 한다.

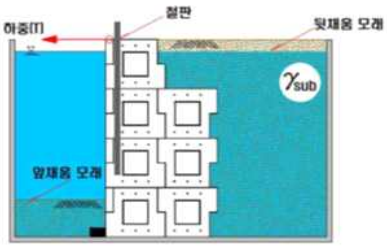
뒷채움재는 매트릭스 옹벽의 안정에 큰 영향을 미치는 인자인데, 이 뒷채움재의 상태에 영향을 미치는 요소 중의 하나가 지하 수위면이다. 즉, 옹벽 전면과 배면의 지하수위면의 높이와 시간에 따라 뒷채움재의 상태가 건조, 습윤 수중 상태 등으로 달라지며 부벽에 미치는 마찰력 또한 변화하게 된다.

이에 뒷채움재의 상태에 따른 부벽에 미치는 마찰력을 확인하고 옹벽의 안정에 미치는 영향을 파악하기 위하여 본 실험을 실시하였다.



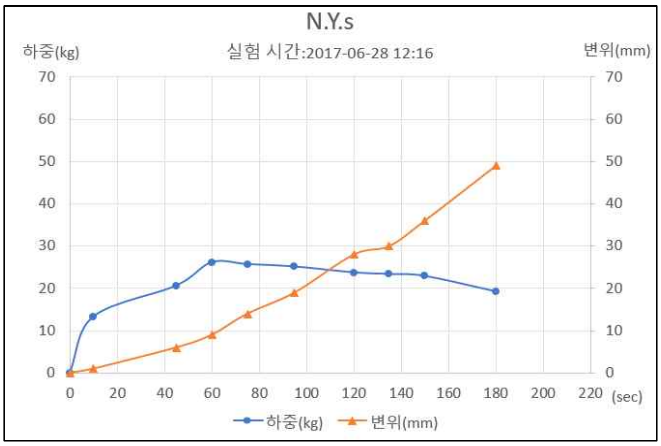






② 실험 결과 정리

㉮ 매트릭스옹벽의 부벽마찰저항력-변위량 검토



바닥판없고 철판있고 γ_{sat}상태 실험결과

㉯ 실험 결과 정리(아크릴 1:10 크기의 모형)

매트릭스 옹벽의 부벽마찰저항력-변위량 실험결과 (파괴하중, 단위: kg)

조건 / 상태	바닥판없음(N)		바닥판있음(Y)	
	철판없음(N)	철판있음(Y)	철판없음(N)	철판있음(Y)
γ_t	17.04	35.00	13.44	26.18
γ_{sat}	13.50	26.12	13.50	28.20
γ_{sub}	3.80	11.30	3.62	13.63
※ 변위량은 실험결과 의미가 없으므로 제외시켰으며 실험의 결과 저항력의 크기는 의미가 없으며, 상대적인 하중에 관한 자료만 의미가 있다.				

③ 결 론

시험결과 부벽을 가지는 매트릭스옹벽의 저판유무는 옹벽의 전도하중에 미치는 영향이 거의 없으며 부벽의 마찰력에 의해서 지배를 받는 것으로 나타났다. 또한 수중 상태에서의 옹벽의 전도하중 또한 바닥판 유무에 의해서 영향을 크게 받지 않고 배면토의 다짐도에 의해서 크기가 변화하는 것을 알 수 있었다. 따라서 매트릭스옹벽은 부벽이 옹벽을 안정시키는 역할을 하는 것으로 볼 수 있다.

일반적으로 생각할 수 있는 역T형 옹벽의 경우는 배면 바닥판위의 토사의 무게로 옹벽의 전도하중에 저항한다. 반면, 매트릭스 옹벽의 경우는 바닥판이 없고 부벽과 부벽 사이의 토

사의 무게가 토사의 상태(γ_t, γ_{sat}, γ_{sub})와 관계없이 옹벽의 전도 하중에 견디며, 그 값은 실험 결과에서 보여진 바와 같이 바닥판이 있는 경우와 결과가 거의 같다.

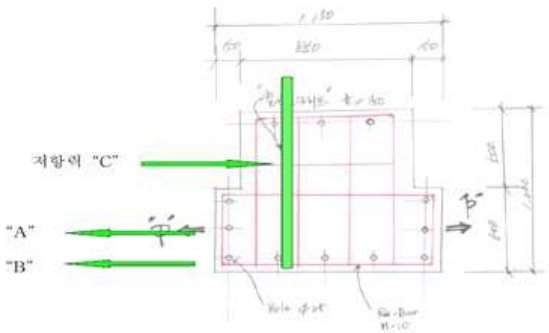
(나) 조립식옹벽 (매트릭스옹벽®) 블록 전단파괴 시험 (성과증빙서류 109 ~ 116 p)

- 매트릭스 블록은 철근 콘크리트 구조로 구조 계산으로 홀의 파괴가 일어나는 전단 강도를 쉽게 계산할 수 있으며 계산 결과가 실제 값과 거의 일치해서 특별한 시험은 요구되지 않는다. 그러나 실제로 견딜 수 있는 허용전단하중은 블록 생산 시 사용된 시멘트, 골재, 물:시멘트량 등에 의해서 결정되므로 본 시험은 실제 현장에서 시공하고 있는 블록의 허용전단파괴 하중을 검증하기 위해서 실시하였다.

- 시공위치 및 개요

  시험장소: 홍은14구역 두산위브아파트 건축공사
  발주처: 홍은동 14구역 주택재개발 정비사업조합
  시험시기: 2019년 09월 24일
  계약 시공기간 : 2019. 06. 01.~ 2019. 11. 30.
  옹벽규모: H= 3.0~7.0 m L= 149.0 m

- 시험결과: 인장력의 재하 결과 각 단면 'A'에서 전단파괴 하중은 3.7 ton, 단면 'B'에서 전단파괴 하중은 3.8 ton으로 설계기준강도 27 Mpa 일때 구조 설계기준 (KDS 14 20 22 콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준)에 따라 계산한 단면의 공칭전단강도는 19.05 Kn으로 필요한 강도보다 약 2배 이상 견딜 수 있는 것으로 측정되었다.









(2) 매트릭스옹벽 현장계측

(1) 원주시 군사시설 진입로 현장실험(시공) 및 계측

(가) 시공위치 및 개요

발주처 : 원주시
공사명 : 군사시설 진입도로 (2공구) 철도횡단 시설공사
공사기간 : 2018.11.01.~2018.12.31.
공사규모 : H=6.00m~11.0m L=55.0m
공사비 : 5,6000천원 (관급 자재비 별도)

시공위치: **원주리 우무개로**



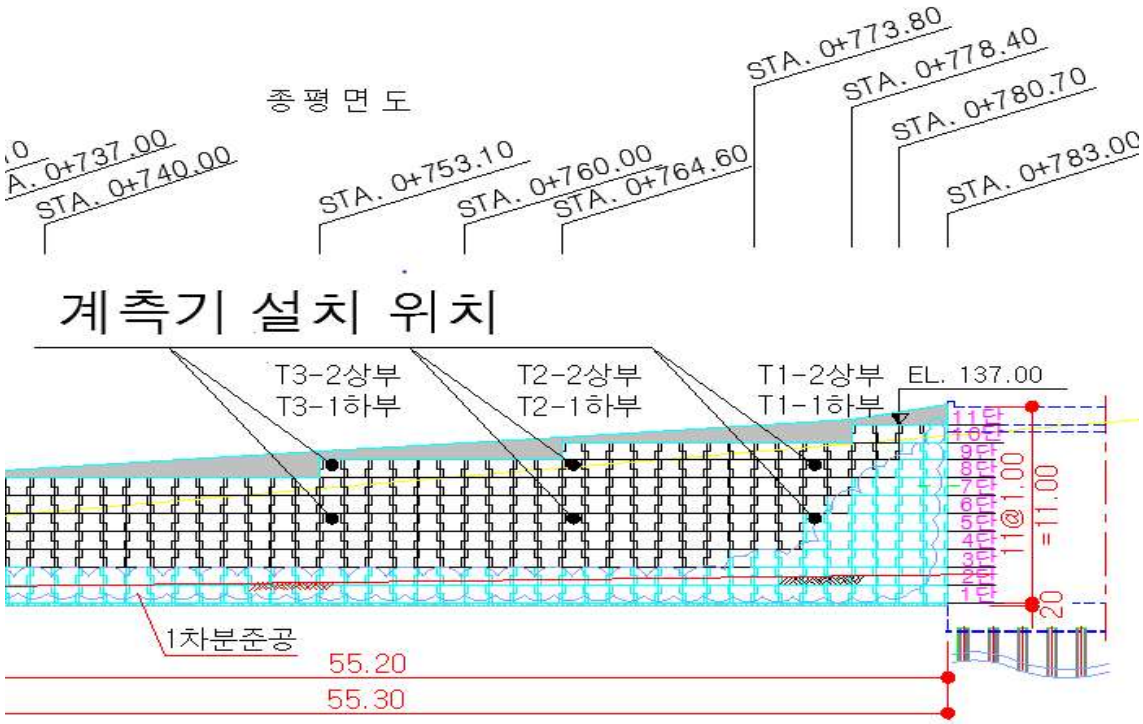
(나) 구조계산서 적절성 검토

○ 매트릭스옹벽 구조계산서(수치해석)의 목차 및 적절성(Check List)

목차	적용성 검토	적용여부	적용결과
1. 설계조건	1.1. 옹벽의 제원	H=11.0m	○
	1.2. 사용재료	철근콘크리트	○
	1.3. 단위중량	콘크리트/습윤토/뒷채움흙	○
	1.4. 지반조건	내부마찰각/점착력	○
	1.5. 토압의재하	coulomb/mononobe 토압	○
	1.6 과재하중	DB-24하중	○
	1.7 지진하중	내진 1등급	○
2. 단면가정	단면의 높이 / 너비	H=11.0m B=6.15m	○
3. 프리케스트 부재	1.00x1.15x0.15	사용	○
4. 외적안정검토(상시)	4.1 수평력의 산정	산정함	○
	4.2 수직력의 산정	산정함	○
	4.3 전도에 대한 안정	2.2>2.0 (최하단)	○
	4.4 활동에 대한 안정	2.01>1.5 (최하단)	○
	4.5 지지력에 대한 안정	5.4>3.0 (안전율)	○
	4.6 침하량 검토	3.2<25.0 (사질토지반)	○

5. 외적안정검토(지진시)	5.1 수평력의 산정	산정함	○
	5.2 수직력의 산정	산정함	○
	5.3 전도에 대한 안정	1.8>1.5 (최하단)	○
	5.4 활동에 대한 안정	1.82>1.2 (최하단)	○
	5.5 지지력에 대한 안정	4.7>2.0 (안전율)	○
	5.6 풀아웃검토	2.8>1.2 (안전율)	○
6. 내적안정	6.1 전면블록과 부벽의 연결	92.4Kn>T O.K	○
	6.2 부벽과 부벽의 연결	181.0Kn>T O.K	○
	6.3 연결부 파괴검토	Vu<ΦVn O.K	○
	6.4 슬리브너트 검토	T<Npn O.K	○
7. 단면검토(상시)	7.1 휨설계	Mu<Mr O.K	○
	7.2 전단설계	Vu<Vr O.K	○
	7.3 균열검토	S_req>S_ave O.K	○
8. 단면검토(지진시)	8.1 휨설계	Mu<Mr O.K	○
	8.2 전단설계	Vu<Vr O.K	○
	8.3 균열검토	S_req>S_ave O.K	○

(다) 계측 위치도



(라) 시공사진













(마) 계측결과 및 검측사진

2018년 11월에 시공한 현장으로 변위량을 측정한 결과 횡방향 변위 최대치는 1.3㎝이며, 종방향 최대치는 0.9㎝로서 변위량이 미미하다. 따라서 본 옹벽은 변위가 더 이상 발생하지 않고 “0”에 수렴한다고 판단된다.

[구간명]

측점명	계측일시 (2019년)					최종변위차
T1-1하부	04월 17일	07월 09일	07월 22일			최종변위차
X좌표	1058.658	1058.66	1058.661			0.003
Y좌표	982.427	982.425	982.418			-0.009
Z좌표	6.522	6.520	6.515			-0.007

[구간명]

측점명	계측일시					최종변위차
T1-2상부	04월 17일	07월 09일	07월 22일			
X좌표	1059.531	1059.529	1059.526			-0.005
Y좌표	981.957	981.954	981.95			-0.007
Z좌표	9.569	9.566	9.563			-0.006

[구간명]

측점명	계측일시					최종변위차
T2-1하부	04월 17일	07월 09일	07월 22일			
X좌표	1052.605	1052.603	1052.602			-0.003
Y좌표	972.564	972.560	972.556			-0.008
Z좌표	6.595	6.592	6.588			-0.007

[구간명]

측점명	계측일시					최종변위차
T2-2상부	04월 17일	07월 09일	07월 22일			
X좌표	1053.442	1053.439	1053.434			-0.008
Y좌표	972.099	972.098	972.089			-0.01
Z좌표	9.609	9.604	9.604			-0.005

[구간명]

측점명	계측일시					최종변위차
T3-1하부	04월 17일	07월 09일	07월 22일			
X좌표	1046.527	1046.524	1046.52			-0.007
Y좌표	962.705	962.702	962.694			-0.011
Z좌표	6.625	6.622	6.616			-0.009

[구간명]

측점명	계측일시					최종변위차
T3-2상부	04월 17일	07월 09일	07월 22일			
X좌표	1047.389	1047.387	1047.384			-0.005
Y좌표	962.214	962.212	962.201			-0.013
Z좌표	9.665	9.663	9.664			-0.001





(2) 동해시 천곡동 아파트 진입로 현장실험(시공) 및 계측

(가) 시공위치 및 개요
발주처: 금호건설
공사명: 동해시 천곡동 금호 어울림 아파트 진입도로 개설공사
공사기간: 2019.03.05.~2019.10.31.
공사규모: H=3.0m~9.0m L=495.0m
공사비: 580,000천원

시공위치: **동해시 천곡동 게이트 볼장 부근**





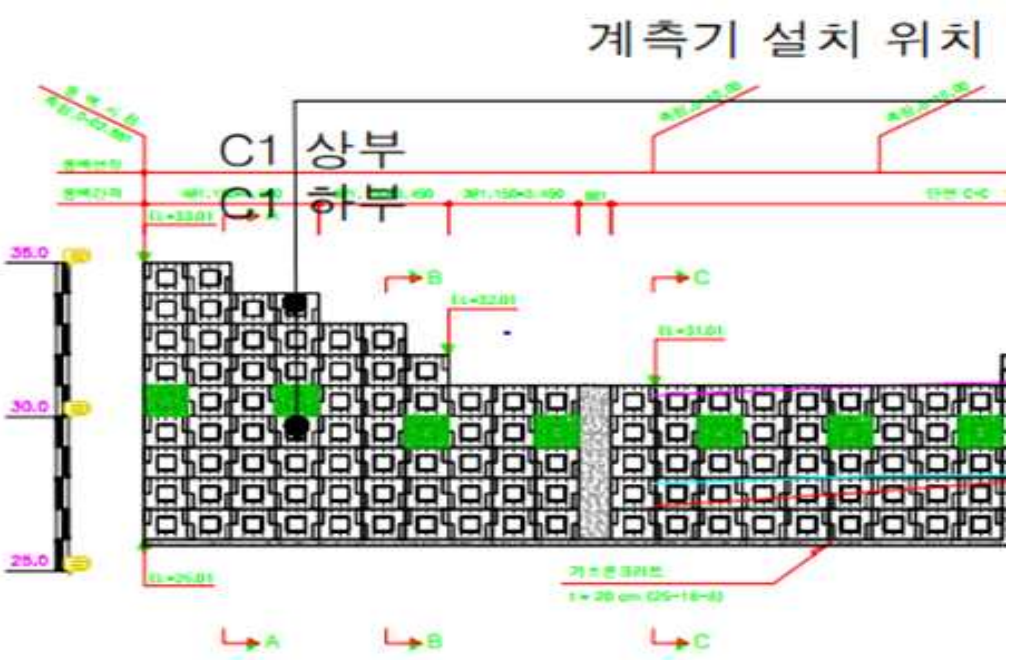
(나) 구조계산서 적절성 검토

○ 매트릭스옹벽 구조계산서(수치해석)의 목차 및 적절성(Check List)

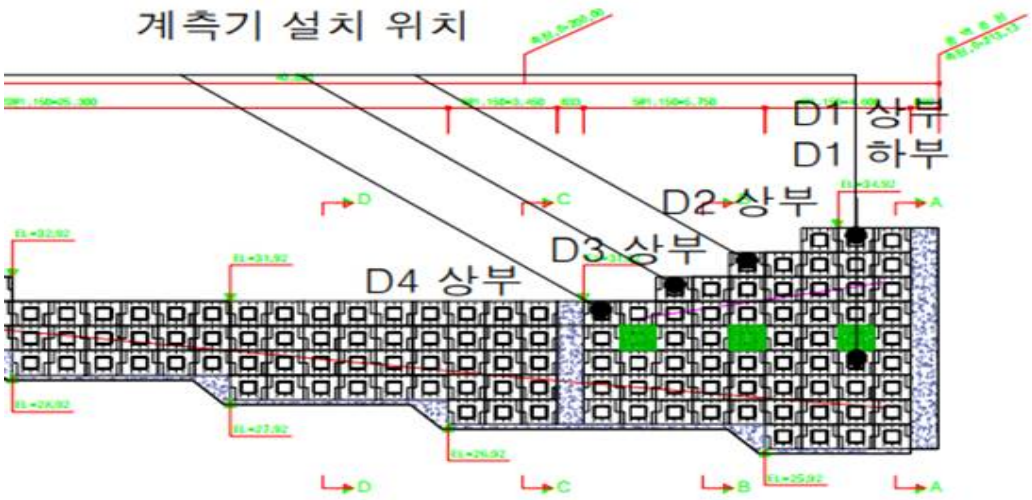
목차	적용성 검토	적용여부	적용결과
1. 설계조건	1.1. 옹벽의 제원	H=9.0m	○
	1.2. 사용재료	철근콘크리트	○
	1.3. 단위중량	콘크리트/습윤토/뒷채움흙	○
	1.4. 지반조건	내부마찰각/점착력	○
	1.5. 토압의재하	coulomb/mononobe 토압	○
	1.6 과재하중	DB-24하중	○
	1.7 지진하중	내진 1등급	○
2. 단면가정	단면의 높이 / 너비	H=9.0m B=4.15m	○
3. 프리케스트 부재	1.00x1.15x0.15	사용	○
4. 외적안정검토(상시)	4.1 수평력의 산정	산정함	○
	4.2 수직력의 산정	산정함	○
	4.3 전도에 대한 안정	2.1>2.0 (최하단)	○
	4.4 활동에 대한 안정	2.1>1.5 (최하단)	○
	4.5 지지력에 대한 안정	3.5>3.0 (안전율)	○
	4.6 침하량 검토	7.2<25.0 (사질토지반)	○

5. 외적안정검토(지진시)	5.1 수평력의 산정	산정함	○
	5.2 수직력의 산정	산정함	○
	5.3 전도에 대한 안정	1.6>1.5 (최하단)	○
	5.4 활동에 대한 안정	1.8>1.2 (최하단)	○
	5.5 지지력에 대한 안정	4.4>2.0 (안전율)	○
	5.6침하량 검토	6.2>25.0 (사질토 지반)	○
6. 내적안정	6.1 전면블록과 부벽의 연결	47.5Kn>T O.K	○
	6.2 부벽과 부벽의 연결	95.0Kn>T O.K	○
	6.3 연결부 파괴검토	Vu<ΦVn O.K	○
	6.4 슬리브너트 검토	Ta>Tt O.K	○
7. 단면검토(상시)	7.1 휨설계	Mu<Mr O.K	○
	7.2 전단설계	Vu<Vr O.K	○
	7.3 균열검토	S_req>S_ave O.K	○
8. 단면검토(지진시)	8.1 휨설계	Mu<Mr O.K	○
	8.2 전단설계	Vu<Vr O.K	○
	8.3 균열검토	S_req>S_ave O.K	○

(다) 계측 위치도



"C" 램프 계측기 위치도



"D" 램프 계측기 위치도

(라) 시공사진













(마) 계측결과 및 검측사진

[램프 C]

측점명	계측일시					최종변위차
C1상부	06월 24일	07월 09일	07월 22일	08월 05일		최종변위차
X좌표	209091.281	209091.283	209091.29	209091.291		0.01
Y좌표	446863.203	446863.201	446863.198	446863.194		-0.009
Z좌표	32.722	32.700	32.714	32.715		-0.007

[램프 C]

측점명	계측일시					최종변위차
C1하부	06월 24일	07월 09일	07월 22일	08월 05일		
X좌표	209091.320	209091.32	209091.326	209091.325		0.005
Y좌표	446863.164	446863.162	446863.158	446863.156		-0.008
Z좌표	28.682	28.681	28.673	28.675		-0.007

[램프 D]

측점명	계측일시					최종변위차
D1상부	06월 24일	07월 09일	07월 22일	08월 05일		
X좌표	209079.364		209079.369	209079.368		0.004
Y좌표	446848.239		446848.241	446848.244		0.005
Z좌표	33.633		33.627			-0.006

[램프 D]

측점명	계측일시					최종변위차
D1하부	06월 24일	07월 09일	07월 22일	08월 05일		
X좌표	209079.359	209079.360	209079.362	209079.361		0.002
Y좌표	446848.306	446848.308	446848.307	446848.311		0.005
Z좌표	28.588	28.587	28.581	28.584		-0.004

[램프 D]

측점명	계측일시					최종변위차
D2상부	06월 24일	07월 09일	07월 22일	08월 05일		
X좌표		209079.205	209079.202	209079.198		-0.007
Y좌표		446844.800	446844.798	446844.802		0.002
Z좌표		32.611	32.605	32.609		-0.002

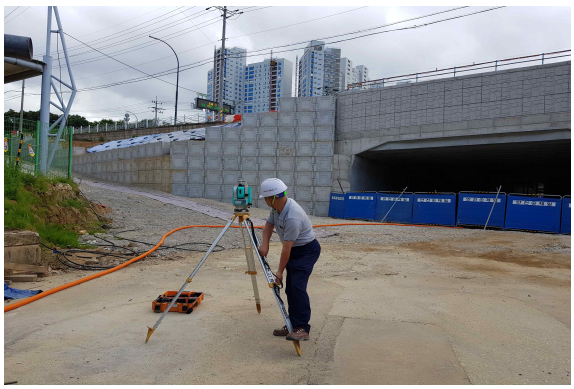
[램프 D]

측점명	계측일시					최종변위차
D3상부	06월 24일	07월 09일	07월 22일	08월 05일		
X좌표		209079.158	209079.155	209079.151		-0.007
Y좌표		446842.537	446842.533	446842.538		0.001
Z좌표		31.618	31.606	31.611		-0.007

[램프 D]

측점명	계측일시					최종변위차
D4상부	06월 24일	07월 09일	07월 22일	08월 05일		
X좌표		209079.043	209079.038	209079.034		-0.009
Y좌표		446840.179	446840.174	446840.17		-0.009
Z좌표		30.591	30.58	30.583		-0.008

2019년 5월에 시공을 시작한 현장으로 변위량을 측정한 결과 횡방향 변위 최대치는 0.9cm이며, 종방향 최대치는 0.8cm로서 변위량이 미미하다. 따라서 본 옹벽은 변위가 더 이상 발생하지 않고 “0”에 수렴한다고 판단된다.





라. 매트릭스 옹벽®의 현장실험(시공) 및 시공결과의 계측 결과 개선점

(1) 정삼각형 매트릭스옹벽 시공 시 개선점

(가) 기초부의 개선점
- 기초 높이 결정 시 지반지지력 확인
- 기초 폭 결정 시 전면 경사와 높이를 확인 후 옹벽 배면의 토질의 상태와 지지력 확인
- 기초가 연약지반인 경우 보강공법의 결정과 옹벽 단면의 변경

(나) 전면벽 시공 시 개선점
- 전면벽 기울기를 2%~4%로 조정하여 시공
- 우각부의 경우 습식공법으로 변화 단면에 맞추어 시공방법 강구
- 높이의 변화가 심한 단면의 경우 반쪽 높이를 시공하는 방법

(2) 역삼각형 매트릭스옹벽 시공 시 개선점

(가) 기초부의 개선점
- 기초부로부터 옹벽상단 보강하는 높이의 결정 및 보강방법에 대한 연구
- 기초폭은 가능한 한 정삼각형 옹벽보다 넓게 설계하고 옹벽 배면의 지지력 추가확인
- 기초가 연약지반인 경우 파일로 보강 및 결정된 단면의 변경 확인

(나) 전면벽 시공시 개선점
- 전면벽의 기울기를 2%~4%로 조정하여 시공
- 우각부는 취약부가 되므로 보강을 철저히 실시하여 하자발생 방지
- 높은 옹벽의 경우 가능한 한 부벽길이를 길게하여 안정화시켜 전도 방지

마. 매트릭스 옹벽®의 현장실험(시공) 및 시공결과의 계측 결과 검토의견서

- 원주시 군사시설 진입도로 철도횡단 시설공사와 동해시 천곡동 금호 어울림 아파트 진입도로에 매트릭스옹벽 시공 후 변위량 측정한 결과 침하, 전도, 이동이 허용변위 이내이며 더 이상 진행이 없음을 검토 및 검증 완료

- **성과증빙서류에 전문가 (토질 및 기초, 토목 구조기술사) 검토의견서 수록 (131 p)**

라. 비즈니스 모델 수립


비즈니스 모델 수립
MATRIX WALL® 매트릭스 옹벽®
青元 엔지니어링(주)
Civil Structural Solutions
http://www.cwenger.com


목 차
1. 비즈니스 모델의 준비 창업의 3요소
2. 청원이 성공하기위한 철인 3종 경기
3. 청원에 필요한 Business Model이란 ?
4. 청원 Business Model의 중요성
5. 청원이 Business Model을 생각해야 하는 이유
6. 청원의 Business Model 차별화 방안
7. 청원의 Business Model을 구성하는 전략적 마켓팅 방안
青元 엔지니어링(주)
Civil Structural Solutions
http://www.cwenger.com

목 차

8. 청원의 Business Model을 구성하는 요소- 운영프로세스
9. 청원의 Business Model 로드맵
10. 결론(청원엔지니어링㈜ 매트릭스 옹벽)

青元 엔지니어링(주)
Civil Structural Solutions
http://www.cwenger.com

1.청원 BM모델의 준비: 창업의 3요소



이러한 세가지 요소가 합쳐질 때 비로소 창업이 시작됨~!

2. 청원이 성공하기위한 철인 3종 경기



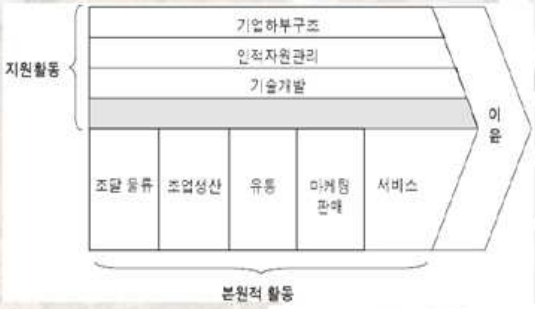
3. 청원에 필요한 Business Model?

- 회사의 생존에 필요한 특허출원
  - 사업아이디어에 정보시스템을 결합한 상태로서, 그 실시를 위하여 영업방법에 대한 아이디어를 소프트웨어 또는 하드웨어에 의하여 실현된 논리단계를 필요로 하는 발명(특허청의 정의)
- Business Model (이하 BM)은 획기적인 아이디어로 설계사 및 발주처에 마케팅을 실시
  - 원래는 인터넷 비즈니스에서 주로 사용
  - 그러나 최근 모든 분야의 사업에 정보시스템이 결합되면서 보편적인 용어가 됨
- BM은 설계사와 발주처 현장이 함께 이해할 수 있고 견고한 옹벽을 설명함으로서 매출증대에 이바지 할 수 있는 방법"(Way of improving doing business under uncertainty: Marketting Method)이라고 정의 함.
  - 즉. 기술, 제품, 영업방법 등 모든 사업적인 요소를 활용하여 사업을 확장하는 방법

4. 청원이 극복 해야 할 BM의 중요성

- 기술(또는 제품) 에 대한 아이디어를 기반으로 창업하는 경우 비즈니스 전체를 통찰하는 안목이 부족하여 사업화에 어려움을 겪는 경우가 많이 발생

- 창업의 목적은 궁극적으로 경쟁력 있는 비즈니스구조를 완성 시켜서 돈을 벌어들이는 구조를 완성하는 것에 있음
비즈니스 전체구조에 대해서 고려하는 비즈니스 컨셉을 가지고 있어야 함



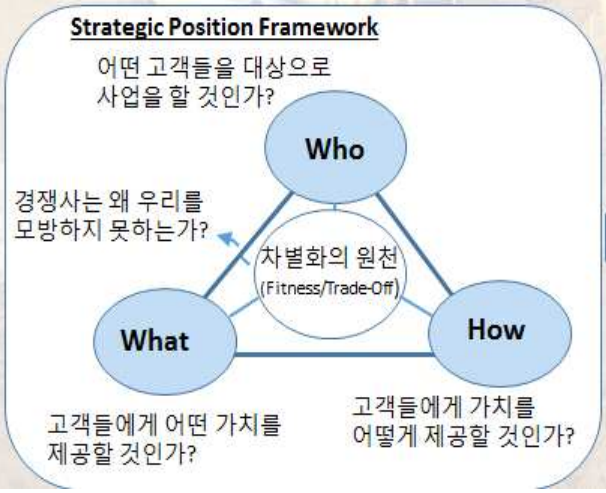
5. 청원이 Business Model을 생각해야 하는 이유

- 사업환경의 변화(보강토 옹벽시장의 붕괴)
  - 새로운 시장의 필요성
  - 네트웍 발달에 따른 거래비용의 감소
  - 급격한 사회 변화

- 사업의 성공을 위해서는 기존의 사업방법과는 차별화되고 경쟁력 있는 사업구조를 만들어야 함
  - 성공적인 BM은 기존의 방법보다 나은 방법이거나 기존의 불편함(혹은 단점)을 대체하는 방법으로 매트릭스옹벽이 적절한 방법으로 이것을 사업화
  - 새로운 BM은 기존 방법의 변형이거나, 기존의 가치체계에 변화를 준 방법임

6. 청원의 Business Model 차별화 방안

어떻게 싸울 것인가? : 보강토 업체와의 경쟁에서 '상대적 경쟁우위 ' 를 확보하기 위한 독특한 차별화 전략을 통해 새로운 시장을 창조할 수 있음.



▶한 기업의 진정한 경쟁우위는 고객(Who)에게 가치(What)를 창조해주는 차별적 방식(how)'을 통해서만 창출될 수 있음

▶그러한 차별화는 기업의 Who/What/How가 상호 얼마나 정합성(Fitness)를 가지고 있느냐와

▶그러한 포지션이 경쟁사에게 얼마나 상쇄관계(Trade-Off)를 주느냐에 달려 있음

▶그러므로 Fitness와 Trade-Off를 창출하는 전략적 포지션이 전략의 본질이라 할 수 있음

7. 청원이 Business Model을 구성하는 전략적 마케팅 방안

Who, What, How(경쟁사, 발주처, 청원) 간의 적절한 활용을 통하여 매트릭스 옹벽의 독특한 장점으로 인해 발주처가 구매 욕구가 생길 수 있도록 세심하게 마켓팅 방법을 개발해야 함

WHO (구매자)에 대한 정의

- Segmentation
  - 시장을 구성하고 있는 고객 segment의 변수들을 도출해내고 그를 이용하여 시장을 segment함
  - 각각의 segment별로 고객들의 profile과 needs(현행 needs/잠재 needs)를 분석해 냄
- Targeting
  - 기업의 내부 역량과 각 segment별 profile및 needs를 비교 분석하여 segment별 매력도를 평가함
  - 기업의 target고객을 선정하고 그들의 우선순위를 정함.

WHAT (매트릭스옹벽)에 대한 정의



HOW(생산방식) 에 대한 정의

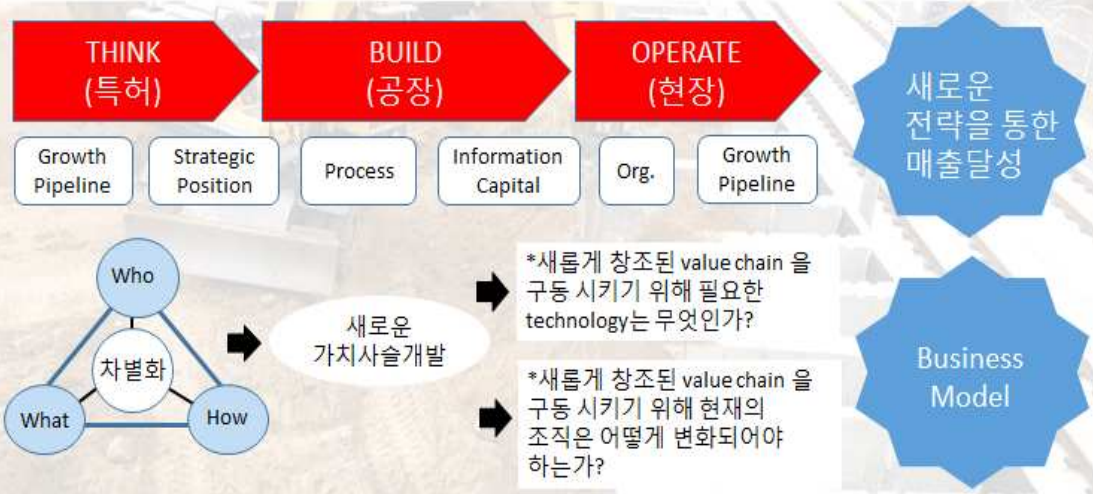
- Profit Mechanism
  - Profit Mechanism은 수익이 어떻게 창출되는가에 대한 메커니즘을 의미함
  - 이러한 Profit Mechanism은관련요소들 간의 상호 작용에 의해 선순환 과정을 형성할 때 가장 경쟁력이 있음
- Strategic Activity
  - Strategic Activity는 기업의 차별성을 결정짓는 활동들 로서 동일한 목적을 달성하기 위해 경쟁자와 :
  - 동일한 활동들을 전혀 다른 방법으로 수행하거나
  - 전혀 다른 활동을 수행 하는 것을 의미함

차별화(특허로 방어)

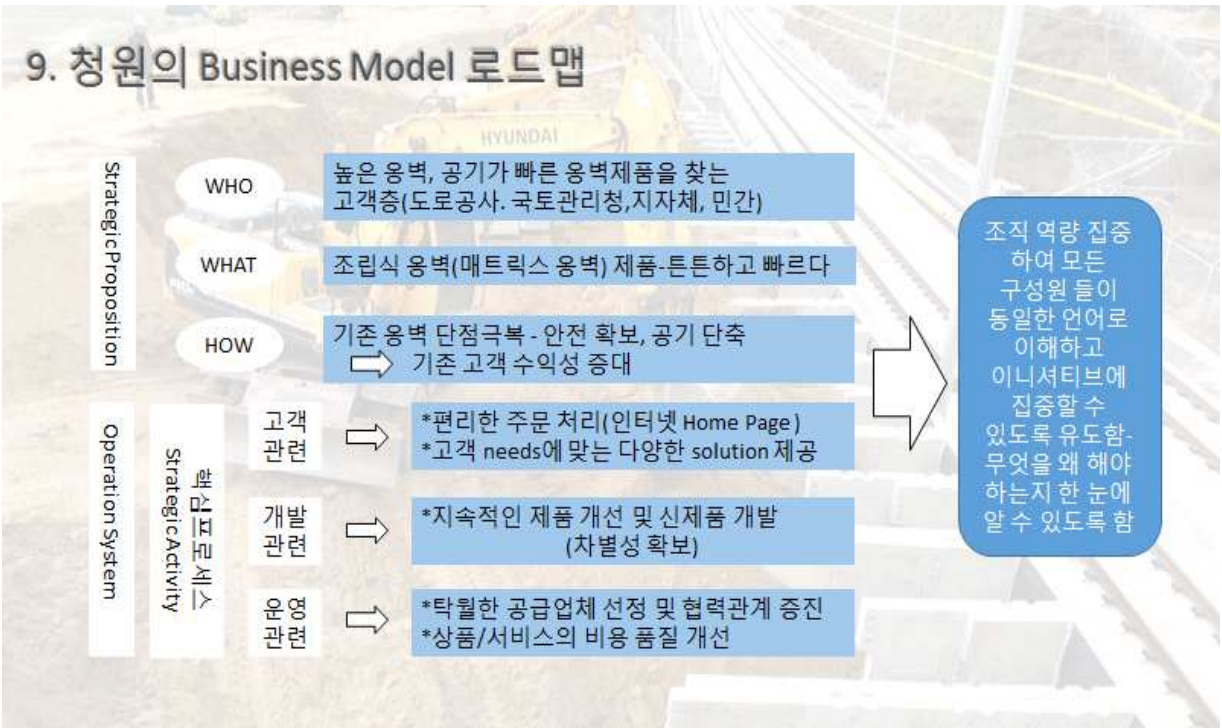
- Fitness
  - 넓은 의미의 Fitness는 who/what/how의 차원에서 정해진 테마 간의 논리적 흐름 및 정합성을 의미하며
  - 좁은 의미에서는 how에서 시너지 효과가 일어 날 수 있도록 전략활동 상호간에 연관성을 가지는 것을 의미함
- Trade-Off
  - 경쟁사가 모방을 시도할 때 우선, 경쟁사의 기존 고객 및 기존 고객가치를 변경하도록 유도할 수 있어야 하며
  - 다음으로는 How내에서 수행중인 가치활동의 모방을 위해서는 경쟁사가 기존에 수행 중인 모든 비즈니스 시스템을 포기/변경하도록 유도하는 것을 의미함.

8. 청원이 Business Model을 구성하는 요소-운영프로세스

그러나 Strategic Activity 의 혁신을 위해서는 Operation System 즉, 프로세스,조직,IT인프라 등이 뒤따라 혁신되어야 함.

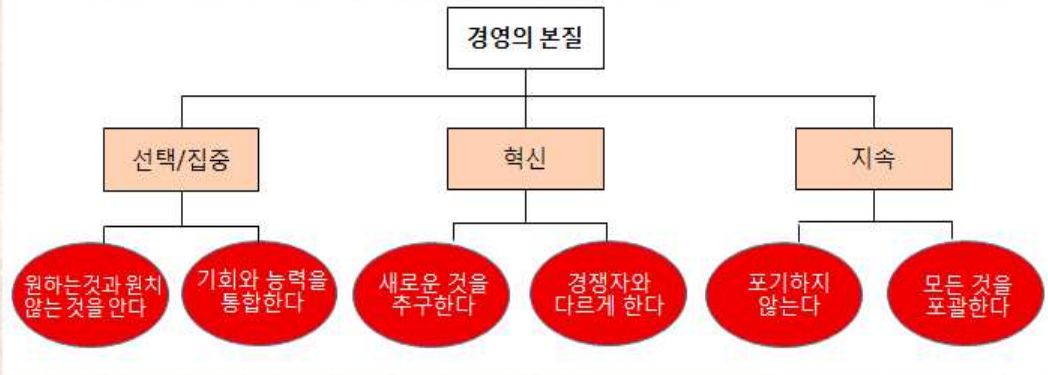


9. 청원의 Business Model 로드맵

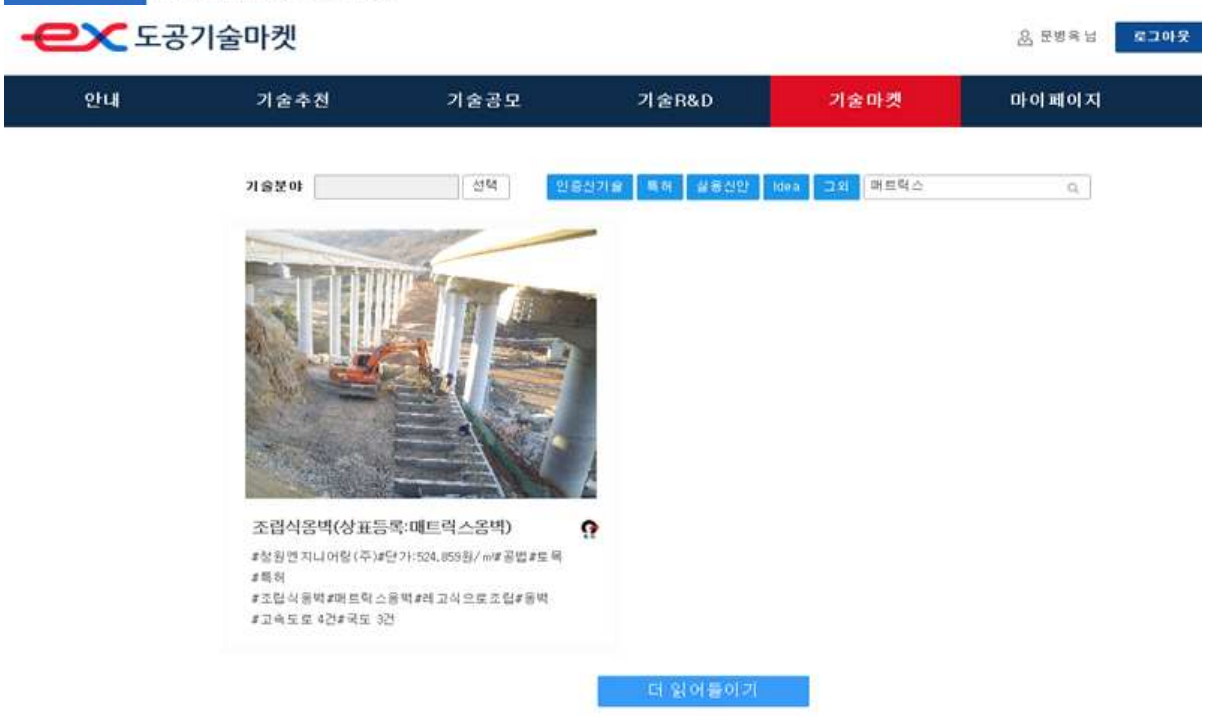


10. 결론 (청원엔지니어링㈜ 매트릭스응벽)

- 사업은 “지속성 " 이 중요. 일을 선택하고, 최고의 능력을 발휘하여 “혁신 " 을 지속하는 것이 사업의 본질




청원엔지니어링㈜
홈 페이지
Matrix wall®
매트릭스옹벽®
青元 엔지니어링 (주)
Civil Structural Solutions
회사소개
시공실적
고객지원
오시는 길
Search
Home
Sitemap
Matrix wall
매트릭스옹벽®
공지사항
시공실적
시공 과정
온라인 문의
Address
Tel. 031-8016-2910, 031-8016-2911 Fax. 031-8016-2912


도공기술마켓
문병욱 님
로그아웃
안내
기술추천
기술공모
기술R&D
기술마켓
마이페이지
기술분야
선택
인증신기술
특허
실용신안
Idea
그외
매트릭스
조립식옹벽(상표등록:매트릭스옹벽)
#청원엔지니어링(주)#단가:524,859원/㎡#공법#토목
#특허
#조립식옹벽#매트릭스옹벽#레고식으로조립#옹벽
#고속도로 4건#국도 3건
더 읽어들이기

마. 매트릭스 옹벽®의 신기술 신청 및 기술사업화

(1) 신기술 신청

건설신기술 지정 신청건에 대한 관보공고(2288)_청원엔지니어링(주)

담당자 : 김대환

◉국토교통부공고제2020-14호
「건설기술 진흥법」제14조의 규정에 의한 신기술지정 신청이 있어 같은 법 시행령 제32조제3항의 규정에 의거 공고하니, 동 건의 이해관계인으로서 아래 신기술지정 신청기술에 대하여 의견이 있는 경우에는 이해관계 의견서를 공고일로부터 30일내에 국토교통과학기술진흥원장에게 제출하여 주시기 바랍니다.
2020년 1월 13일
국토교통부장관

신기술 지정 신청
1. 기술개발자
가. 성명 또는 법인명(대표자 성명) : 청원엔지니어링(주)(문병옥)
나. 전화번호 : 031-8016-2910
2. 명칭 : 조립식 옹벽 및 그 조립 방법
3. 내용요약
<분야>
토목 / 토질 및 기초 / 옹벽(보강토 옹벽 포함)
<기술의 요지>
프리캐스트로 제작된 얇은 판넬 형태의 소형 철근 콘크리트 블록의 양쪽 단부를 볼트와 너트를 사용, 연결 조립해서 전면벽과 부벽을 만들고, 옹벽의 배면에 현장 유용토(골재)로 뒤채움 및 다짐을 실시하면서 각 단별로 적층 시공하는 옹벽으로, 터파기시 배면의 여건(암반노출등) 또는 절.성토부



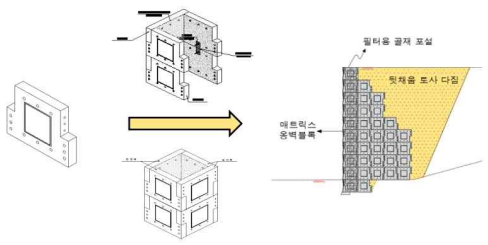
건설신기술 지정 1차 심사

조립식 옹벽
(매트릭스옹벽®) 및 그 조립방법

青元 엔지니어링 (주)
Civil Structural Solutions
발표자: 문 병 옥

건설신기술 지정 신청 기술 범위

프리캐스트로 제작된 철근 콘크리트 판넬 블록을 연결하여 필요한 높이의 전면벽과 필요한 길이의 부벽으로 조립하고, 전면벽의 배면에 현장의 유용토(또는 골재)로 뒷채움하여 완성하는 조립식 옹벽으로 보강토 옹벽처럼 그리드를 사용하지 않고 철근 콘크리트 벽체로 구성되며, 보강토 옹벽보다 안전하고, 지진하중, 긴급피해복구 및 하천에 시공하기 위해 개발된 조립식 옹벽



- 건설신기술 신청 완료 - 제 2288호
- 관보공고완료 / 1차 심사 2020. 03. 진행 완료

(2) 기술사업화

(가) 매출액

※ 계약금액기준

목표치	달성치
2018 매출액 : 500백만원	2018 매출액 : 445백만원
2019 매출액 : 1,000백만원	2019 매출액 : 1,270백만원
2020년 목표 매출액: 1,500 백만원	
2021년 목표 매출액: 2,000 백만원	

(나) 시공실적 (계약서: 성과증빙서류 132 ~ 143 p)

(1) 평택 삼성전자 캠퍼스 2기 조성공사

(가) 시공위치 및 개요

발주처: 삼성전자

공사기간: 2018.10.15. ~ 2018.12.31.

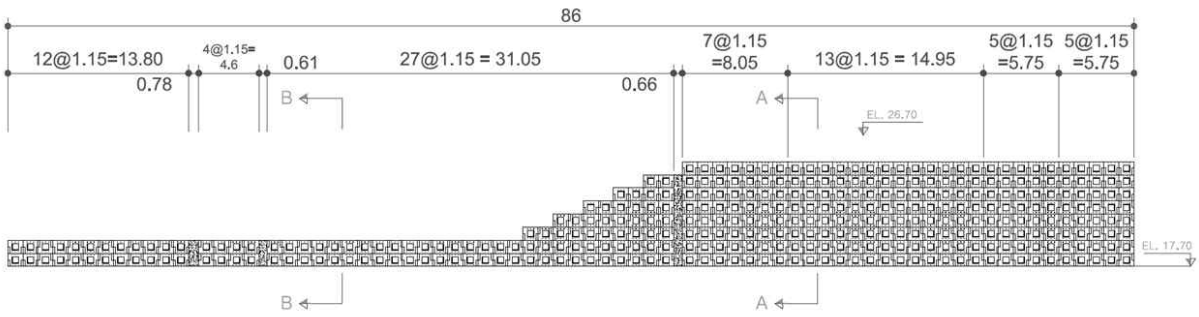
공사규모 : H = 3.0 ~ 8.0 m / L = 92.0 m

공사비 : 389,400 천원

(나) 특이사항

- 공장 / 급속시공이 필요한 높은 옹벽
- 옹벽 배면에 지장물인 대구경 P.H.C. Pile (Φ 850 mm) 시공
- 전면벽 대구경케이블 배치성공, 시공완료 H = 8.0 m

(다) 도면



(라) 시공사진



(2) 홍은 14구역 두산위브아파트 건축공사

(가) 시공위치 및 개요

발주처: 홍은동 14구역 주택 재개발 정비사업조합

공사기간: 2019.06.01.~ 2019.11.30.

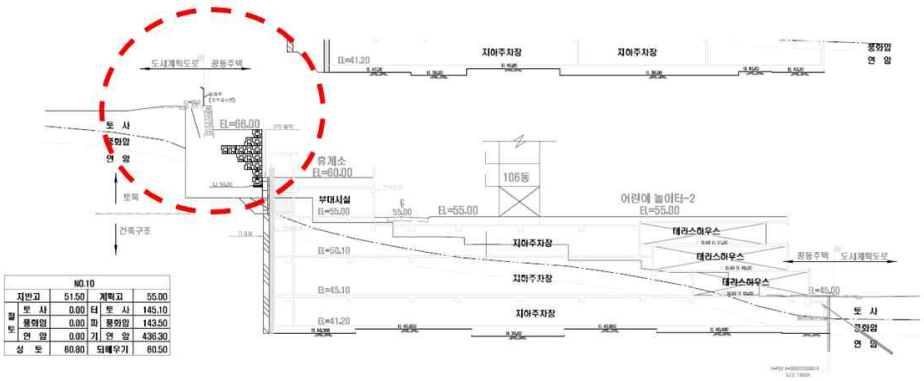
공사규모: H= 3.0 ~ 7.0 m / L = 149.0 m

공사비: 438,570 천원

(나) 특이사항

- 아파트단지 / 급사면 / 옹벽 배면 경관옹벽설치: 추가하중 재하 / 급속 시공 요청
- 경관옹벽상단에 방음벽 및 도로 차량 통행
- 옹벽 하부 배면의 폭이 좁고 상부는 여유있는 법면의 옹벽시공

(다) 도면



(라) 시공 사진

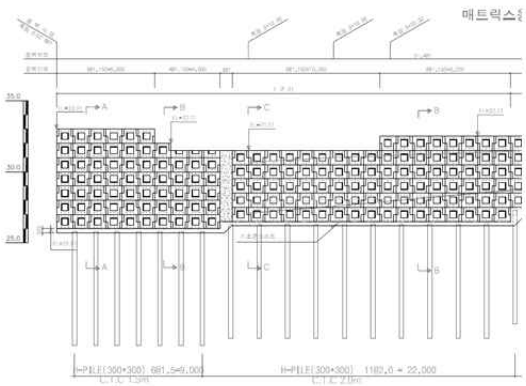


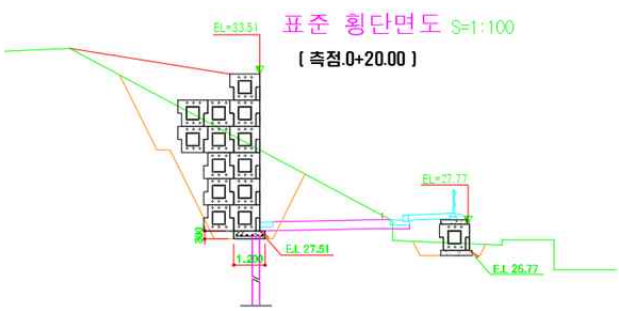
(3) 동해시 천곡동 아파트 진입로 개설공사

(가) 시공위치 및 개요
- 발주처: 금호건설
- 공사기간: 2019.03.05.~ 2019.10.31.
- 공사규모: H = 3.0 ~ 9.0 m / L = 495.0 m
- 공사비: 580,000 천원

(나) 특이사항
- 국도 7호선 천곡동 입체교차로 지점 / 옹벽 배면 중 하단의 여유폭이 좁음 / 급속시공
- 옹벽 배면의 폭이 좁고, 상부에 차량을 통행시키면서 옹벽시공
- 지반 보강 후 시공 h = 최대 9.0 m

(다) 도면





(라) 시공사진

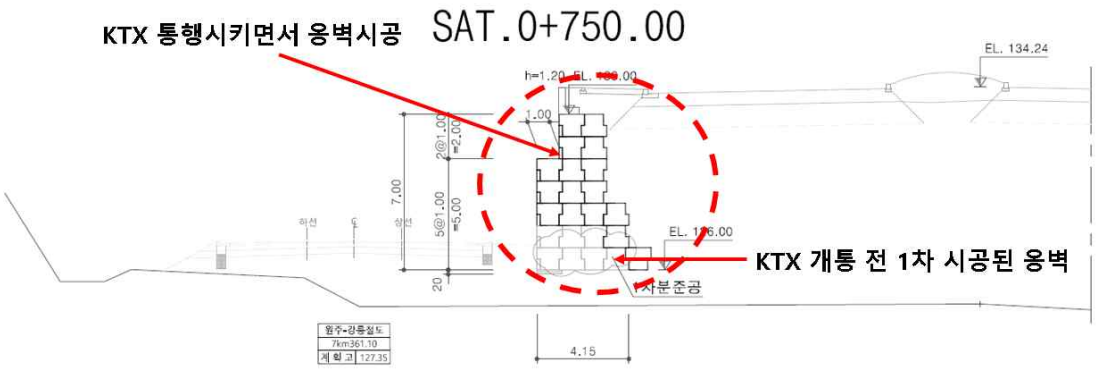


(4) 원주시 군사시설 군사시설 진입도로 (2공구) 철도횡단 시설공사

(가) 시공위치 및 개요
- 발주처: 원주시
- 공사기간: 2018.11.01. ~ 2018.12.31.
- 공사규모: H = 6.0 ~ 11.0 m / L = 55.0 m
- 공사비: 56,000 천원 (관급 자재비 별도)

(나) 특이사항
- KTX 철도 차량 통행시키면서 근접시공 / 지속적인 진동하중 재하 상태
- 최대 옹벽 높이 h = 16.0 m 시공 완료

(다) 도면



(라) 시공사진



3. 목표 달성도 및 관련 분야 기여도

가. 목 표

(1.) 최종 성과 목표 및 성과 지표

구분	핵심연구성과 (level1)		단위성과 (최종성능목표)		총괄 질적 성과						해당 기관	예산 (백만)	총괄 양적 목표	
						질적 성과지표	목표치	측정 방법	검증 방법	가중치			양적지표	가중치
총괄	A	매트릭스 옹벽 계획 설계 시공기술 정립	A-1	설계기준 및 시방서 작성	①	설계기준 시방서	1건	전문가 확인	작성결과 확인	2.90	창원엔지니어링(주)	44	신규인력고용: 1명 특허 : 출원 건 등록 건 논문등재: 건 시제품 : 건 S/W : 건 신기술 :지정 건	
			A-2	수치해석 및 기타 1식	①	수치해석결과 및 기타	1건	전문가 확인	해석결과 확인	2.90	창원엔지니어링(주)	44		
			A-3	보고서	①	비즈니스 모델 수립	1건	전문가 확인	작성결과 확인	1.19	창원엔지니어링(주)	18		
	B	매트릭스 옹벽 판넬 제작기술	B-1	판넬 경량화	①	시공효율 개선	무게30%감소	전문가 확인	제품 확인	2.91	창원엔지니어링(주)	44		
			B-2	판넬 연결부 개량	①	시공효율 개선	연결부 20%감소	전문가 확인	제품 확인	2.18	창원엔지니어링(주)	33		

구분	핵심연구성과 (level1)		단위성과 (최종성능목표)		총괄 질적 성과					해당 기관	예산 (백만)	총괄 양적 목표	
					질적 성과지표		목표치	측정 방법	검증 방법	가중치			양적지표	가중치
총괄	C	매트릭스옹벽의공법검증	C-1	매트릭스옹벽현장실험	①	계산서 도면 시방서 단가산출서등	내진1등급 및KL5 10하 중재하	공인기관 및 전문가확인	현장확인 및공인기관인증서류	4.95	청원엔지니어링(주)	75	신규인력고용: 1명 특허 : 출원 2건 등록 1건 논문등재: 건 시제품 : 건 S/W : 건 신기술 : 신청 1 건 사업화 : 매출 10 억	
			C-2	현장계측	①	시공품 질검토	1건	공인기관 및 전문가확인	계측결과 확인	1.65	청원엔지니어링(주)	25		
			C-3	보고서	①	계산서 도면단가산출서계측결과등	1건	전문가확인	작성결과 확인	1.32	청원엔지니어링(주)	20		
	D	건설신기술	D-1	신기술 신청							청원엔지니어링(주)	37		78.72
			D-2	기술사업화							청원엔지니어링(주)	10		21.28
계										20		350	신규인력고용: 2 명 특허 : 출원 2 건 등록 1 건 논문등재: 건 시제품 : 건 S/W : 건 신기술 : 신청 1 건 사업화 : 매출 10 억	100

나. 목표 달성 여부

구분	핵심연구성과 (level1)		단위성과 (최종성능목표)		총괄 질적 성과 달성 여부						해당 기관	예산 (백만)
					질적 성과지표		목표치	달성치	측정 방법	검증 방법	가중치	
총괄	A	매트릭스 옹벽 계획 설계 시공기술 정립	A-1	설계기준 및시방서 작성	①	설계 기준 시방서	1건	설계 기준 검토 및 시방서 작성 1건	전문가확인	작성결과확인	2.90	청원엔지니어링(주)	44
			A-2	수치해석 및기타1식	①	수치 해석 결과 및기타	1건	수치 해석 기준 (구조계산서) 작성 1건	전문가확인	해석결과확인	2.90	청원엔지니어링(주)	44
			A-3	보고서	①	비즈니스 모델 수립	1건	비즈니스 모델 수립 1건	전문가확인	작성결과확인	1.19	청원엔지니어링(주)	18
	B	매트릭스 옹벽판넬 제작기술	B-1	판넬경량화	①	시공효율 개선	무게 30% 감소	전면벽 30% 부벽 30% 무게 감소	전문가확인	등록 특허 제10-2019621	2.91	청원엔지니어링(주)	44
			B-2	판넬연결부개량	①	시공효율 개선	연결부 20% 감소	연결부 20%감소	전문가확인	등록 특허 제10-2019621	2.18	청원엔지니어링(주)	33

구분	핵심연구성과 (level1)		단위성과 (최종성능목표)		총괄 질적 성과						해당 기관	예산 (백만)
					질적 성과지표		목표치	달성치	측정 방법	검증방법	가중치	
총괄	C	매트릭스 옹벽의 공법검증	C-1	매트릭스 옹벽현장 실험	①	계산서 도면 시방서 단가 산출서 등	내진 1등급 및 KL510 하중 재하	현장시공완료 내진 1등급, KL510 하중 재하	공인기관 및 전문가 확인	현장확인 및 공인기관 인증서류	4.95	청원엔지니어링(주)	75
			C-2	현장계측	①	시공품질 검토	1건	현장계측완료 2건	공인기관 및 전문가 확인	계측결과 확인	1.65	청원엔지니어링(주)	25
			C-3	보고서	①	계산서 도면 단가 산출서 계측결과 등	1건	보고서 작성완료 1건	전문가 확인	작성결과 확인	1.32	청원엔지니어링(주)	20
	D	건설신기술	D-1	신기술 신청				신기술 신청 완료	관보 확인	관보 2288		청원엔지니어링(주)	37
			D-2	기술 사업화				연간 매출액 약10억	계약서 및 세금계산서	확인		청원엔지니어링(주)	10
계											20		350

다. 목표 미달성 시 원인(사유) 및 차후대책(후속연구 필요성 등)

- 과제를 수행하며 연구성과로 등록된 특허 10-2019621호 및 특허 10-2058309호에 대한 추가연구가 필요

→ 기존 매트릭스 옹벽의 판넬경량화와 연결부 개선 내용이 수록된 특허

→ 몰드 생산 및 시공 품질 검증 등 사업화와 상품화를 위한 후속 연구 진행 예정

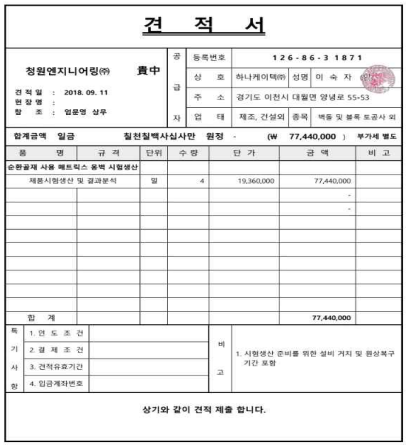
- 순환골재를 사용 매트릭스옹벽의 실험생산: 과다한 생산비 요구로 시험 수행 불가

→ 콘크리트 블록 건식 생산 설비 가동 시

: 인부 3~4명 / 몰드를 설치, 해체 약 2시간 이상씩 소요 / 블록에 맞는 배합설계 새로 계산

→ 공장을 일일 가동하는 것과 맞먹는 총 약 7,800만원에서 10,000만원의 견적 (하단)

→ 과제비 내에서 현실적으로 진행할 수 없는 여건 → 차후 새로운 생산 라인 수배 예정



견 적 서

청원엔지니어링㈜ 貴中

견 적 일 : 2018. 09. 11
현 장 명 :
참 조 : 업문영 상무

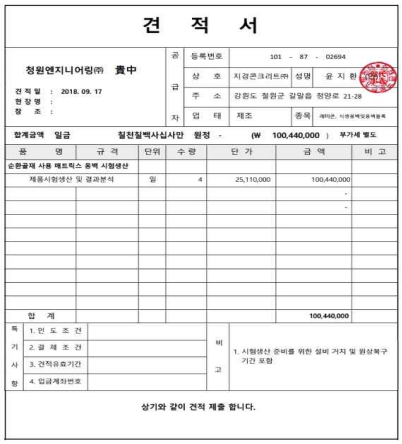
공급자: 등록번호 126-86-31871 / 상호 하나케이텍㈜ 성명 미 숙 자 / 주소 경기도 이천시 대월면 양녕로 55-53 / 업태 제조, 건설외 종목 벽돌 및 블록 도공사 외

합계금액 일금 칠천칠백사십사만 원정 - (W 77,440,000) 부가세 별도

품 명	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	비 고
순환골재 사용 매트릭스 옹벽 시험생산						
제품시험생산 및 결과분석		일	4	19,360,000	77,440,000	
합 계					77,440,000	

특기사항: 1. 현 도 조 건 / 2. 결 제 조 건 / 3. 견적유효기간 / 4. 입금계좌번호
비고: 1. 시험생산 준비를 위한 설비 거치 및 원상복구 기간 포함

상기와 같이 견적 제출 합니다.



견 적 서

청원엔지니어링㈜ 貴中

견 적 일 : 2018. 09. 17
현 장 명 :
참 조 :

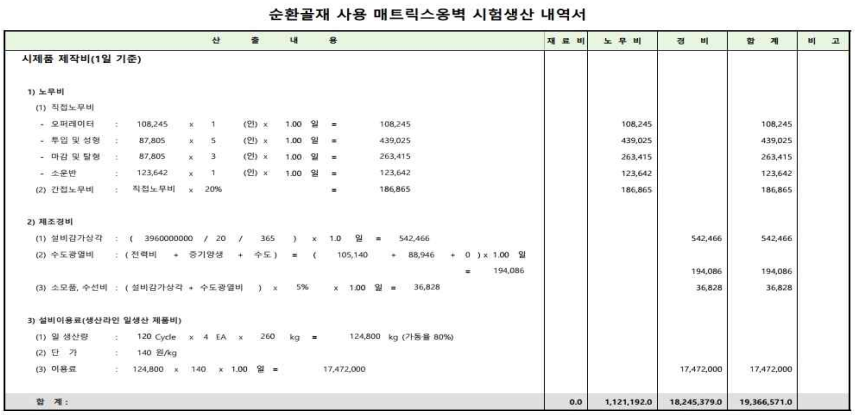
공급자: 등록번호 101 - 87 - 02694 / 상호 지경콘크리트㈜ 성명 윤 지 환 / 주소 강원도 철원군 갈말읍 정양로 21-28 / 업태 제조 종목 레미콘, 시멘트및콘크리트제품

합계금액 일금 칠천칠백사십사만 원정 - (W 100,440,000) 부가세 별도

품 명	규 격	단위	수 량	단 가	금 액	비 고
순환골재 사용 매트릭스 옹벽 시험생산						
제품시험생산 및 결과분석		일	4	25,110,000	100,440,000	
합 계					100,440,000	

특기사항: 1. 인 도 조 건 / 2. 결 제 조 건 / 3. 견적유효기간 / 4. 입금계좌번호
비고: 1. 시험생산 준비를 위한 설비 거치 및 원상복구 기간 포함

상기와 같이 견적 제출 합니다.



순환골재 사용 매트릭스옹벽 시험생산 내역서

산 출 내 용	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
시제품 제작비(1일 기준)					
1) 노무비					
(1) 직접노무비					
- 오퍼레이터 : 108,245 x 1 (인) x 1.00 일 = 108,245		108,245		108,245	
- 투입 및 성형 : 87,805 x 5 (인) x 1.00 일 = 439,025		439,025		439,025	
- 마감 및 탈형 : 87,805 x 3 (인) x 1.00 일 = 263,415		263,415		263,415	
- 소운반 : 123,642 x 1 (인) x 1.00 일 = 123,642		123,642		123,642	
(2) 간접노무비 : 직접노무비 x 20% = 186,865		186,865		186,865	
2) 제조경비					
(1) 설비감가상각 : (3960000000 / 20 / 365) x 1.0 일 = 542,466			542,466	542,466	
(2) 수도광열비 : (전력비 + 증기양생 + 수도) = (105,140 + 88,946 + 0) x 1.00 일 = 194,086			194,086	194,086	
(3) 소모품, 수선비 : (설비감가상각 + 수도광열비) x 5% x 1.00 일 = 36,828			36,828	36,828	
3) 설비이용료(생산라인 일생산 제품비)					
(1) 일 생산량 : 120 Cycle x 4 EA x 260 kg = 124,800 kg (가동률 80%)					
(2) 단 가 : 140 원/kg					
(3) 이용료 : 124,800 x 140 x 1.00 일 = 17,472,000			17,472,000	17,472,000	
합 계 :	0.0	1,121,192.0	18,245,379.0	19,366,571.0	

순환골재 사용 매트릭스옹벽 시험생산 견적서, 내역서

- 신청된 신기술 (관보2288) 이 등록된 후 지속적인 추가 연구개발 노력과 함께 마케팅 실시 예정

→ 매트릭스옹벽의 기술 인증과 더불어 고부가가치 시장 개척 노력 진행

4. 연구개발성과의 활용 계획 등

○ 등록 특허의 후속 연구 (등록특허 제 10-2019621)

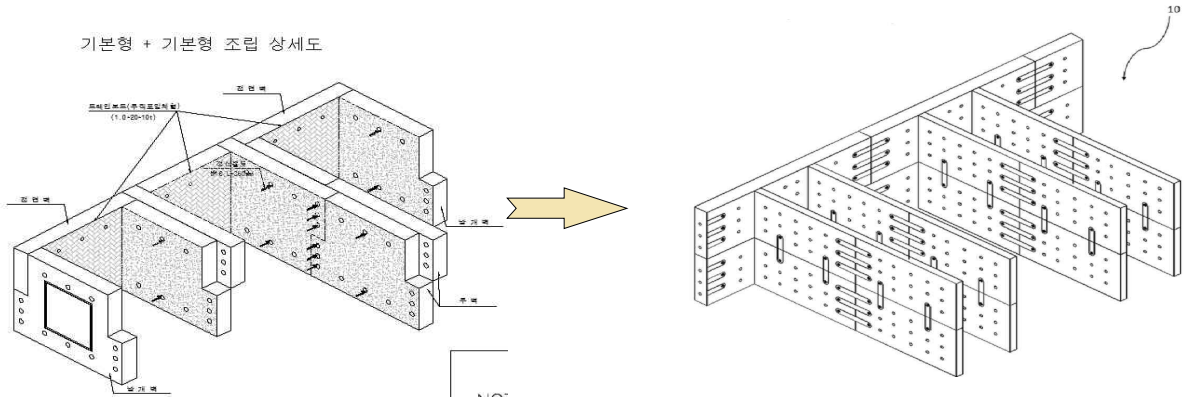
- 열차하중을 직접 받는 곳에는 보강토 옹벽 적용 불가

→ 보강토 옹벽이 진동과 배면의 침투수가 있는 경우 극히 취약함

→ 철도의 노반에 철근콘크리트 옹벽이나 프리캐스트 철근콘크리트 옹벽 시공

- 보강토 옹벽의 취약점 개량, 철도 노반에 적용가능한 매트릭스옹벽 신규 특허 취득 목표

→ 옹벽이 높거나 배면 공간이 부족한 경우에 위 옹벽들의 대체재로 시공, 적용 효과 기대



붙임. 참고문헌

1. 학술자료 및 보고서

강인규와 김태훈, 2013, 프리캐스트 모듈러 옹벽(PRM) 공법에 의한 대규모 목장인근 절 성토부 옹벽 시공사례, 지반환경, 14(1), 15-26.

백승철, 2001, 옹벽 및 사면의 안정성 곰토 사례, 공업기술연구논문집, 8(1), 151-158.

변요셉, 류옹렬, 이동호, 천병식, 2010, 절토사면에서 보강토 옹벽의 적용성 연구, 한국지반 공학회 논문집, 11(2),53-60.

안태봉, 최승선, 김우기, 2013, 나선형 플렌지가 설치된 앵커파일 프리캐스트 옹벽의 구조적 거동에 관한 연구, 한국지반공학회논문집,29(11),129-138.

원명수, 최재선, 김영신, 2011, 절토용 보강토 옹벽, 한국토목섬유학회집, 10(2), 36-40.

유지형, 박인준, 김대성, 2013, 반복하중에 의한 지오그리드-사질토 접촉면 거동, 한국방재 학회논문집, 13(6), 334-342.

유충식과 정영우, 2002, 계단식 보강토 옹벽의 거동에 관한 연구, 2002 추계 한국토목섬유학회 학술발표회(서울), 119-128.

유충식과 정혁상, 2003, 계단식 형태의 블록식 보강토 옹벽의 거동특성, 한국토목섬유학회논문집, 2(1), 15-25.

윤성필과 임재승, 2011, 절토부 옹벽 공법의 종류 및 특징비교, 건설기술 1 쌍용, 58, 35-40.

윤준영, 2012, 전면녹화 보강토 옹벽의 안정성에 대한 연구, 경기대학교 대학원 석사학위논문 83p.

이관희, 차인회, 박경수, 2012, 자연석판을 이용한 조립식 옹벽 공법, 한국지반공학회지, 26(3), 17-25.

이상문, 최창호, 신은철, 2013, 연결강도 변화에 의한 Soilbag 보강토 옹벽 연결부의 안정성 평가, 한국토목섬유학회 논문집, 12(1), 101-107.

이승호, 임재승, 정태영, 신희순, 2003, 공용중인 국도와 인접한 절토부 사면안정성 검토에 대한 사례 연구, 2003 한국구조물진단학회 학술발표회, 163-168.

이일화, 이수형, 최찬용, 금창준, 2006, 강봉으로 보강된 프리캐스트 프리스트레스 옹벽의 동적 안정성 평가, 2006 한국철도학회 학술발표대회논문집, 23-28.

이정호, 2010, 보강토 옹벽 공법의 시공성 개선방안, 한경대학교 산업대학원 공학석사 학위논문, 58p.

이태원,2013, 재료에 따른 옹벽 경관이미지 선호도 분석에 관한 연구, 학양대학교 공학대학원 석사학위논문, 96p.

정민규, 김영석, 시부야, 사토루. 2012, 패널식 지오텍스타일 보강토 옹벽의 변형메커니즘에 관한 연구, 한국토목섬유학회지, 11(2), 19-25.

정성규, 이광우, 조삼덕, 김주형. 전면 식생형 보강토 옹벽의 표면온도 저감 효과, 한국

지반 환경공학회논문집, 14(12), 53-60.

조재윤, 이관호, 조윤호, 2002, 폐주물사를 이용한 유동성 채움재의 절토구간 옹벽 뒤 채움시 사일로토압 및 토압경감효과 연구, 한국도로학회논문집, 4(2), 19-31.

강호명, 2008, 보강토 옹벽의 시공실패사례분석을 통한 효율적 시공방법에 대한 연구, 경상대학교 산업대학원 석사학위논문, 55p.

김경석, 도종남, 이상래, 박영호, 2013 패널식 보강토옹벽 상부 성토 시 적정 보강방안에 관한 사례 연구, 2013 한국지반환경공학회 학술발표회(서울), 145-149.

김성진, 2012, 국내 보강토 옹벽에 관한 고찰, 한경대학교 산업대학원 공학석사학위논문 54p.

김영묵, 고병수, 권정훈, 김민욱, 2009, 절토 사면에서 합벽식 옹벽의 안정성 분석, 2009 대한토목학회 학술대회, 1818-1821.

김장득과 김용하, PAP옹벽에서 역해석을 이용한 사면보강 사례 연구, 지질공학, 19(3), 354-350.

문준식과 장범수, 2013, 다짐 및 강도특성을 고려한 보강토 옹벽 뒷채움재로서 Caliche의 적합성 검토, 한국방재학회논문집, 13(4), 91-96.

문창열, 2008, 프리캐스트 옹벽 마이크로 파일의 보강 효율, 한국지반환경공학회 논문집, 9(7), 61-71.

한국지반공확회지, 2009, 신기술 신공법, : PS강봉에 프리스트레스를 도입한 단면력 저감형 조립식 PC옹벽 공법 (국토해양부 제 513호), 한국지반공학회지, 25(1), 58-60.

2. 도서

土質力學,1987, 정인준, 김상규, 동명사.

FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN JOSEPH E. BOWLES Third Edition, International Student Edition, Joseph E. Bowles.

철근 콘크리트, 변동균, 신현묵, 문재길, 동명사.

MECHANICS OF MATERIALS (Second Edition), JAMES M.GERE, 반도출판사.

構造力學 Strucural Analysis, 1988, Russell C.Hibbeler 공학박사 조효남, 희성출판사.

地下假設構造物의 設計計算例, 1988, 건설도서.

구조물기초의 설계계산연습, 1997, 공학박사 김준석, 과학기술.

진동 및 내진설계,1997, 사단법인 한국지반공학회, 구미서관.

건설기술자를 위한 토목근접시공설계예, 김상주, 과학기술.

橋梁工學,1994, 공학박사 황학주, 동명사.

SOIL MECHANICS SI VERSION, 1969, T.William Lambe · Rovert V. Whitman.

3. 공개특허 및 신기술

기존기술명 : 전단키와 연결철근을 활용한 중력식 콘크리트 프리캐스트 모듈러 옹벽(신기술 지정 제700호).

기존기술명 : 할로우벽체 및 그 시공방법(특허 제10-1627248).

기존기술명 : 조립식 옹벽 및 그 시공 방법(특허 제10-0799358).

기존기술명 : 조립식 옹벽 및 그 시공 방법(특허 제10-1920622).

기존기술명 : 프리캐스트 철근 콘크리트 블록을 이용한 격자형 조립식 옹벽공법(신기술 지정 제431호).

기존기술명 : PS강봉에 프리스트레스를 도입한 단면력 저감형 조립식 PC 옹벽공법(신기술 지정 제 513호).

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통 기술사업화 지원 사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 국토교통 기술사업화 지원 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

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