국토교통기술사업화지원사업 12기촉-사업화-02

철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재의 사업화 최종보고서

2014.07.

Infrastructure
R&D Report

주관연구기관 / ㈜힐엔지니어링
위탁연구기관 / 동아대학교

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

제 출 문

국토교통부장관 귀하

이 보고서를 “국토교통기술사업화지원사업”과제(세부과제 ”철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재의 사업화”)의 보고서로 제출합니다.

2014 . 07.

주관연구기관명 : (주)힐엔지니어링
주관연구책임자 : 우 종 열
연 구 원 : 이 덕 근
〃 : 문 상 훈
〃 : 이 재 준
〃 : 서 명 교
〃 : 이 동 열
〃 : 유 충 근
〃 : 강 우 혁
〃 : 송 창 윤
〃 : 김 창 우

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>12기촉-사업화-02</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2012.08.30.~
2014.07.31</td><td>단 계
구 분</td><td>1/1</td></tr>
<tr><td>연 구 사 업 명</td><td colspan="5">국토교통기술사업화지원사업</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>최 상 위
과 제 명</td><td colspan="4">철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재의 사업화</td></tr>
<tr><td>단위
과제명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>연 구 책 임 자</td><td>우 종 열</td><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총: 38명
내부: 38명
외부: 명</td><td>총연구비</td><td>정부: 360,000천원
기업: 240,000천원
계: 600,000천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">㈜힐엔지니어링
기업부설연구소</td><td>참여기업명</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="5">상대국명 : 상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약</td><td>보고서 면수</td><td>170</td></tr>
</table>

1. 연구개발의 배경

무량판 슬래브 구조의 특징을 살펴보면, 거푸집 제작이 간편하고 층고를 줄일 수 있으며, 공사기간이 단축이 가능하고 층간 소음에 유리한 장점이 있다. 하지만 슬래브-기둥 접합부가 취약한 단점이 있는데 이를 보완하기 위해서 일반적으로 전단보강재가 많이 사용되고 있다. 그러나 기존 전단보강재는 구조적 성능, 시공성, 경제성이 떨어져 활용성이 떨어져 공사가 간편하고 공사비를 절감할 수 있는 개선된 전단보강재 및 공법 개발이 절실히 요구되고 있는 실정이며, 해당 연구를 통해 개발하고자 하였다.

2. 연구결과

(1) 공장에서 대량생산, 조립하고 인력으로 손쉽게 설치할 수 있는 수직걸림형 전단보강재와 그 시공기술표준을 개발함

(2) 개발한 수직걸림형 전단보강재에 대하여 실험을 통하여 안전성을 검증함

(3) 시공상세도를 확정한 후, 금형을 제작하여 대량생산을 위한 공장을 등록하고 필드테스트를 후, 시공 및 품질관리 매뉴얼을 확정한 후 본격적인 사업화를 추진함

(4) 건설신기술을 지정 (건설신기술 제706호)

<table>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td>무량판 슬래브, 전단보강, 수직걸림형 전단보강재, 2방향 전단, 스터럽</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td>Flat slab, Shear reinforcement, Vertically suspended reinforcement, Punching shear, Stirrup</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제 목

철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재의 사업화

Ⅱ. 연구개발과제 개요

1. 연구의 필요성

사회 및 산업의 발달로 최근 철근콘크리트 구조물은 사업을 극대화하기 위하여, 층고를 줄여서 연면적을 최대로 설계할 수 있는 철근콘크리트 보-기둥 시스템보다 거푸집 작업이 비교적 간단하여 공기를 단축할 수 있는 무량판 구조시스템을 도입하는 형태로 점차 바뀌고 있다. 그렇지만 무량판 구조시스템은 기둥 주변에 지판이 필요하게 되는 단점이 있으므로 철근 또는 철골(강재)로 전단보강을 하여 지판을 없애거나 지판의 두께를 최소화 할 수 있는 일반적인 전단보강 방법을 사용하고 있는 실정이므로 그요인을 현재 도입되는 전단보강재를 조사하여 실질적으로 어려움이 있는 문제점을 분석하고 그 발전방향을 제시하여 새로운 방식의 개발제품을 개발하는 것이 필요하다.

2. 연구의 목적

경제성, 시공성, 구조안전성을 확보하는 새로운 방식의 전단보강재를 개발하는 것이 본 연구의 목적이다.

Ⅲ. 연구개발 수행내용 및 결과

1. 연구개발 내용

■ 1차년도

- 기초자료 수집 및 분석
- 현장적용과 필드테스트
- 시공성검정 후 활용매뉴얼 작성

■ 2차년도

- 시제품 성능 검정
- 사업화 추진

■ 3차년도

- 제품생산시설 구축
- 사업화 추진

2. 연구개발 결과

본 연구개발 결과, 경제성, 시공성 및 구조안전성 등에 기초한 금형을 이용한 제품 제작방법과 상, 하부철근 설치 완료 후 공정의 간섭 없이 쉽게 설치할 수 시공방법을 구축하였으며, 이전까지는 전혀 다른 새로운 방식의 전단보강재를 개발하였다.

Ⅳ. 최종 연구성과 및 적용실적

1. 제품생산시설 구축

- 금형제작, 장비구입, 공장등록

2. 활용매뉴얼(시방서) 작성

3. 현장적용성 분석

4. 시제품 구조안전성 검증

5. 학술적 성과

- 건설신기술 지정
- 논문 2건 게재 및 특허1건 등록

6. 사업화 실적

- 진주 한일빌딩을 포함하여 13건 이상 적용

Ⅴ. 연구목표 달성 및 효과

1. 연구목표 달성

연차	연차별 성과목표	성과지표	측정방법	목표치	달성
1차	현장 적용과 필드 테스트 및 시공성 검정 후 매뉴얼 작성	시제품 도면 작성	대안선정 후 시제품 도면 작성	1건	O.K
		금형제작	종류 및 규격별 제작	5건	O.K
		시범사업실시	시범사업 현장 확인	1건	O.K
		현장 적용성 분석	현장 시험시공 후 검토 및 개선	1건	O.K
		활용매뉴얼 작성	시방서 작성	1건	O.K
2차	시제품 성능 검증 및 사업화	재료시험	재료시험(규격별 철근, 콘크리트, 전단보강재)	4건	O.K
		구조해석 및 부재 설계	시험체 종류별 구조설계 검토	3건	O.K
		시제품 성능 실험	시제품 제작 후 성능 시험	3건	O.K
		사업화 실적	현장 시공 건수	3건	O.K
3차	사업화 추진	제품생산시설 구축	제품생산을 위한 장비 구입	3건	O.K

		학술회 논문 발표	발표건수	1건	O.K
		건설신기술 신청	신기술 신청건수	1건	O.K
		사업화 실적	현장 시공 건수	3건	O.K

2. 연구 효과

- 금형을 이용하여 대량생산이 가능하도록 제품을 제작하여 인건비 등 원가절감을 할 수 있도록 하였다.
- 시제품의 구조안전성 실험을 통해 성능을 충분히 검증받아 안전성을 확보하였다.
- 기존 제품은 상·하부 철근 사이에 위치하므로 공정의 간섭으로 인부들의 공사 시 어려운 점이 있었으나, 개발제품의 경우 상·하부 철근 설치 후 상부 철근 위에서 하부로 수직으로 삽입하여 설치하므로 시공성이 좋으며 품질확보가 쉽고 공기단축으로 우수성과 독창성을 확보하였다.

Ⅵ. 연구성과 활용계획

본 연구개발을 통해 개발된 수직걸림형 전단보강재는 철근콘크리트 무량판 슬래브뿐만 아니라 아래와 같이 다양한 구조물에 활용할 수 있으며 공사비 및 시공성에 있어서 충분히 경쟁력이 있을 것으로 기대된다.

- 무량판 철근콘크리트 구조의 전단보강
- 철근콘크리트 온통기초의 전단보강
- 지하구조물의 철근콘크리트 벽체의 전단보강
- 토목구조물 중 교량 상판의 전단보강
- 지하연속벽체의 전단보강 및 본드빔 연결부의 임베디드 플레이트로 활용가능

S U M M A R Y

Ⅰ. Title

Commercialization of reinforced concrete flat plate slab typed vertically suspended shear reinforcement

Ⅱ. Overview of research & development

1. The need for research

With the development of society and industry recently reinforced concrete structures in order to maximize the business, which can be designed to reduce the floor height up to a total floor area of reinforced concrete beams - in the air by a relatively simple task than die pillar system can be reduced flat plate structure is gradually changed in the form of introducing the system. But there is a disadvantage that is needed around the pillar plate flat plate structural system, so get rid of the situation or by the shear reinforcement of reinforced plates or steel and shear reinforcement using a common method to minimize the thickness of the plates it is necessary to develop a new way of product development, which is difficult to analyze the problem and to present substantially the developing direction to investigate the shear reinforcement is now introducing factors.

2. The purpose of the study

The purpose of this study to develop a new way to ensure the shear reinforcement of the economical efficiency, workability, safety structure.

Ⅲ. Contents and results of research & development

1. Contents of research & development

■ 1st year

- Based data collection and analysis
- Applied to building and field testing
- Created utilizing manual and constructability verification

■ 2nd year

- Trial performance test

- Commercialization Promotion

■ 3rd year

- Building production facilities
- Commercialization Promotion

2. Results of research & development

Products produced using methods such as those based on the results of this research and development, economics, constructability and structural safety and the mold, the bottom was reinforced after the installation process completes without interference easy to install building construction methods, the shear reinforcement of a whole new way previously, was developed.

Ⅳ. Final research results and Applied to building

1. Building production facilities

- Tooling, equipment purchases, plant registration

2. Design and construction manual(specifications)

3. Analysis of the applied field

4. Verify the prototype structure safety

5. Academic performance

- Specify Construction Technology (No. 706 in 2013)
- 2 articles and 1 patent

6. Commercialization performance

- Apply more than 10 cases, including Jinju-Hanil building

Ⅴ. Achieving research objectives and effects

1. Achieving research objectives

Annual	Performance goals	Performance indicators	Goals	Achieve
1st	Applied to building and field testing, Created utilizing manual and constructability verification	Creating a prototype drawings	1	O.K
		Mold making	5	O.K
		Pilot Project	1	O.K
		Application-site analysis	1	O.K
		Created utilizing manual	1	O.K

2nd	Trial performance test, Commercialization Promotion	Materials Testing	4	O.K
		Structural analysis and member design	3	O.K
		Performance test specimens	3	O.K
		Commercialization of results	3	O.K
3rd	Commercialization Promotion	Building production facilities	3	O.K
		Conference Paper Presentation	1	O.K
		Construction technology applications	1	O.K
		Commercialization of results	3	O.K

2. Research the effect

- Were to be produced by the product to be mass produced by using a mold, such as labor cost.
- The received verification sufficiently ensure the safety performance through safety testing of a prototype structure.
- Existing products, but difficulties at Corporation of the workers in the process, so the location of the interference between the upper and lower reinforcement, in the case of product development, because a lower installation by inserting the vertical rebar on top and bottom reinforcement after the installation workability to secure good quality were easily obtained by shortening the excellence and originality.

Ⅵ. Research utilization plan

Developed through this research to develop vertically suspended shear reinforcement is jam-shaped slab of reinforced concrete flat plate, as shown below, as well as take advantage of a variety of structures, and is expected to be fully competitive in cost and constructability.

- Shear reinforcement of reinforced concrete flat plate
- Shear reinforcement of reinforced concrete foundation
- Shear reinforcement of reinforced concrete walls of the basement structure
- Shear reinforcement in bridge decks of civil structures
- Can be used as an embedded plate of shear reinforcement of underground continuous wall and bond beam connection

C O N T E N T S

Ⅰ. Overview of research & development projects ····· 1

1. The purpose of R&D and the need ····· 1
2. The definition of the R&D, range, characterized ····· 4
3. Technology trend related to fields in the domestic and foreign country ····· 8
4. Occopy positions in the relevant research results developed ····· 10

Ⅱ. Contents and the results of research & development ····· 15

1. Research strategy and methodology to perform ····· 15
2. The research process and content ····· 17
3. Research results and validation methods ····· 98

Ⅲ. The final research performance and applying results ····· 100

1. The main research results ····· 100
2. Technology implementation and application examples ····· 104
3. Domestic and overseas markets outlook of performance of R&D ····· 107

Ⅳ. Achieving research objectives and effects ····· 108

1. Research and development to achieve the final goal ····· 108
2. Technical analysis of performance of R&D ····· 109
3. Economic analysis of performance of R&D ····· 111
4. Politic analysis of performance of R&D ····· 112

Ⅴ. Utilization of research results and further research needs ··· 113

1. Future utilization of research results ····· 113
2. The need for further studies ····· 116

Reference ····· 117

목 차

제 1 장 연구개발과제 개요 ····· 1

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성 ····· 1
제 2 절 연구개발의 정의, 범위, 특징 ····· 4
제 3 절 관련분야의 국내외 기술개발 현황 ····· 8
제 4 절 연구개발결과가 관련분야에서 차지하는 위치 ····· 10

제2장 연구개발 수행 내용 및 결과 ····· 15

제 1 절 연구수행 전략 및 방법론 ····· 15
제 2 절 연구수행과정 및 내용 ····· 17
제 3 절 연구수행결과 및 결과의 검증 방법 등 ····· 98

제3장 최종 연구성과 및 적용실적 ····· 100

제 1 절 주요 연구성과 ····· 100
제 2 절 기술 실시 및 적용사례 ····· 104
제 3 절 기술개발 성과의 국내외 시장 전망 ····· 107

제4장 연구목표 달성 및 효과 ····· 108

제 1 절 연구개발 최종목표 달성도 ····· 108
제 2 절 연구개발 성과의 기술적 효과분석 ····· 109
제 3 절 연구개발 성과의 경제적 효과분석 ····· 111
제 4 절 연구개발 성과의 정책적 효과분석 ····· 112

제5장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성 ····· 113

제 1 절 연구성과 향후 활용방안 ····· 113
제 2 절 추가연구 필요성 등 ····· 116

참고문헌 ····· 117

부록 119

제 1 절 시제품 성능검증용 시험성적서 121
제 2 절 논 문 127
제 3 절 특 허 131
제 4 절 신기술지정증서 160
제 5 절 제품 활용실적 및 계약서 161

제 1 장 연구개발과제 개요

제 1 절 연구개발의 목적 및 필요성

1. 연구개발의 목적

본 연구의 최종 목표는 철근콘크리트 무량판 슬래브에서 기존 사용해 왔던 전단보강재의 어려움을 개선하고 경제성, 시공성, 안전성, 품질 등을 만족할 수 있는 제품을 개발하여 사업화를 조성할 수 있도록 하는 것이다.

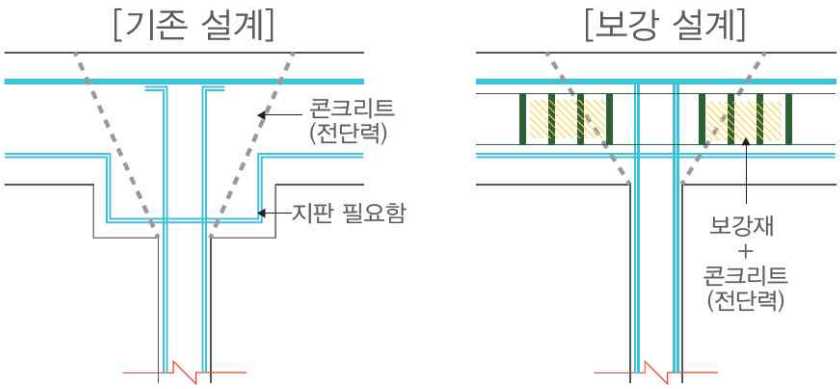
이를 위하여 아래와 같은 최종 목표를 수립하여 추진하고자 한다.

- 공장에서 생산하고 조립하여 현장에서 인력으로 손쉽게 설치할 수 있는 수직걸림형 전단보강재와 그 시공기술표준을 개발하는 것
- 개발한 수직걸림형 전단보강재에 대하여 실험을 통하여 안전성을 검증
- 시공상세도를 확정한 후 금형을 제작하여 대량생산을 위한 준비를 하고 필드 테스트를 통하여 시공 및 품질관리 매뉴얼을 확정한 후 본격적인 사업화를 추진
- 해당기술(무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강체에 관한 특허)의 구조관련 요소기술 등 시제품 성능 분석, 공법 기술의 실용화를 위한 평가 요소 도출, 디자인 및 활용 디테일 설계, 시공기술 및 기술의 검증, 현장 적용성 분석 개선안 도출에 관한 연구 등 다양한 부문에서의 원천기술의 연구 및 분석을 통하여 해당기술을 사업화
- 과제 수행기간 중 최대한 빨리 건설신기술 신청

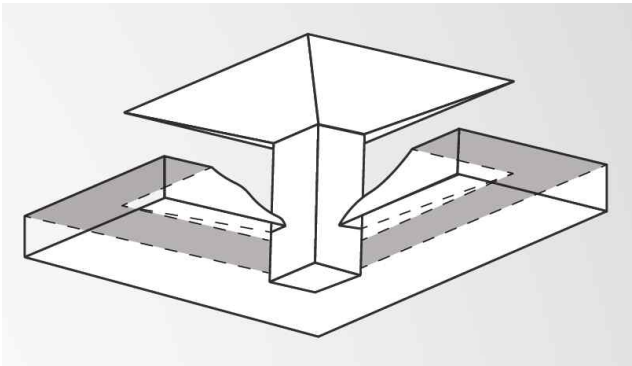
2. 연구개발의 필요성

가. 기술적 측면

- 무량판 구조시스템은 기둥 주변에 지판이 필요하게 되는 단점이 있으므로 철근 또는 철골(강재)로 전단보강을 하여 지판을 없애거나 지판의 두께를 최소화 할 수 있는 전단보강재를 사용하고 있다.
- 그런데 철근을 이용하여 전단보강을 할 경우 슬래브 하부철근과 상부철근을 감싸는 폐쇄형 스터럽 형태를 취하여 설치하여야 하므로 현장에서 작업속도가 저하되며 작업피로를 상승시켜 현장작업자들이 기피하는 요인이 되고 있다.
- 철골(강재)을 보강재로 사용할 경우는 무량판 구조시스템에서 슬래브에 하부근을 배근한 후 설치하는 철골을 합성부재로 설계할 경우 철근콘크리트와 철골의 이종재료 간에 응력이 작용하여 발생하게 되는 부작용이 있다.
- 이러한 미끄러짐 현상을 방지하기 위하여 철골에 추가로 용접 등의 방법을 통하여 전단연결재(stud bolt)를 설치하는 과정이 필요하여 공사비 증가요인으로 작용된다.
- 무량판 슬래브에 기존에 사용해왔던 전단보강재를 개선한 제품을 개발하고 제시하는 것은 건설기술 전반의 발전토대를 마련하는 중요한 과제일 것이다.



<그림 1.1> 무량판 슬래브의 전단설계의 개념



<그림 1.2> 뚫림전단파괴

나. 경제·산업적 측면

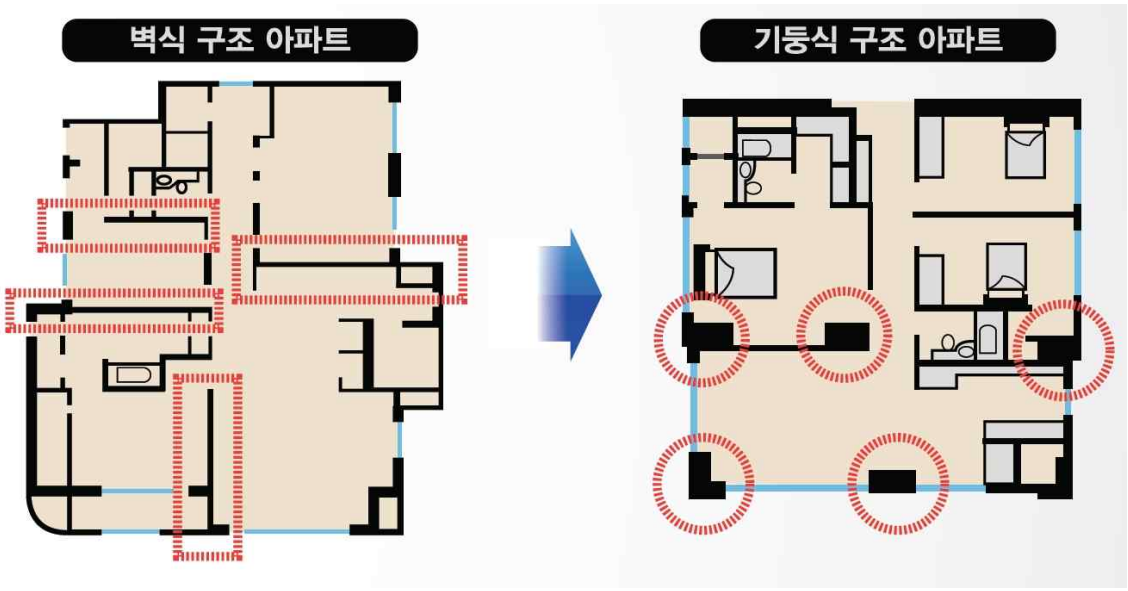
■ 최근 철근콘크리트 구조물은 사업을 극대화하기 위하여, 층고를 줄여서 연면적을 최대로 설계할 수 있으며 철근콘크리트 보-기둥 시스템보다 거푸집 작업이 비교적 간단하여 공기를 단축할 수 있는 무량판 구조시스템을 적극적으로 도입되고 있다.

■ 따라서 공사가 간편하고 공사비를 절감할 수 있는 전단보강재와 공법의 개발은 건설업계에서 요구되고 있는 부분일 것이다.

다. 사회·문화적 측면

■ 생활방식의 변화로 인한 가변형 공간 구성이 필요하게 되어 아파트 설계 등이 벽식 구조에서 무량판구조 시스템으로 변화되고 있는 실정이므로 전단보강재 개발의 중요성이 증대되고 있으며 건설분야에 파급효과가 클 것으로 기대하고 있다.

■ 리모델링의 활성화에 따른 효율적인 구조시스템을 반영할 수 있고, 층간소음규정 강화로 인해 슬래브 두께가 점점 증가추세에 있어 최근 변화되고 있는 무량판 구조시스템은 시대적인 요구일 것이다.



<그림 1.3> 가변형구조(무량판 구조시스템)의 변화

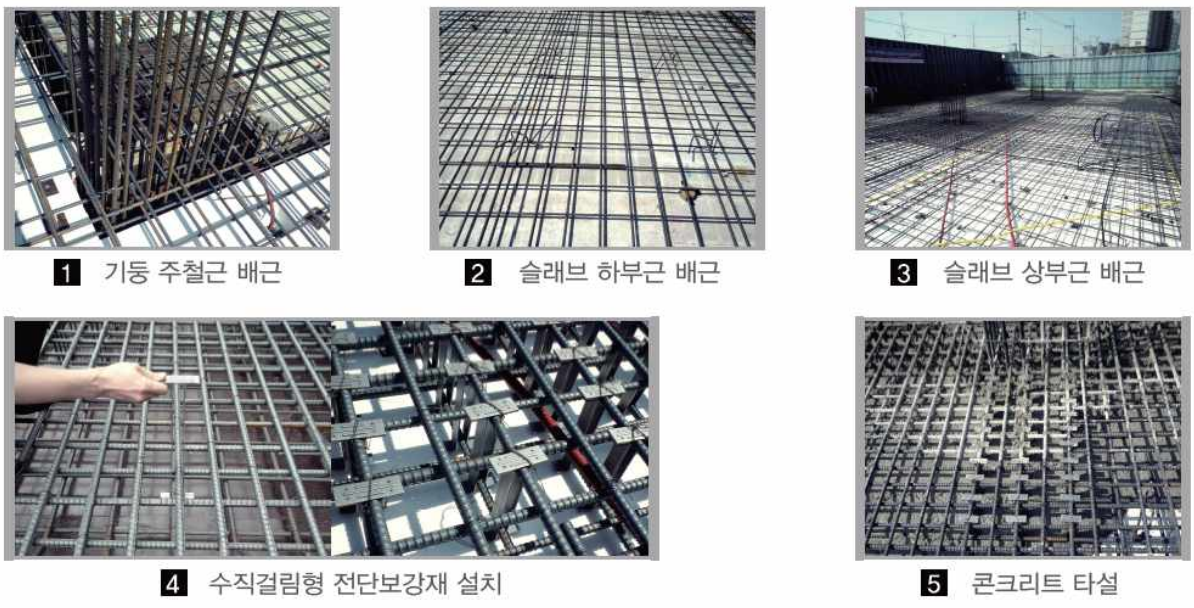
제 2 절 연구개발의 정의, 범위, 특징

1. 연구개발의 정의



수직걸림형전단보강재

본 연구의 개발제품은 상, 하부 철근을 완료한 후 강판을 절곡 가공하여 단위모듈로 제작된 수직걸림형 전단보강재를 설치간격에 따라 슬래브 상부철근 위에서 하부철근방향으로 수직으로 삽입하여 설치하고, 콘크리트를 타설 양생하여 콘크리트와 전단보강재와 동시에 슬래브에 발생하는 전단응력에 저항하도록 한 무량판 슬래브의 전단보강재이다.



<그림 1.3> 수직걸림형 전단보강재 시공방법

2. 연구개발의 범위

연 차	연구 내용	연구 결과
1차년도	▪ 관련 자료수집 및 사업화를 위한 대안선정	▪ 전단보강재 관련 자료를 수집하고 분석한 후 개발한 전단보강재의 여러 가지 대안 중 시공성과 경제성을 고려하여 최종 사업화 할 전단 보강재 확정
	▪ 대안 선정 후 시제품 도면 작성	▪ 최종 선정된 전단보강재를 사용하여 성능검정을 하기위한 시제품 상세도면을 작성
	▪ 금형제작	▪ 최종 선정된 전단보강재를 생산하기 위하여 전문가와 상담하여 제품 생산을 위하여 금형제작 설계상세도를 만들고 금형을 제작
	▪ 시범사업 실시 및 현장 적용, 현장 적용성 분석	▪ 최종 선정된 전단보강재를 현장에 적용하여 시범적으로 시공을 하고 현장 적용상의 문제점을 파악하여 개선점을 도출하여 반영
	▪ 매뉴얼 작성(시방서 작성)	▪ 최종 결정된 전단보강재를 시공하기 위한 현장 적용 시방서를 작성
2차년도	▪ 재료실험	▪ 시제품 성능 테스트 전에 사용된 재료의 규격별 재료의 성질을 확인하기 위하여 재료실험을 실시
	▪ 구조해석 및 설계	▪ 시제품 구조설계 및 검토
	▪ 시제품 제작 및 성능실험	▪ 최종 결정된 전단보강재의 성능을 확인하기 위하여 시제품 설계상세도에 따라 시제품을 제작한 후 성능 실험 실시함
	▪ 현장 적용을 통한 사업화	▪ 확정된 전단보강재의 사업화를 지속적으로 추진하기 위하여 영업활동 범위를 확장 해나가면서, 개발 전단보강재의 문제점을 개선 발전시켜 나감
3차년도	▪ 제품생산시설 구축	▪ 제품 생산을 위한 장비 구입
	▪ 학술회 논문발표	▪ 연구논문을 2건 발표함
	▪ 건설신기술 신청	▪ 타사와 공동으로 연구 기간내 건설신기술을 지정받음 (건설신기술 제706호)
	▪ 현장 적용을 통한 사업화	▪ 확정된 전단보강재의 사업화를 지속적으로 추진하기 위하여 영업활동 범위를 확장 해나가면서, 개발한 전단보강재의 문제점을 개선, 발전시켜 나감

3. 연구개발의 특징

최근, 사회전반의 소득수준 향상과 생활양식 및 가치관 변화로 아파트 입주자의 가족구성이나 주거 선호도가 다변화됨에 따라, 이에 부응하는 다양한 주거평면이 요구되고 있다. 상기와 같은 요구조건에 부응하기 위해서는 기존 내력벽식 구조형식으로는 한계가 있어 현재는 아파트 내부공간의 개조가 용이한 가변형 평면을 수용할 수 있고, 아파트 지하층을 주차장으로 활용 가능한 **무량판 슬래브 구조시스템이 활발히 연구**되고 있다.

무량판 슬래브 구조의 특징을 살펴보면 거푸집 제작이 간편하고, 층고를 줄일 수 있으며 동일 건물 높이에 몇 개 층 추가 건설이 가능하다. 또한, 골조 형상이 단순하여 초고층 공사에 있어 공사기간이 단축 가능하며, 슬래브 두께가 두껍고, 벽체 전달진동과 소음을 줄일 수 있어 층간 소음에 유리하다. 하지만 무량판 구조는 상기와 같은 장점이 있으나 슬래브-기둥 접합부가 취약한 단점이 있다. 상기 무량판 구조의 단점을 극복하기 위해서 슬래브-기둥 접합부를 효율적으로 보강할 수 있어야 하는데 이를 위해서 일반적으로 전단보강재가 많이 사용되고 있다. 그러나 **기존 전단보강재는 구조적 성능, 시공성, 경제성이 떨어져 많이 활용되지 못하는 실정**이다.

가. 대량생산이 가능한 제작방법

- **공장을 등록하여 제품을 자동생산 시스템을 구축할 수 있도록 함**
- 설계규격에 맞는 폭과 두께의 롤강판을 금형으로 가공 및 절곡한 일체형 단위모듈 수직걸림형 전단보강재로 제작함

[표 1.1] 규격별 금형 제작

품 명	규 격	수량/SET
1. 30mm 상판 엠보싱 및 커팅동시금형	C/T 1.5×30	1
2. 60mm 상판엠보싱 및 커팅동시금형	C/T 1.5×60	1
3. 하부 엠보싱 및 커팅동시금형	C/T 3.0×60	1
4. 60 mm 상부 및 하부 벤딩 금형	B/E-60	1
5. 30 mm 상부 및 하부 벤딩 금형	B/E-30	1


1


2

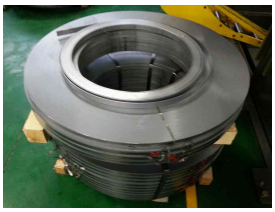

3


4


5



대량생산 시스템을 갖춘 공장구축



설계규격에 맞는
롤강판 사용



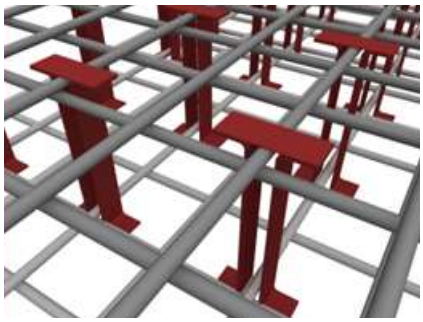
용접작업이 필요없는
자동생산시스템



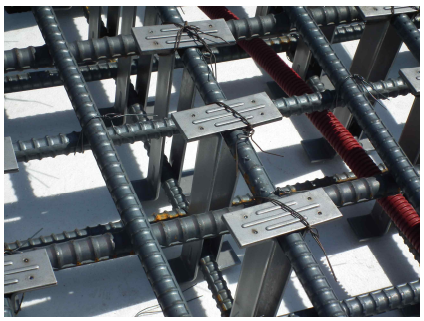
자재의 낭비가 없는
전단보강재

나. 시공방법

■ 슬래브의 상·하부 철근배근이 완료된 후 **공정의 간섭 없이** 수직걸림형 전단보강재를 슬래브 상부철근 위에서 하부철근 방향으로 수직으로 **삽입하여 설치**한다.



상부철근에 삽입



긴결선으로 긴결

<그림 1.5> 공정의 간섭 없는 시공 방법

수직걸림형 전단보강재를 슬래브의 철근이 배근된 후 슬래브의 철근에 설치하여 슬래브-기둥 접합부의 구조적 성능을 향상시키기 위한 공법이다. 즉, 기존 전단보강재와 달리 슬래브의 **철근이 모두 설치된 후 다른 공정과의 간섭 없이 간단히 슬래브의 휨 철근에 삽입하여 고정하는 방법**으로 구조물의 전단력을 높이는 공법으로 기존 전단보강공법 대비 구조적 성능, 시공성, 경제성이 우수하다. 구조물 공사의 전체 공정 중 극히 일부 공정에 지나지 않으나 **구조적 성능, 시공성, 경제성이 우수한 무량판 슬래브 구조시스템을 만들기 위해서는 반드시 필요한 공법**이다.

제 3 절 관련분야의 국내외 기술개발 현황

1. 기존기술의 문제점

가. 구조성능의 문제점

■ 재래식 늑근을 전단보강재로 사용하는 경우 주근을 늑근이 감싸야 하므로 주근의 유효춤 감소로 인하여 구조성능의 효율이 감소됨

■ 용접을 이용하여 전단보강재를 제작하는 공법은 용접품질의 신뢰성 문제로 구조성능이 떨어질 수 있음

■ 평면 트러스 공법의 경우 상하 철근 사이에 설치되므로 시공은 용이하나 주근을 구속할 수 없고 콘크리트 구속범위가 적기 때문에 콘크리트 구속효과가 떨어지므로 지진 발생 시 취성파괴로 이어질 수 있음

나. 시공성의 문제점

■ 슬래브 하부철근배근 → 전단보강재 설치 → 슬래브 상부철근배근의 순서로 시공되므로 작업공정의 간섭으로 인하여 시공성이 저하됨

■ 얇은 슬래브에 복잡한 시공방법으로 인하여 시공성 저하됨

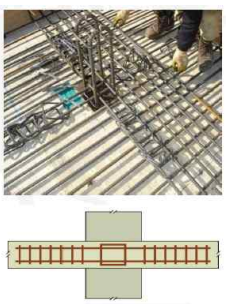
다. 경제성의 문제점

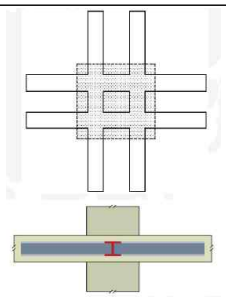
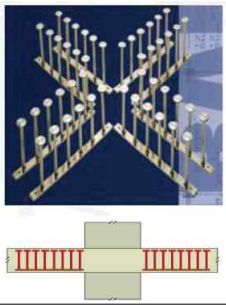
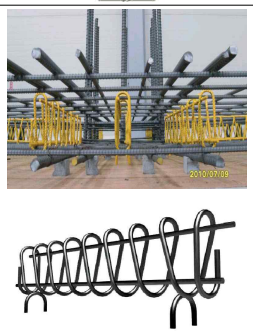
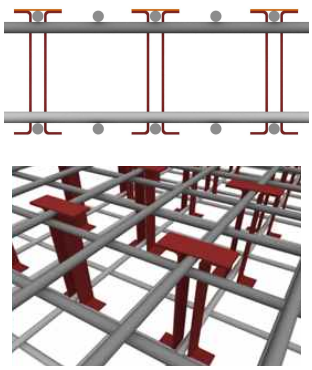
■ 복잡한 제작과정으로 생산단가가 높아지며 품질확보가 어려움

■ 전단보강재 1개의 모듈이 보통 1~2m 내외의 일체식으로 제작되어 운반 및 시공에 어려움이 발생하여 경제성이 저하됨

■ 기타 불필요한 자재의 사용이 많아 비경제적임

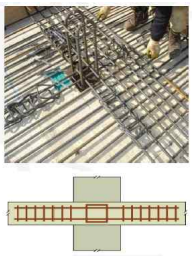
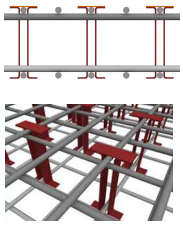
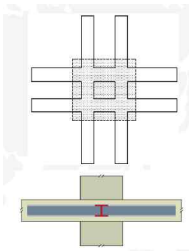
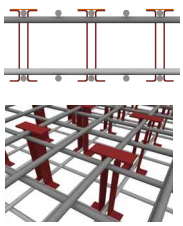
2. 국내 기술개발 현황

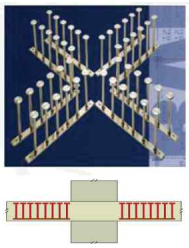
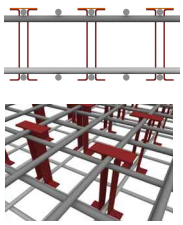
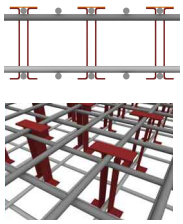
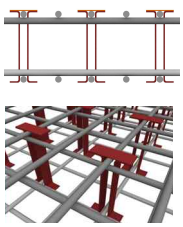
공 법	시공단면	장단점
철근 스터럽 설치공법		▪ 자재수급이 용이 ▪ 피복두께 유지가 어려움 ▪ 얇은 슬래브에 적용 곤란 ▪ 시공성이 까다로움 (폐쇄형 스트럽)

전단헤드 설치공법		▪ 필요 이상의 강재 사용 ▪ 건물자중 증가 ▪ 철근이 단절될 수도 있음 ▪ 구조적 취약성 내포 ▪ 시공성 취약
전단 스터드 설치공법		▪ 스터드헤드 형태로 자재비 절감 ▪ 품질관리가 어려움 (용접부 및 용접열로 인한 변형) ▪ 용접부위 열처리가 필요함 ▪ 헤드가 상부로 설치될 경우 설치하기가 까다로움(자립 안 됨)
나선형 철근 설치공법		▪ 주철근과의 시공간섭으로 시공성 저하 ▪ 부속자재와 용접이 필요함으로 제조공정이 다소 까다로움
평면 트러스 설치공법		▪ 슬래브의 상,하부 철근 사이에 시공됨 (공정간섭으로 시공성 저하) ▪ 얇은 슬래브에 적용 곤란 ▪ 주근 구속효과가 없음
본 연구의 전단보강재 설치공법		▪ 시공성 우수(공기 단축) ▪ 자재수급 용이(원가 절감) ▪ 단기간에 대량생산가능 ▪ 수직걸림형 설치형태(피복두께 확보 용이) ▪ 내진 성능 확보(완전 일체형) ▪ 품질관리가 용이 (용접부위가 없는 완전 일체식) ▪ 열처리가 필요 없음 ▪ 경제적인 공법

제 4 절 연구개발결과가 관련분야에서 차지하는 위치

1. 기술의 차별성 및 우수성

구분	기존 기술명	기술내용	기존기술	연구기술	차별성
1	철근 스터럽 설치 공법	■ 슬래브 하부철근과 상부철근을 감싸는 폐쇄형 스터럽 형태를 취하여 설치해야 하므로 현장에서 작업속도가 저하되며 작업피로를 상승시켜 작업자들이 기피 ■ 슬래브의 경우 피복두께 및 유효춤 확보 문제로 실용성이 떨어짐			■ 본 신청기술은 배근된 철근과 간섭되지 않아 시공성이 우수함 ■ 공장에서 생산하여 공급됨으로 자재수급이 용이하고, 품질이 일정함
2	전단 헤드 설치 공법	■ 무량판 구조시스템에서 철골(강재)을 보강재로 사용할 경우는 슬래브에 하부근을 배근한 후 설치하는 철골을 합성부재로 설계함으로 철근콘크리트와 철골의 이종재료 간에 응력이 발생 ■ 미끄러짐 현상을 방지하기 위하여 철골에 추가로 용접 등의 방법을 통하여 전단 연결재(stud bolt)를 설치하는 과정이 필요하여 공사비 증가요인으로 작용			■ 본 신청기술은 배근된 철근과 간섭되지 않게 시공하여 시공성이 우수하고 가벼운 철근사용으로 인해 사하중이 증가되지 않음

3	전단스터드 설치 공법	■ 스터드를 스트립바에 용접하여 완성된 레일을 기둥주위에 배치함			■ 본 신청기술은 용접이 필요하지 않는 단순 가공품으로 품질관리가 용이함. ■ 배근된 철근과 간섭되지 않아 시공성이 우수함.
4	나선형 철근 설치 공법	■ 나선형으로 꼰 철근을 슬래브 휨 철근에 감싼 형태로 기둥 주위에 배치됨.			■ 본 신청기술은 삽입식 수직걸림형 전단보강재를 사용하고 있어 배근된 철근에 정착이 용이함. ■ 배근된 철근과 간섭되지 않아 시공성이 우수함.
5	평면트러스 설치 공법	■ 트러스 형태의 전단부재가 슬래브의 상, 하부 철근 사이에 시공됨			■ 본 신청기술은 배근된 철근과 간섭되지 않아 시공성이 우수함. ■ 얇은 슬래브 등 다양한 슬래브에 적용 가능함

2. 공사기간의 단축 효과

개발된 기술과 기존기술의 전단보강재가 시공되는 과정은 아래와 같이 상·하부철근 배근이 완료 후 전단보강재를 다른 공정의 간섭 없이 시공가능하다.



<그림 1.7> 주철근 사이에 전단보강재가 설치되는 기술의 시공과정



<그림 1.8> 신청기술의 전단보강재 시공과정

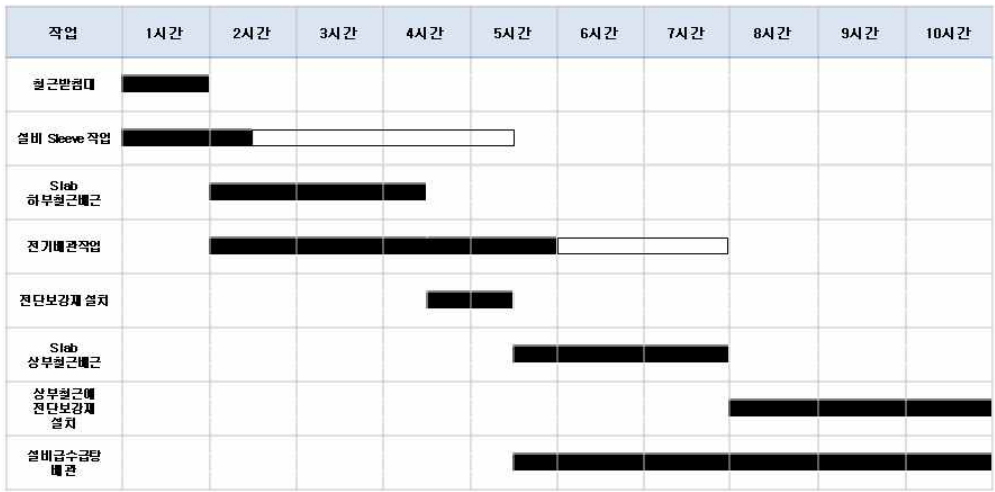
본 연구에서 개발된 기술은 무량판 구조의 슬래브-기둥 접합부의 전단보강공법에 관한 것으로 수직걸림형 전단보강재를 슬래브의 철근이 배근되고 설비배관이 설치된 후 슬래브의 철근에 설치하여 슬래브-기둥 접합부의 구조적 성능을 향상시키기 위한 공법으로 구조물 공사의 전체 공정 중 극히 일부 공정에 지나지 않아 공사기간의 단축이 아닌 시공의 편리성과 다른 공정과의 간섭 발생 유무에 따라 공법의 진보성을 판단해야 한다.

기존의 전단보강 공법들은 전단보강재를 슬래브의 철근에 설치시키는 과정이 번거로워 작업 효율이 떨어지는 문제점이 있다. 즉, 철근 스터럽을 이용한 전단보강공법은 철근을 슬래브의 휨 철근에 감아서 고정시키는데 슬래브의 철근이 촘촘히 설치되어 있어 그 살치가 매우 어렵다. 전단헤드를 이용한 전단보강공법은 기둥을 통과하여 배근하기가 어렵고 공간의 제약을 많이 받는다. 나선형 철근을 이용한 전단보강공법은 나선형 철근과 슬래브의 휨 철근과의 간섭이 발생하고 주근의 간격에 따라 전단보강재의 규격이 달라짐으로 시공성이 떨어진다.

이에 반해 본 연구에서 개발된 기술은 슬래브의 철근배근이 모두 끝난 후 슬래브의 상부 철근에 간단히 삽입하고 결속선으로 결속만 하는 것으로 다른 추가 작업이 필요가 없고 구조 설계에 따라 기둥 주위에 자유로운 배치가 가능하기 때문에 시공성이 우수하다. 또한 슬래브의 철근이 모두 설치된 후 시공되는 것으로 다른 공정과의 간섭이 전혀 없다.

결론적으로, 본 연구에서 개발된 기술은 슬래브의 철근 배근이 모두 끝난 후 다른 공정과의 간섭 없이 설치되는 것으로 그 시공이 간편하고 안전한 공법이다. 바닥 면적에 따라 시공기간이 틀려지기 때문에 20층 공동주택(기준층 바닥면적:3,000㎡) 1개층의 공사시간에 한하여 비교한 결과 ❶ 시공의 순서에 따른 정량적인 시간으로 비교해 보면 [표 1.2]와 같이 약 30 % 공사기간이 줄어드는 것으로 나타났다.

[표 1.2] 기존전단보강재와 개발기술과의 설치소요시간 비교

분 류	공 정 표
주철근 사이에 시공되는 전단보강재	
수직걸림형 전단보강재	

**현장조건: 20층 공동주택[기준층 바닥면적:3,000㎡], 1개 층 철근배근 공사 및 전단보강재 설치에 한함.

3. 기술의 독창성

■ 금형을 제작하여 완전 일체형으로 대량생산이 가능하다.

■ 기존의 제품은 대부분 부품을 용접하여 제작하므로 품질확보에 어려움이 있으나 개발제품의 경우 금형으로 대량생산이 가능함으로써 인건비 등 원가절감이 가능함으로써 가격경쟁력을 확보할 수 있다.

■ 수직걸림형 시공방법

기존의 제품은 시공시 하부철근 설치 후 전단보강재를 설치해야 하므로 상부철근설치공정과 간섭이 생기므로 설치가 어렵고 공기가 지연되는 어려움이 있으나 개발제품의 경우는 상, 하부 철근 설치 후 상부 철근위에서 쉽게 설치가 가능하므로 품질확보가 쉽고 공기단축으로 인건비가 절감되는 공법이다.

■ 최소의 재료로 최대의 효과를 발휘하도록 제작하여 친환경적임

기존의 제품은 대부분 제작 과정이 전단에 저항하는 수직재와 정착의 역할을 담당하는 전단헤드를 제작하기 위하여 추가 재료가 필요한 형태로 제작하지만 개발제품의 경우 전단에 저항하는 수직재와 정착의 역할을 수행하는 정착헤드만으로 제품이 구성되어 있으므로 재료의 손실이 없다. 따라서 소요되는 재료의 중량이 줄어들기 때문에 운반에 따른 교통량 감소로 이산화탄소 배출량이 줄어들므로 친환경적인 공법으로 볼 수 있다.

제 2 장 연구개발 수행 내용 및 결과

제 1 절 연구수행 전략 및 방법론

1. 연구수행 전략

■ 본 연구개발사업은 주관기업이 보유하고 있는 기존 기술의 문제점 분석 및 선진화와 사업화의 부분으로 구분하여 수행하였다.

■ ㈜힐엔지니어링이 현장 성능평가 및 적용성 분석을 통해 도출한 기술 개선요소를 토대로 개발기술의 선진화를 수행하며, 시제품의 성능실험은 위탁연구기관인 동아대학교가 수행하였다.

■ 현장적용은 ㈜힐엔지니어링이 다양한 건설현장에 적용한 후 현장적용 시, 문제점과 기술개선 방향을 도출하였다.

■ 위탁기관으로서 동아대학교 건축공학과 김재웅 교수 연구실에서 요소기술의 시제품 성능 분석 및 실용화를 위한 평가 요소 도출에 관한 연구를 수행하였다.

■ 사업화 계획은 ㈜힐엔지니어링이 기술사업화 방안을 수행하였다.

■ 개발기술의 활용 및 사업확대를 위하여 ㈜힐엔지니어링이 활용지침 및 매뉴얼을 작성하고, 연구결과를 시공학회 논문으로 발표하여 사업의 확대화를 도모하였다.

구 분	주관연구기관	공동(위탁)연구기관
1차년도 (2012)	■ 개발기술의 개선요소 도출 ■ 개선요소 보완 및 평가 ■ 시제품 디테일 설계 ■ 시범사업 실시 후 사업화 ■ 현장적용성 분석 ■ 규격별 금형제작 ■ 사업화계획 수립 ■ 활용 매뉴얼 작성(시방서 작성)	■ 개선요소 보완 및 평가 ■ 시제품 성능분석 및 개선안 도출
2차년도 (2013)	■ 현장적용 실험 ■ 현장적용 문제점 도출 및 분석 ■ 사업화 수행 ■ 실용화를 위한 평가요소 도출 ■ 상세디테일 설계 현장적용 문제점 분석을 통한 개발 기술 피드백 ■ 건설신기술 신청	■ 개발기술의 성능평가(실험) ■ 성능평가(실험) 결과 분석 및 보고서 작성
3차년도 (2014)	■ 제품 생산시설 구축 및 생산 ■ 학술회 논문 발표 ■ 사업화 수행	없음

2. 연구 추진역량

가. 연구진의 인적 능력

■ 주관연구기관인 (주)힐엔지니어링은 구조설계, 안전진단, 무선원격계측 전문 업체로서 전문가는 연구전담부서에 7명이 참여하고 있다.

■ 위탁연구기관인 동아대학교 건축공학과 김재웅 교수는 건축구조분야에 있어서 30년간 연구를 수행하여 왔으며, 2007년부터 5년간 공동연구기관인 ㈜힐엔지니어링과 본 기술의 개발을 함께 수행하여 왔으며, 대학원 연구인력을 3명 보유하고 있다.

나. 연구기기·장비·시설 구축 수준

연구기관	연구기기 및 장비명	사용 목적
주관연구기관 (힐엔지니어링 기업부설연구소)	MIDAS/GEN	구조물 구조해석
	MIDAS/SDS	슬래브 바닥판 해석
	MIDAS/SET	부재설계
	무선원격계측시스템	필드테스트를 통한 장기거동 예측
위탁연구기관 (동아대학교)	MODS	구조해석 및 부재설계
	CANNY	구조해석
	TQ Structures	구조공학 시뮬레이션
	2채널 신호분석기(SA390)	진동 측정 및 분석장비
	2채널 데이터 입력기	
	만능진동시험기	
	진동측정기(VM-51)	
	진동측정용 Loadcell	
	SERVO 가속도계(ASQ-2CA)	
	신호증폭기(VAG-700A A220)	

제 2 절 연구수행과정 및 내용

1. 연구수행과정

연차	연구내용	추 진 일 정 (주)																						
		2012					2013												2014					
		9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
1차 년도	기존제품 및 관련 자료수집	■	■																					
	시제품 도면 작성			■	■																			
	금형제작				■	■																		
	시범사업 실시					■	■	■	■															
	현장적용성 분석					■	■	■	■															
	활용매뉴얼(시방서) 작성							■	■															
2차 년도	구조해석 및 설계									■	■													
	시제품 재료시험											■	■											
	시제품 제작 및 성능실험											■	■	■	■	■	■	■						
	현장적용을 통한 사업화									■	■	■	■	■	■	■	■	■						
3차 년도	제품생산시설 구축																		■	■	■	■		
	학술회 논문 발표																				■	■	■	■
	건설신기술 신청 (2차년도 조기달성함)									■	■	■	■	■	■	■								
	현장적용을 통한 사업화																		■	■	■	■	■	■

2. 연구수행 내용

가. 1차년도 주요내용

■ **연구개발 주요내용 목차**

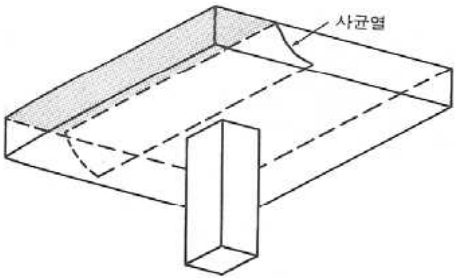
(1) 과학적·공학적 원리 및 이론 정리
(2) 시제품 제작 도면 작성
(3) 금형제작
(4) 시범사업 실시 후 사업화
(5) 현장 적용성 분석
(6) 활용 매뉴얼(시방서) 작성

(1) 과학적·공학적 원리 및 이론 정리

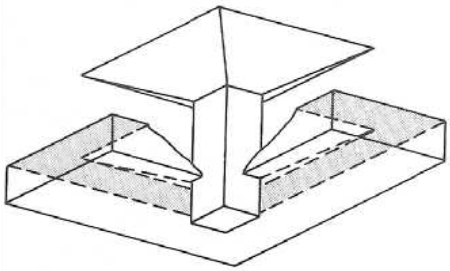
(가) 무량판(flat plate) 구조의 전단보강 원리

- 무량판(flat plate)의 취성적 파괴를 방지하고 연성적 거동을 향상시키기 위한 방법으로 전단보강재를 적용하며, 이는 flat plate의 구조적 성능을 향상시키고 경제적인 시공을 가능하게 하는 방법
- 기둥-보의 골조구조에서 보는 기둥과 강하게 연결되어 일체로 거동하므로 하중을 대부분 기둥과 보 사이의 휨에 의해 전달되는데 반해서, flat slab 및 flat plate 구조에서는 슬래브가 보의 역할과 기존 바닥 슬래브의 역할을 동시에 수행하므로 슬래브가 매우 중요한 구조적 역할 수행
- 2방향 슬래브나 기초의 경우, 그림 2.1과 같은 두 가지 전단파괴 메커니즘이 작용하며, 그림에서 보는바와 같이 1방향 전단(one-way shear) 또는 보 작용 전단(beam action shear)은 구조물의 전체 폭에 걸쳐진 사균열을 포함
- 2방향 전단(two-way shear) 또는 뚫림 전단(punching shear)은 <그림 2.1>의 (b)와 같이 기둥 주위에 꼭지가 잘려나간 원뿔이나 피라미드 모양의 표면
- 일반적으로 슬래브나 기초의 뚫림 전단능력(punching shear capacity)은 1방향 전단능력(one-way shear capacity)과 비교하면 상당히 차이가 크나, 설계에서는 두 가지 파괴 메커니즘을 모두 고려할 필요
- 전단보강되지 않은 무량판의 파괴형상은 <그림 2.2> 및 <그림 2.3>의 (a)에서 보는 바와 같이 기둥 주위 위험단면에서 취성적인 뚫림 전단파괴 형상을 나타냄
- 그러나, <그림 2.3>의 (b)에서 보는 바와 같이 위험단면의 파괴단면에 전단보강재를 시공하면 콘크리트의 뚫림전단 파괴를 방지하고, <그림 2.3>의 (c)와 같이 파괴범위를 넓혀 안전하게 설계 가능

■ 전단보강재는 뚫림전단 파괴에 대한 보강효과와 횡하중에 대한 변형 능력을 증진시켜 무량판 구조의 연성능력을 향상

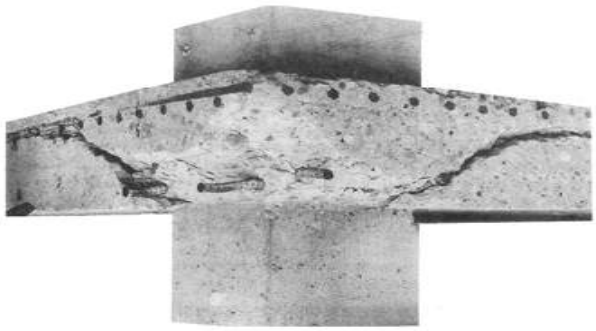


(a) 1방향 전단



(b) 2방향 전단

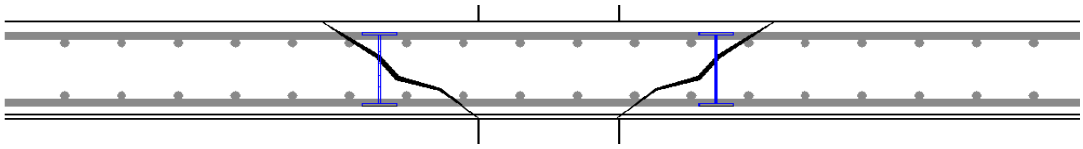
<그림 2.1> 슬래브의 전단파괴



<그림 2.2> 전단파괴가 일어난 슬래브의 사균열



(a) 뚫림전단 파괴형상



(b) 뚫림전단 균열 및 전단보강재의 설치

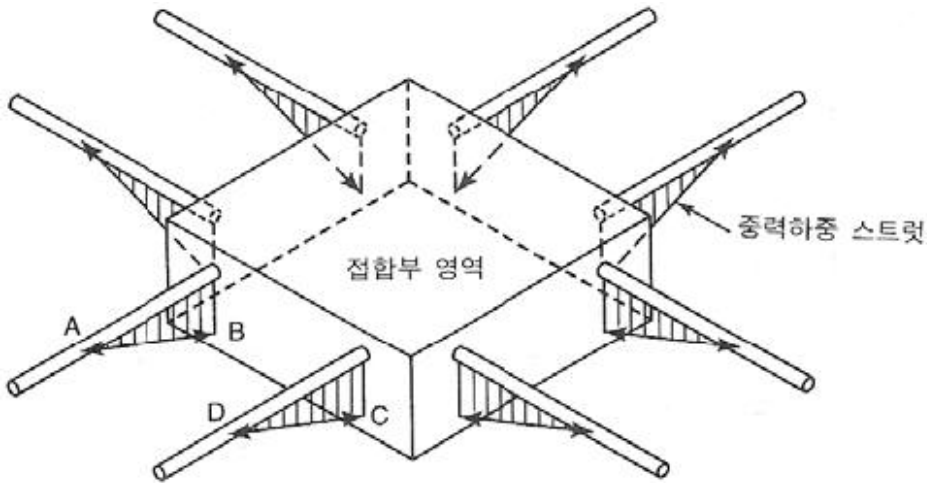


(c) 전단보강된 파괴형상

<그림 2.3> 무량판 구조의 펀칭전단파괴 및 전단보강효과

(나) 2방향 전단에 의한 무량판의 거동

- 균등 재하된 무량판의 최대 모멘트는 기둥 주위에서 발생하고 각각의 기둥 주위에 원형의 균열을 초래한다. 부가적인 재하 후, 부채꼴의 항복선을 형성시키는 데 필요한 균열이 발생하고, 동시에 사균열이나 전단균열은 <그림 2.1>의 (a)에서와 같이 잘린 원뿔형의 표면을 형성한다. 이러한 균열을 <그림 2.2>에서 볼 수 있다.
- 이 그림에서 무량판이 2방향 전단으로 파괴된 뒤, 기둥의 두 측면을 따라 잘려진 슬래브를 보여 주고 있다. 전단파괴되는 보의 거동을 설명하는 방법인 트러스 모델(truss model)을 사용하여 뚫림(punching) 전단파괴를 설명하여 보면 <그림 2.2>의 사균열이 형성되기 전에 전단력은 전단응력에 의해 전달된다. 일단 균열이 형성되고 나면 전단력은 균열을 가로질러 전달될 수 없다.
- <그림 2.4>에서 전단력은 기둥측 슬래브의 바닥에서 점 A와 D 슬래브 상부의 철근까지 연장된 경사 스트럿 A-B와 C-D에 의해 전달된다. 유사한 스트럿이 기둥의 네 측면에 존재한다. 그 스트럿의 수평분력은 점 A와 D의 철근에서의 힘을 변화시키고, 수직분력은 이 철근을 밀어올리며 그 철근들 사이의 콘크리트 인장응력에 의해 저항된다. 결국 이 콘크리트는 철근면에서 균열을 일으키고 뚫림파괴가 일어난다. 그러한 파괴는 거의 경고 없이 갑작스럽게 발생한다. 일단 뚫림 전단파괴가 일어나고 나면, 그 연결부의 전단강도는 완전히 상실된다.
- 2방향 슬래브의 경우에는 슬래브가 기둥 아래로 미끄러져 내리면서 슬래브 상부의 부모멘트 철근이 슬래브의 상부를 찢게 되고 결과적으로 슬래브와 기둥 사이에 아무런 물리적인 연결이 존재하지 않게 된다. 따라서 2방향 슬래브는 휨 파괴 시에는 매우 큰 연성을 가지면서도 전단파괴 시에는 거의 연성을 가지지 않는다.



<그림 2.4> 내부기둥에서 전단력 전달에 대한 트러스모델

(다) 무량판(flat plate)의 전단설계

■ 큰 모멘트 전달 없이 전단력만을 전달하는 경우를 고려했을 때, 기존의 광범위한 실험 결과 전단에 대한 위험단면은 기둥의 표면에 위치한다는 것[1]으로 알려져 있다. 그러나, ACI-ASCE위원회 326(현재 445)은 이와 같은 결론을 인정하면서도 위험단면이 기둥표면 으로부터 d/2만큼 떨어진 곳에 위치한다고 가정함으로써 보다 단순한 설계식을 유도하였다. 여기서 d는 슬래브의 평균 유효깊이이다. ACI 기준은 이 단순화된 식을 채택하고 있다.

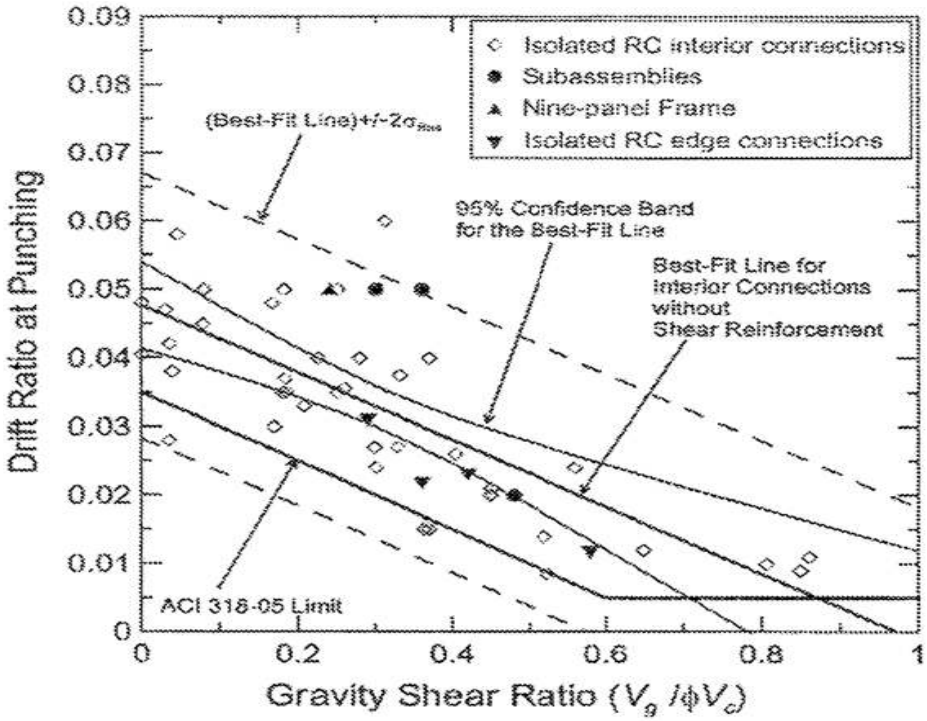
■ 보가 없는 무량판의 슬래브-기둥 접합부에 대해서는 다음의 두 조건 중 하나를 만족하지 않는 한 구조설계기준(KBC2009, 0507.12.3)의 요구조건을 만족하고 $0.3\sqrt{f_{ck}}\,b_0 d$ 보다 작지 않는 V_s 값을 제공할 수 있는 전단보강근이 받침부로부터 적어도 슬래브 두께의 4배 이상의 거리까지 보강되어야 한다.

① 설계전단력 V_{ug}와 설계변위 하에서 슬래브-기둥 접합부 사이에 전달된 모멘트($\gamma_v \cdot M_u$)를 고려한 KBC 2008 0507.13의 요구조건
② 설계 층간변위가 0.005와 (0.0035-0.05($V_{ug}/\varnothing V_c$))중 큰 값을 넘지 않는 경우

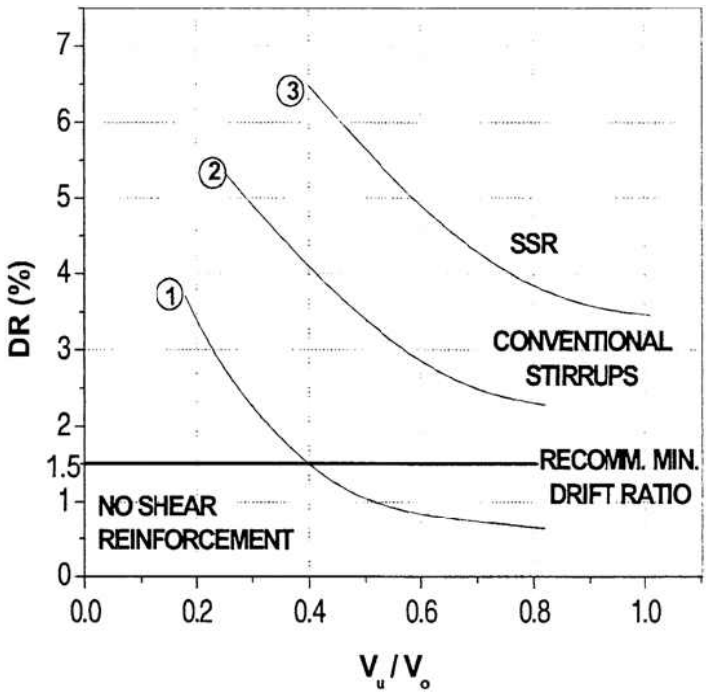
■ 위 규정은 슬래브-기둥 접합부에서 2방향 전단으로 인한 파괴의 위험성을 감소시키기 위한 것이다. ① 또는 ②의 조건을 만족시키지 않는 한 전단보강근이 반드시 배근되어야한다.
①은 계수전단력과 KBC 2009, 0507.13에 따른 불균형 모멘트의 전달로 인한 전단응력의 계산을 요구한다. 불균형 모멘트는 설계변위에 이르렀을 때 슬래브-기둥 접합부에서 전달되는 모멘트이다. 이를 위하여 슬래브-기둥 접합부의 강성을 어떻게 평가할 것인가에 대한 여러 모델링 기법이 주어져 있다.

②는 불균형 모멘트에 대한 계산을 필요로 하지 않으며, 중력하중으로 인한 전단력과 층간 변위비를 고려한 2방향 전단파괴의 가능성에 대한 이전 연구결과들로부터 직접유도된 것이다. <그림 2.5>, <그림 2.6>참조

1) James G . MacGregor, "Reinforcement Concrete -Mechanics and Design", Third E iti n , pp .578-580

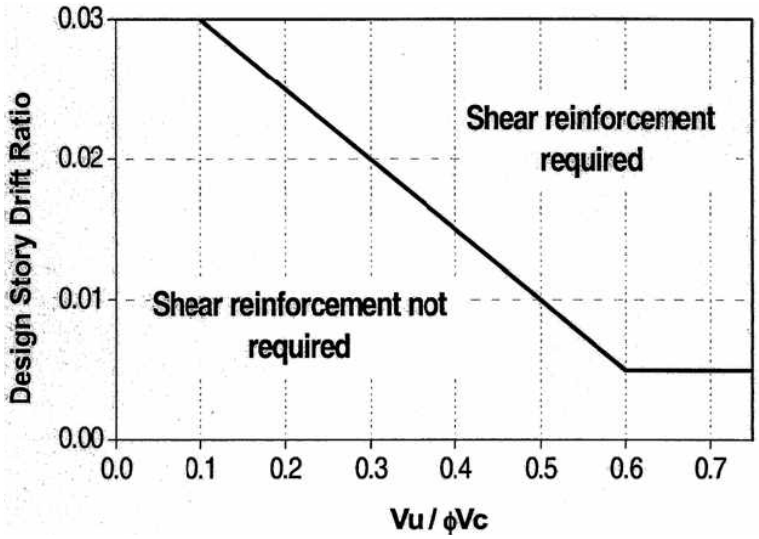


<그림 2.5> Drift ratio vs. $V_g/\varnothing V_c$ (Kang, 2004)



<그림 2.6> Influence of shear reinforcement on drift ratio(Megally & Ghali, 1994)

■ <그림 2.7>은 이러한 요구조건을 설명하고 있다. 이 요구조건은 전단보강근을 추가하거나 슬래브 두께를 증가시킴으로써 또는, 층간변위를 감소시키기 위한 설계법을 달리하거나 이 방법들의 조합에 의해 만족될 수 있다.

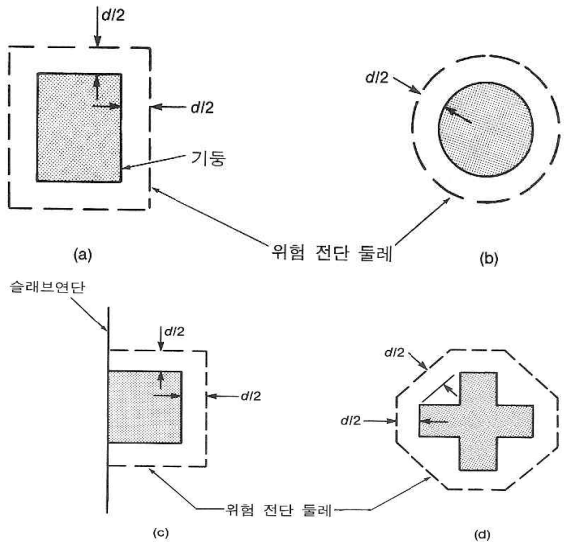


<그림 2.7> Criterion for slab shear reinforcement(Sec. 21.11.5 of ACI 318-05)

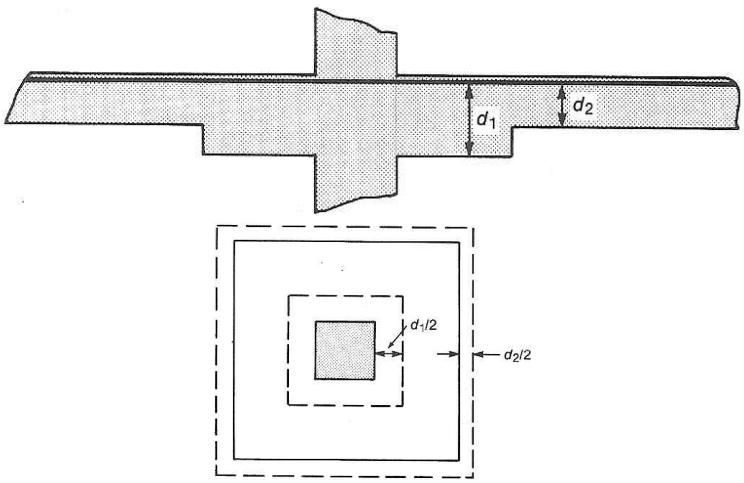
■ 무량판 구조에서 콘크리트만으로 전단성능을 만족할 수 없을 경우, 전단보강재를 보강하게 되고 전단보강재를 고려한 무량판의 전단설계 내용을 정리하면 다음과 같다.

① 위험단면의 위치결정

- 2방향 전단은 슬래브나 기초를 관통하고 기둥 주위로 확장되는 수직단면에서 위험단면을 이루는 것으로 가정한다.
- ACI에 따르면 위험단면은 기둥표면으로부터 거리가 d/2 이상이고, 그 길이 b_0가 최소가 되는 단면이다. 이것은 전단단면의 모서리가 둥글게 처리되어야 함을 의미하지만, 사각형 기둥의 위험단면은 사각형이 되어야 한다는 것이 ACI기준의 취지이다.
- <그림 2.8>에 위험단면의 몇 가지 예를 제시하고 있다. 기둥 주위에 지판이 있는 슬래브에서는 그림 2.9에서와 같이 두 개의 위험단면을 고려하여야 한다.



<그림 2.8> 위험 전단둘레의 위치



<그림 2.9> 지판이 있는 슬래브의 위험단면

② 모멘트 전달이 무시될 정도로 작은 경우의 2방향 전단

- 플랫플레이트 건물에서 불균형 바닥하중이나 횡하중이 작용할 경우, 모멘트와 전단 모두가 슬래브에서 기둥으로 전달된다. 가새 지지된 플랫플레이트 건물 내의 내부기둥의 경우, 전단에 대한 최악의 하중조건은 일반적으로 슬래브에서 기둥으로의 모멘트 전달을 무시하는 것에 해당한다. 마찬가지로 일반적으로 기둥이 기초에 모멘트를 전달하는 경우는 거의 없다.
- 모멘트 전달이 없는 2방향 전단의 전단설계를 위한 기본식은 다음과 같다.

$$V_u \leq \varnothing V_n \qquad \text{(식 1)}$$

여기서, V_u는 하중에 의한 계수전단력(factored shear force), V_n는 슬래브나 기초의 공칭전단력(nominal shear resistance)이다. ϕ는 전단강도 감소계수이다.

- 등분포하중을 받는 2방향 슬래브에서 V_u계산에 사용되는 기여면적(tributary

area)은 전단력이 0인 선으로 구분된다. 내부 패널에서 이 선은 패널의 중심을 통과하는 것으로 가정한다. 연단패널에 대한 ACI의 모멘트 계수는 플랫플레이트 연단 보가 있을 때와 없을 때, 각각 외부 지지점으로 부터 $0.45l_n$ 과 $0.44l_n$ 의 위치에 전단이 0이 되는 선이 성립한다는 가정에 근거를 두고 있다. 단순화를 위해 흔히 전단이 0인 선은 경간 중앙에 발생하는 것으로 가정한다. 이러한 가정은 외부 기둥의 전단에 대해서는 V_u가 과대평가되어 안전하다. 그러나 첫 번째 내부 기둥에서의 전단은 안전하지 않다.

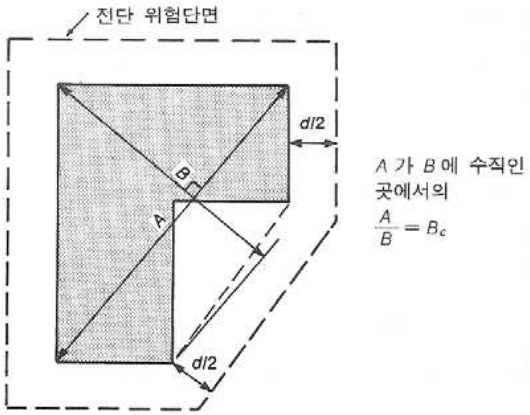
- ACI에서는 V_n을 다음과 같이 정의한다.

$$V_n = V_c + V_s \quad \text{(식 2)}$$

- 여기서, Vc는 콘크리트의 전단력, Vs는 철근의 전단강도이며 대부분의 슬래브에서 Vs는 0이다. 2방향 전단에서 Vc는 다음 중 최소값을 취한다.

$$Vc = \left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_{ck}}\,b_0\,d \quad \text{(식 3)}$$

- 여기서 값은 기둥, 집중하중 또는 반력면적에서의 단변에 대한 장변의 비이다. 직사각형이 아닌 기둥에 대해서는 별도 <그림 2.10>과 같이 정의한다.

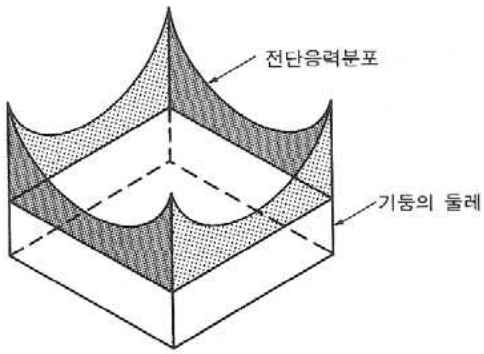


<그림 2.10> 불규칙 형태의 기둥에 대한 값의 정의

$$Vc = \left(1+\frac{\alpha_s d}{2b_0}\right)\sqrt{f_{ck}}\,b_0\,d \quad \text{(식 4)}$$

- 여기서 α_s는 내부 기둥일 때 40, 연단 기둥일 때 30, 모서리 기둥일 때 20이다.

$$Vc = \frac{1}{3}\sqrt{f_{ck}}\,b_0\,d \quad \text{(식 5)}$$



<그림 2.11> 정사각형 기둥둘레의 전단 응력분포

- <그림 2.11>은 기둥 주위의 전단응력의 분포가 모서리 부근에서 더 높게 전이되는 것을 근사적으로 보여준다. 대형 기둥이나 두 변이 긴 직사각형 기둥의 경우, 모서리 사이의 전단응력은 점점 감소하여 1방향 전단응력 $2\sqrt{f_{ck}}$ 값에 근접한다. (식 3)은 직사각형 기둥에 적용되고 (식 4)는 대형 기둥의 경우에 적용한다. 또한 (식 5)는 β_c가 2보다 작거나 또는 b_0/d가 20보다 작은 내부 기둥의 경우에 적용한다.

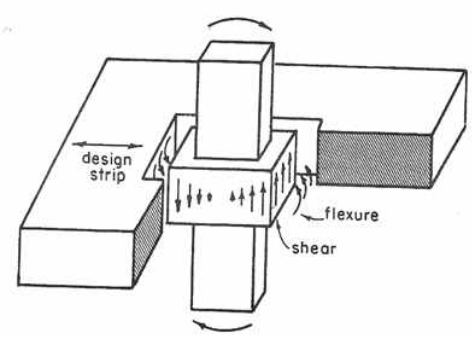
③ 전단철근 혹은 전단보강재의 보강

- ϕV_c 가 V_u보다 작을 경우 전단력을 다음의 방법으로 증가시킬 수 있다.
  - 전패널의 슬래브 두께 증가
  - 기둥에 인접한 슬래브의 두께를 두껍게 하기 위한 지판 설치
  - 기둥의 크기를 증가시키거나 기둥 주위에 필렛(fillet) 혹은 주두를 추가함으로써 b_0를 증가시킴
  - 전단철근 또는 전단보강재의 추가
- 전단철근은 비록 슬래브에서 널리 쓰이지는 않지만 재래식 철근스터럽을 포함하여 다양한 형태가 개발되어 사용되거나 개발 중에 있다.
- 네 모서리 모두에 주철근을 가진 폐쇄 스터럽은 보에서와 같은 방법으로 설계된다. 스터럽 철근은 $\phi V_c = \phi(2\sqrt{f_{ck}})b_0 d$ 가 최소한 처음으로 V_u를 초과하는 위험단면까지 가능한 한 멀리 연장되어야 한다.
- 일반적으로 스터럽의 형태는 250mm 두께 이하의 슬래브에서는 실용적이지 않다.
- 보에서의 스터럽의 작용을 설명하기 위한 트러스 이론에서는 스터럽이 인장 및 압축현(chord)에 정착되어야 한다고 기술하고 있다. 인장현으로의 정착은 슬래브 인장면에 가까운 철근 주위로 스터럽을 휘감음으로써 가능하다. 압축현에 대한 정착은 스터럽이 압축영역으로까지 연장될 것을 요구한다.
- 두께가 얇은 슬래브에서는 압축영역이 철근 피복두께보다 적을 수 있기 때문에 스터럽을 이곳까지 연장하는 것은 어렵다. 따라서 스터럽은 얇은 슬래브에서는 그다지 유효하지 않을 수도 있다.

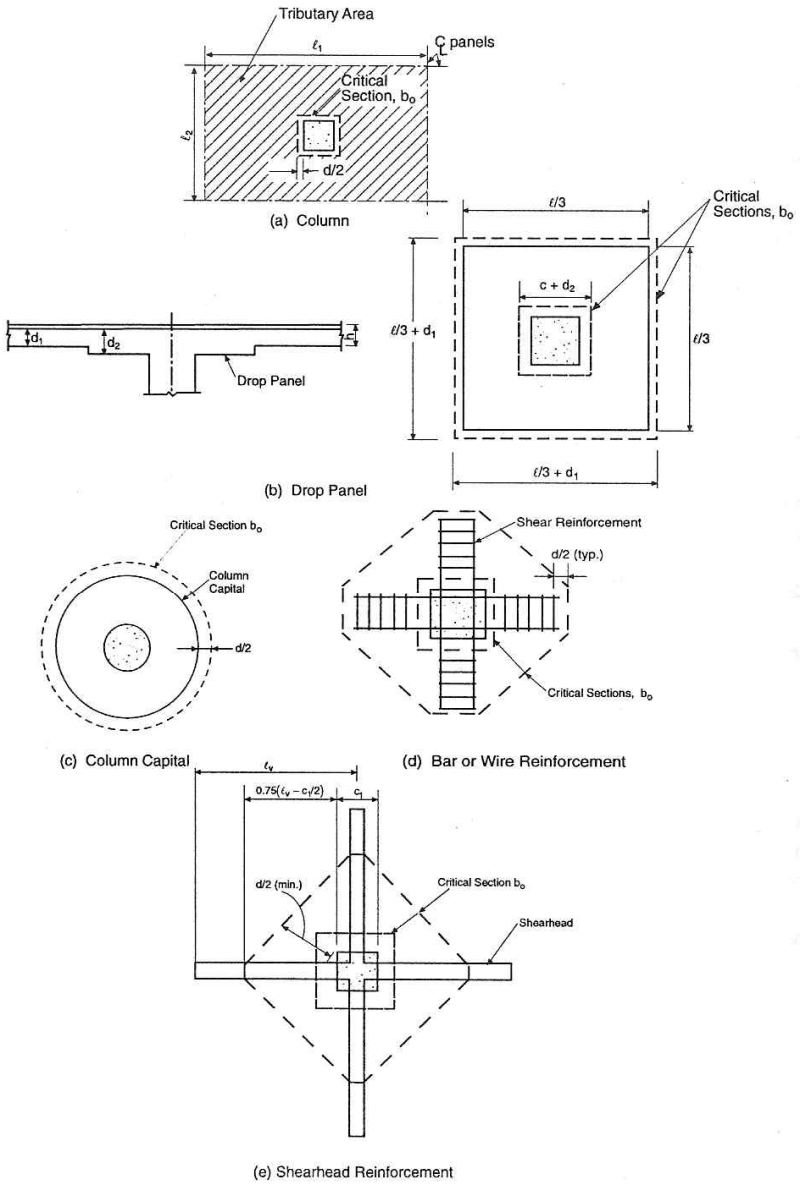
- 마지막으로 스터럽에 발생되는 힘을 슬래브의 얇은 두께 내에서 정착시킬 수 있도록 세심한 주의를 기울여야 한다. 이러한 이유로 135° 갈고리를 가진 스터럽을 추천하고 있다. 상부와 하부 표면에서 90° 갈고리를 사용한다면 고리부분이 직선화하려는 경향이 생겨서 피복을 밀어낸다. 이러한 이유로 ACI는 기둥표면에서 V_n을 $6\sqrt{f_{ck}}\,b_0 d$까지로 제한하고 있다.

④ 슬래브-기둥 접합부의 모멘트와 전단력 전달에 대한 설계방법

- 일반적인 2방향 슬래브에서는 보나 벽체에 의해 지지되므로 전단응력이 작으나, 플랫슬래브 구조는 슬래브와 기둥의 이음부 주변의 펀칭전단응력(punching shear failure)에 유의한다.
- 이 파괴는 슬래브-기둥 접합부의 위험단면에서의 전단응력이 콘크리트의 전단강도를 초과할 때 일어나는데, <그림 2.12>에서 보는 바와 같이 슬래브에서 기둥으로 전달되는 수직 전단력 뿐만 아니라 불균형 모멘트가 이에 큰 영향을 미친다. 따라서 슬래브-기둥 접합부는 수직 전단력 뿐만 아니라 불균형모멘트에 대한 적절한 휨강도와 전단강도를 확보해 주어야 한다.
- 전단에 대한 위험 단면은 <그림 2.13>에서 나타난 바와 같이 집중하중이나 집중 반력을 받는 면의 주변 d/2이다.



<그림 2.12> 슬래브-기둥 접합부의 전단과 모멘트의 전달



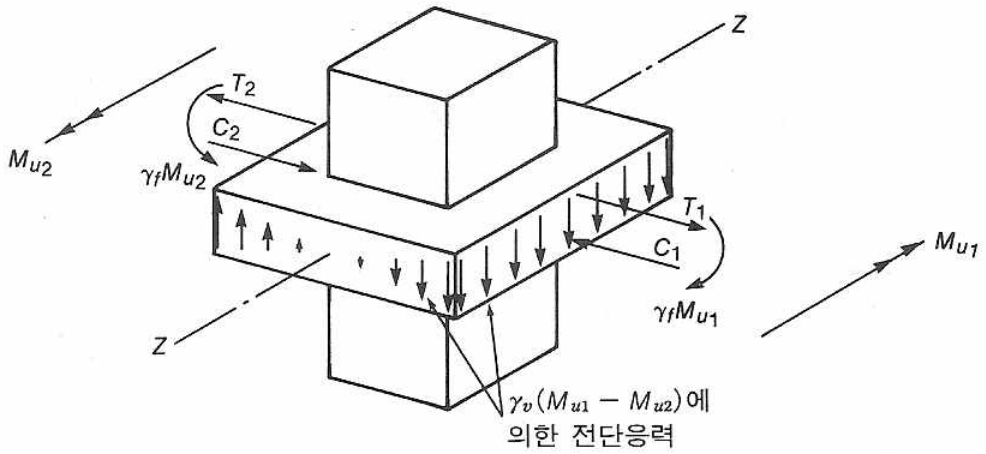
<그림 2.13> 전단에 대한 위험단면

⑤ 슬래브-기둥 접합부의 거동

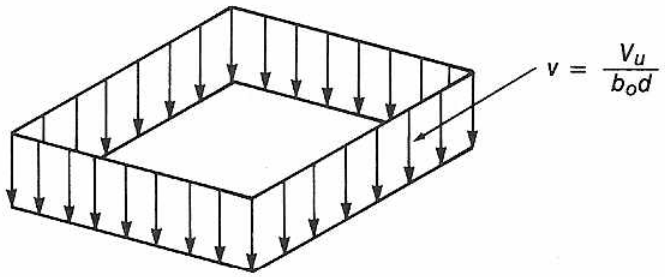
- 불균형 모멘트는 횡하중과 불균등한 중력하중에 기인하여 슬래브와 기둥의 접합부에서 <그림 2.14>,<그림 2.15>에서 보여지는 바와 같이 휨, 전단, 비틀림을 포함한 복잡한 거동이 발생한다. 이 세가지 형태의 거동에서 상대적인 강도에 의하여 파괴가 다양한 형태를 띄게 되며, 무량판의 경우는 슬래브에 작용하는 휨모멘트와 불균형 모멘트에 의한 편심전단응력으로 하중에 저항한다.
- 불균형 모멘트 M_u는 식 $M_u = \gamma_f M_u + \gamma_v M_u$와 같은 관계를 갖는다. 여기서 $\gamma_f M_u$의 크기만큼의 모멘트는 슬래브의 휨모멘트에 의해서 저항하고 $\gamma_v M_u$의 크기만큼의 모멘트는 슬래브의 편심전단력에 의해 저항한다. ($\gamma_f \simeq 0.6$, $\gamma_v \simeq 0.4$) 단, $\gamma_f M_u$는 폭 (c + 3h)에서의 슬래브의 설계모멘트 M_n을 초과해서는 안된다.
- <그림 2.15>의 불균형 모멘트 중에서 $\gamma_v(M_{u1} - M_{u2})$는 전단에 의해, $\gamma_f(M_{u1} - M_{u2})$는 휨에 의해 기둥으로 전달된다. 또한 불균형 모멘트가 작용하는 슬래브의 전단응력 v_u는 아래의 (식 6)과 같으며, 설계강도 ϕV_n을 초과할 수 없다.

$$v_u = \frac{V_u}{b_0 d} \pm \frac{\gamma_v M_u c}{J_c} \qquad \text{(식 6)}$$

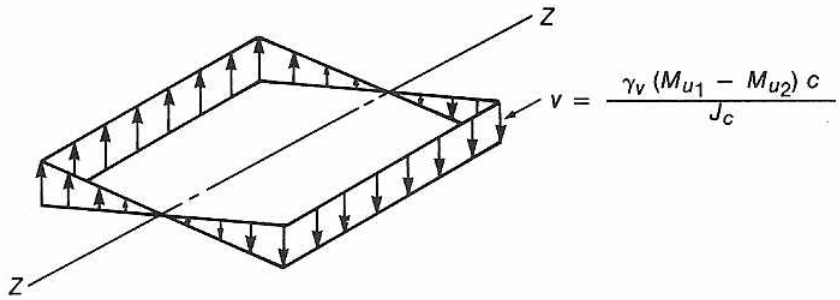
- 여기서, J_c는 모멘트에 대한 위험단면의 저항을 나타내는 단면상수
- 우변의 왼쪽값은 전단력에 의한 전단응력의 값을, 우변의 오른쪽의 값은 불균형 모멘트에 의한 전단응력의 값을 나타낸다.
- ACI에서 제시한 각 기둥 형태별 전단응력을 계산하기 위한 위험단면의 제 계수를 <그림 2.16>에 나타내었다.



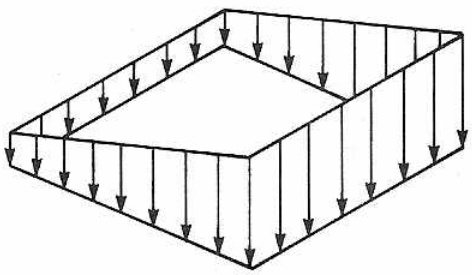
(a) 기둥에 대한 불균형모멘트의 전달



(b) V_u에 의한 전단응력

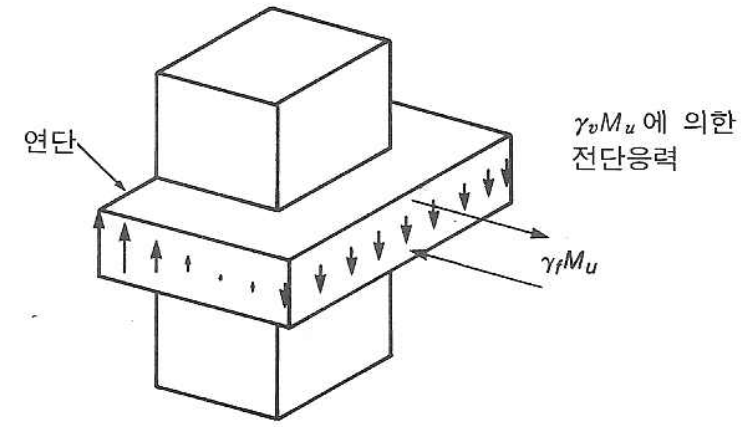


(c) 불균형모멘트에 의한 전단

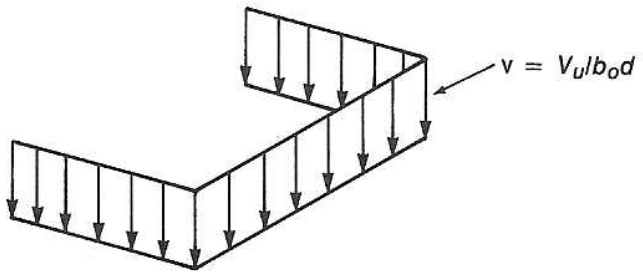


(d) 총 전단응력

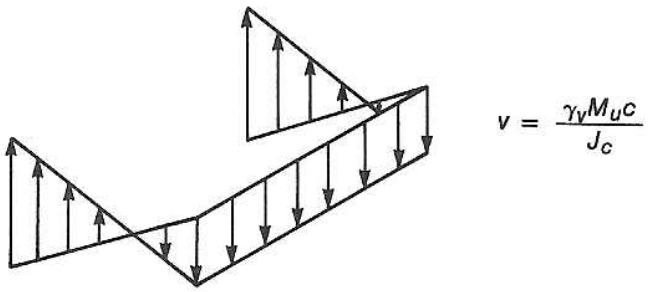
<그림 2.14> 내부 기둥에서 전단과 모멘트의 전달에 의한 전단응력



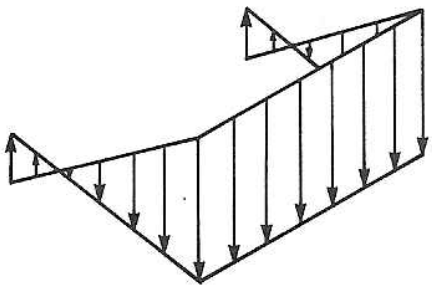
(a) 연단 기둥에서의 모멘트 전달



(b) V_u 에 의한 전단응력

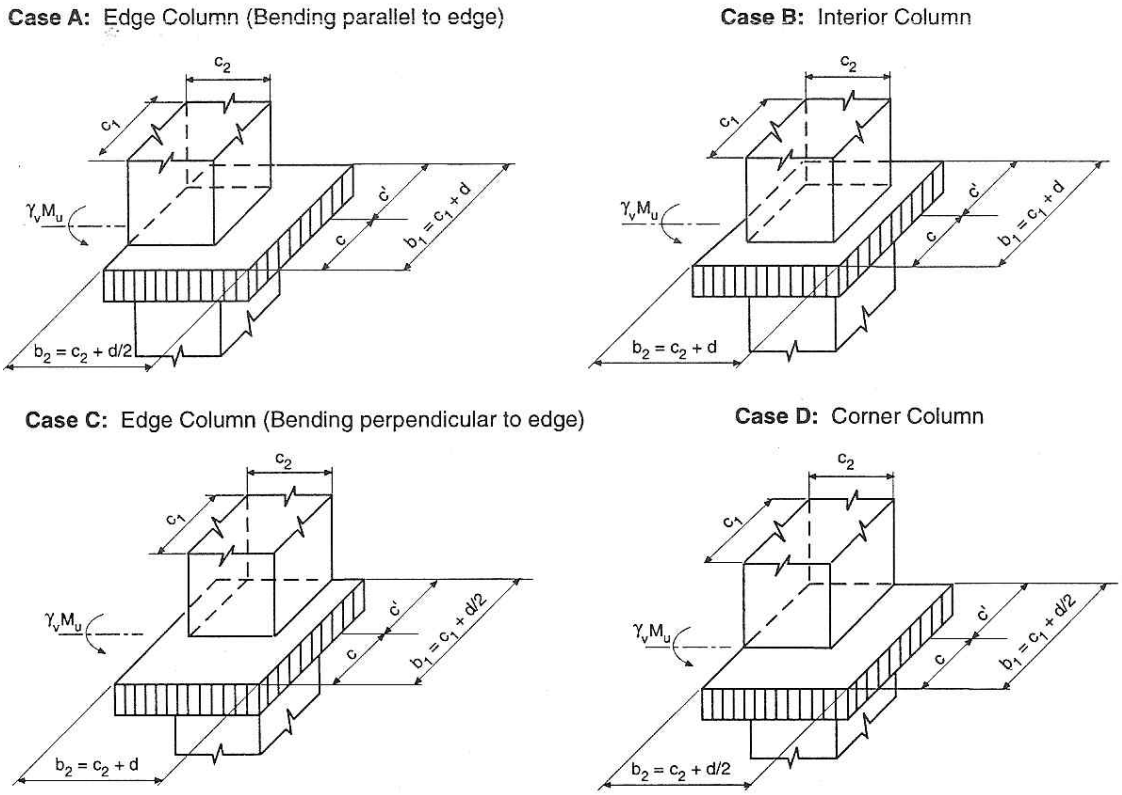


(c) M_u 에 의한 전단응력



(d) 총 전단응력

<그림 2.15> 연단 기둥에서 전단과 모멘트의 전달에 의한 전단응력

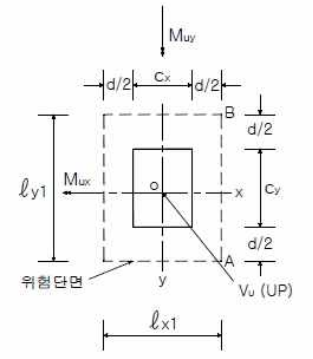


CASE	Area of critical section, A_c	Modulus of critical section		c	c'
		J/c	J/c'		
A	$(b_1 + 2b_2)d$	$\frac{b_1 d(b_1 + 6b_2) + d^3}{6}$	$\frac{b_1 d(b_1 + 6b_2) + d^3}{6}$	$\frac{b_1}{2}$	$\frac{b_1}{2}$
B	$2(b_1 + b_2)d$	$\frac{b_1 d(b_1 + 3b_2) + d^3}{3}$	$\frac{b_1 d(b_1 + 3b_2) + d^3}{3}$	$\frac{b_1}{2}$	$\frac{b_1}{2}$
C	$(2b_1 + b_2)d$	$\frac{2b_1^2 d(b_1 + 2b_2) + d^3(2b_1 + b_2)}{6b_1}$	$\frac{2b_1^2 d(b_1 + 2b_2) + d^3(2b_1 + b_2)}{6(b_1 + b_2)}$	$\frac{b_1^2}{2b_1 + b_2}$	$\frac{b_1(b_1 + b_2)}{2b_1 + b_2}$
D	$(b_1 + b_2)d$	$\frac{b_1^2 d(b_1 + 4b_2) + d^3(b_1 + b_2)}{6b_1}$	$\frac{b_1^2 d(b_1 + 4b_2) + d^3(b_1 + b_2)}{6(b_1 + 2b_2)}$	$\frac{b_1^2}{2(b_1 + b_2)}$	$\frac{d_1(b_1 + 2b_2}{6(b_1 + b_2)}$

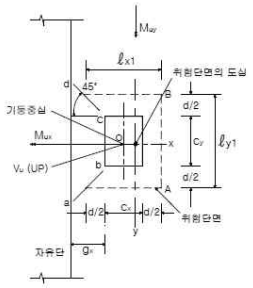
<그림 2.16> 전단응력 계산을 위한 단면계수

(라) 전단보강재 설계방법

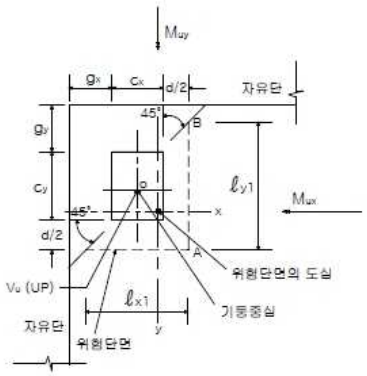
■ 기둥면에서 d/2 떨어진 슬래브의 전단위험단면



(a) 내부기둥



(b) 외부기둥

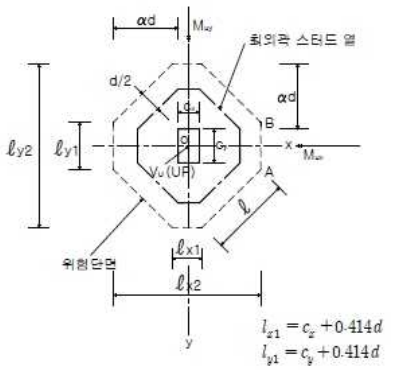


(c) 모서리기둥

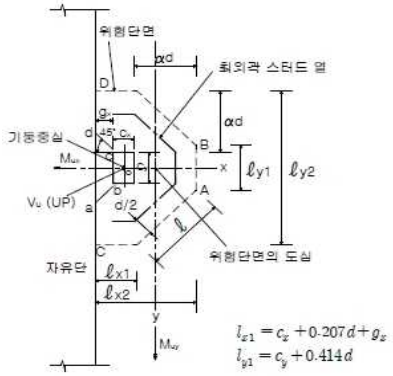
$l_{x1} = c_x + d$ $\quad$ $l_{y1} = c_y + d$

<그림 2.17> 기둥면에서 d/2 떨어진 위험단면

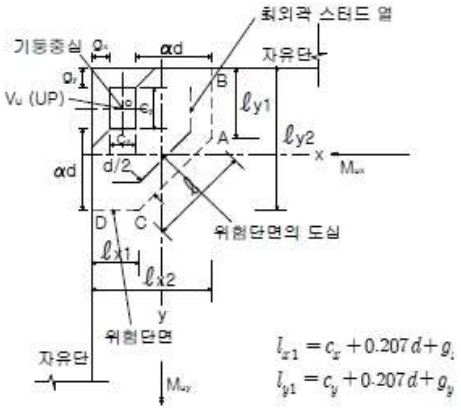
■ 전단보강재 전단보강구역에서 d/2 떨어진 슬래브의 전단위험단면



(a) 내부기둥



(b) 외부기둥



(c) 모서리기둥

<그림 2.18> 전단보강구역에서 d/2 떨어진 위험단면

■ 전단응력 산정을 위한 단면성능

① 내부기둥

$$b_{o1} = 2(l_{x1} + l_{y1}),\ b_{o2} = 2(l_{x1} + l_{y1}) + 4l$$

$$J_{x1} = d\left(\frac{l_{y1}^3}{6} + \frac{l_{x1} l_{y1}^2}{2}\right) + \frac{l_{y1} d^3}{6}$$

$$J_{x2} = d\left\{\frac{l_{y1}^3}{6} + \frac{l_{x1} l_{y2}^2}{2} + \frac{l}{4}\left[(l_{y2} + l_{y1})^2 + \frac{1}{3}(l_{y2} - l_{y1})^2\right]\right\}$$

$$J_{y1} = d\left(\frac{l_{x1}^3}{6} + \frac{l_{y1} l_{x1}^2}{2}\right) + \frac{l_{x1} d^3}{6}$$

$$J_{y2} = d\left\{\frac{l_{x1}^3}{6} + \frac{l_{y1} l_{x2}^2}{2} + \frac{l}{4}\left[(l_{x2} + l_{x1})^2 + \frac{1}{3}(l_{x2} - l_{x1})^2\right]\right\}$$

$$l = \sqrt{\frac{1}{2}(l_{x2} - l_{x1})^2}$$

② 외부기둥

$$b_{o1} = 2(l_{x1} + l_{y1}),\ b_{o2} = 2l_{x1} + l_{y1} + 2l$$

$$J_{x1} = d\left(\frac{l_{y1}^3}{12} + \frac{l_{x1} l_{y1}^2}{2}\right)$$

$$J_{x2} = d\left\{\frac{l_{y1}^3}{12} + \frac{l_{x1} l_{y2}^2}{2} + \frac{l}{8}\left[(l_{y2} + l_{y1})^2 + \frac{1}{3}(l_{y2} - l_{y1})^2\right]\right\}$$

$$J_{y1} = d\left[l_{y1} x_{AB}^2 + \frac{l_{x1}^3}{6} + 2l_{x1}(0.5l_{x1} - x_{AB})^2\right]$$

$$J_{y2} = d\left[l_{y1} x_{AB}^2 + \frac{l_{x1}^3}{6} + 2l_{x1}(l_{x2} - 0.5l_{x1} - x_{AB})^2 + \frac{l(l_{x2} - l_{x1})^2}{6} + 2l(x_{AB} - \frac{l_{x2} - l_{x1}}{2})^2\right]$$

$$l = \frac{1}{2}\sqrt{4(l_{x2} - l_{x1})^2 + (l_{y2} - l_{y1})^2}$$

③ 모서리기둥

$$b_{o1} = l_{x1} + l_{y1},\ b_{o2} = l_{x1} + l_{y1} + l$$

$$J_{x1} = d\left(l_{x1} y_A^2 + \frac{l_{y1}^3}{12} + l_{y1}(0.5l_{y1} - y_A)^2\right)$$

$$J_{y1} = d\left(l_{y1} x_A^2 + \frac{l_{x1}^3}{12} + l_{x1}(0.5l_{x1} - x_A)^2\right)$$

$$J_{x2} = d\left[l_{x1} y_c^2 + \frac{l_{y1}^3}{12} + l_{y1}(l_{y2} - 0.5l_{y1} - y_c)^2 + \frac{l(l_{y2} - l_{y1})^2}{12} + l(y_c - \frac{l_{y2} - l_{y1}}{2})^2\right]$$

$$J_{y2} = d\left[l_{y1} x_A^2 + \frac{l_{x1}^3}{12} + l_{x1}(l_{x2} - 0.5l_{x1} - x_A)^2 + \frac{l(l_{x2} - l_{x1})^2}{12} + l(x_A - \frac{l_{x2} - l_{x1}}{2})^2\right]$$

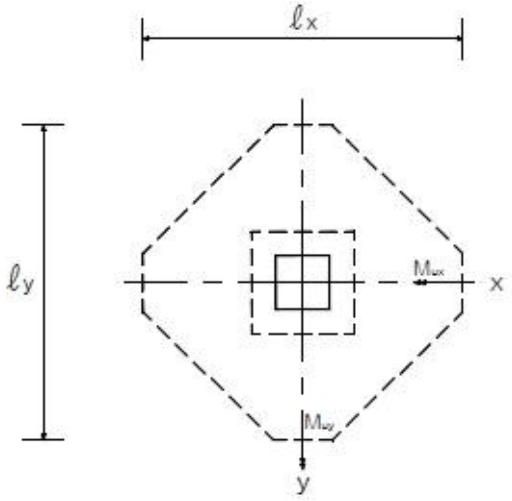
$$l = \sqrt{(l_{x2} - l_{x1})^2 + (l_{y2} - l_{y1})^2}$$

$$J_{xy1} = l_{x1} dy_A (x_A - 0.5l_{x1}) + l_{y1} dx_A (y_A - 0.5l_{y1})$$

$$J_{xy2} = l_{x1} dy_c (x_c - 0.5l_{x1}) + l_{y1} dx_A (y_A - 0.5l_{y1}) + \frac{ld}{4}(x_A + x_c)(y_A - y_c)$$

※ 기둥면에서 d/2 떨어진 위험단면 <그림 2.19> 참조
전단보강구역에서 d/2 떨어진 위험단면 <그림 2.20> 참조

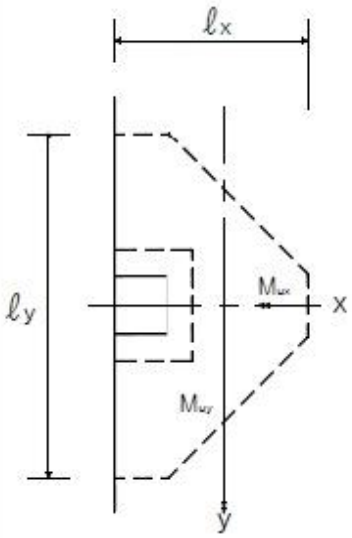
■ 전단편심에 의해 전달되는 불균형 모멘트비 계수



$$\gamma_{vx} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{l_y}{l_x}}}$$

$$\gamma_{vx} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{l_x}{l_y}}}$$

(a) 내부기둥

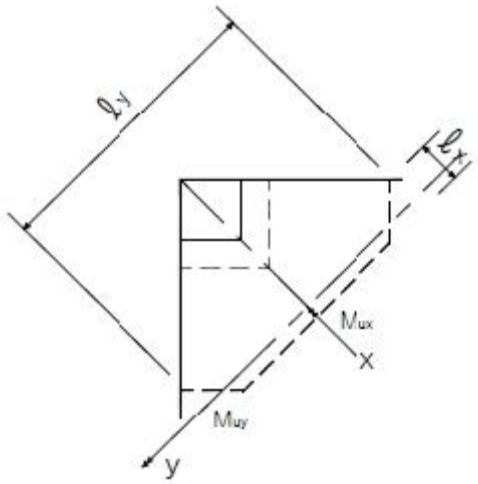


$$\gamma_{vx} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{l_y}{l_x}}}$$

$$\gamma_{vx} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{l_x}{l_y} - 0.2}}$$

(그러나, $l_x/l_y < 0.2$일 경우, $\gamma_{vy} = 0$)

b) 외부기둥



$$\gamma_{vx} = 0.4$$

$$\gamma_{vy} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{2}{3}\sqrt{\frac{l_x}{l_y} - 0.2}}$$

(c) 모서리기둥

<그림 2.19> 기둥면과 전단보강구역에서 d/2 떨어진 위험단면에 대한 γ_{vx}와 γ_{vy}

(마) 전단보강재 설계순서

■ 기둥면에서 d/2 떨어진 위험단면에서의 v_u와 v_n을 계산한다.

① $v_u = \frac{V_u}{A_c} \pm \frac{\gamma_{vx} M_{ux}\left(\frac{l_{y1}}{2}\right)}{J_x} \pm \frac{\gamma_{vy} M_{uy}\left(\frac{l_{x1}}{2}\right)}{J_y}$

② $v_c = \frac{1}{6}\left(1+\frac{2}{\beta_c}\right)\sqrt{f_{ck}}$

$v_c = \frac{1}{6}\left(1+\frac{\alpha_2 d}{2b_0}\right)\sqrt{f_{ck}}$

$v_c = \frac{1}{3}\sqrt{f_{ck}}$ 이 중 최소값을 v_c로 한다.

※ $v_u \le \varnothing v_c$이면 전단보강 불필요, 단 $\varnothing$는 0.75이다.

■ 전단보강 필요성 검토

$\varnothing v_c \le v_u \le \varnothing v_{max} = 0.5\varnothing\sqrt{f_{ck}}$이면 전단보강 필요

$\varnothing v_n = \varnothing(v_c + v_s)$ ---------- $v_c = \frac{1}{6}\sqrt{f_{ck}}$ (전단보강 시)

$v_s = \frac{A_v f_{yv}}{b_o s}$

■ 아래 제한 범위 내에서 전단보강재 간격 s_o, s 선정 :

① $s_o \le 0.4d$

② $s \le 0.5d$

■ 다음 식에 의하여 기둥 주위의 둘레전단 검토단면에 필요한 전단보강재 단면적 산정한다.

$A_v \ge \frac{v_s b_o s}{f_{yv}}$ 여기서, $v_s = \frac{v_u}{\varnothing} - v_c$

$v_c = 1/6\sqrt{f_{ck}},\ s \le 0.5d$

$b_o = 2(l_{x1} + l_{y1})$: 내부기둥

$= 2l_{x1} + l_{y1}$: 외부기둥

$= l_{x1} + l_{y1}$: 모서리기둥

■ 기둥면에서 αd거리 떨어진 위치의 전단응력이 $v_u = \frac{1}{6}\varnothing\sqrt{f_{ck}}$가 될 때까지 [1]단계부터 반복한다.

$$\alpha d = s_o + (n-1)s + d/2$$

■ 전단보강재의 배치상세 요구사항 :

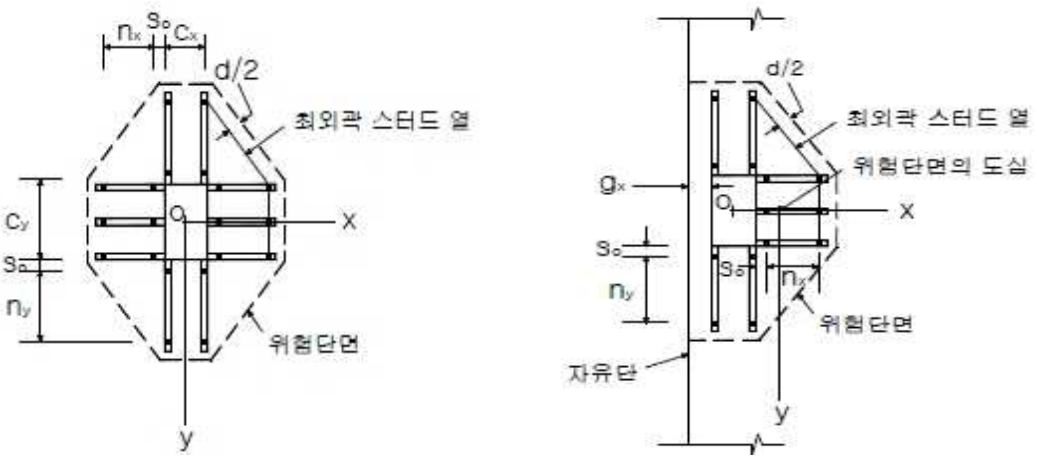
① 가장 효과적인 기둥의 모서리에 전단보강재의 열을 우선 배치한다.

② 전단보강재 열당 최소 수직재의 수는 2개 이상으로 한다. → 최소 2개/열

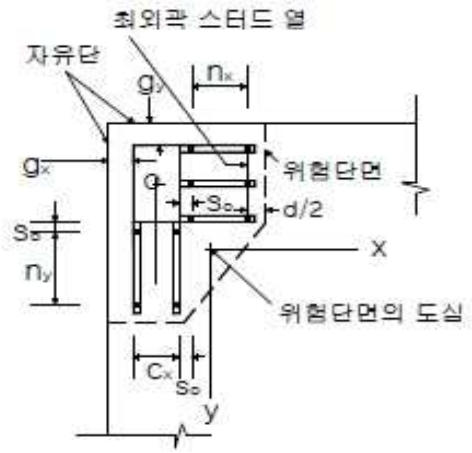
③ 전단보강재 열간 간격은 2d를 초과할 수 없다. → $g \leq 2d$

(여기서, g 는 전단보강재 중심간 거리)

④ 원형기둥일 경우, 관련 상세를 참조하여 설계한다.



(a) 내부기둥 (b) 외부기둥



(c) 모서리기둥

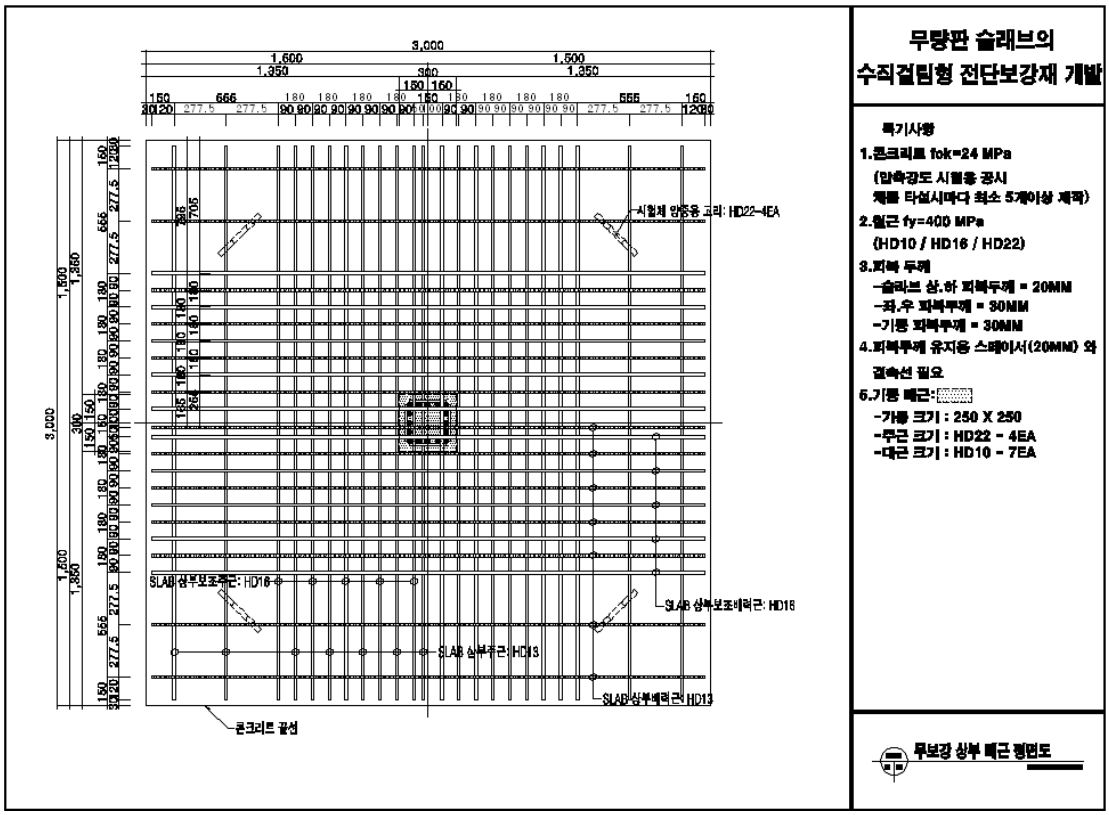
<그림 2.20> 전단보강 구역외의 위험단면과 전단보강재 표준배치

(2) 시제품 제작 도면 작성

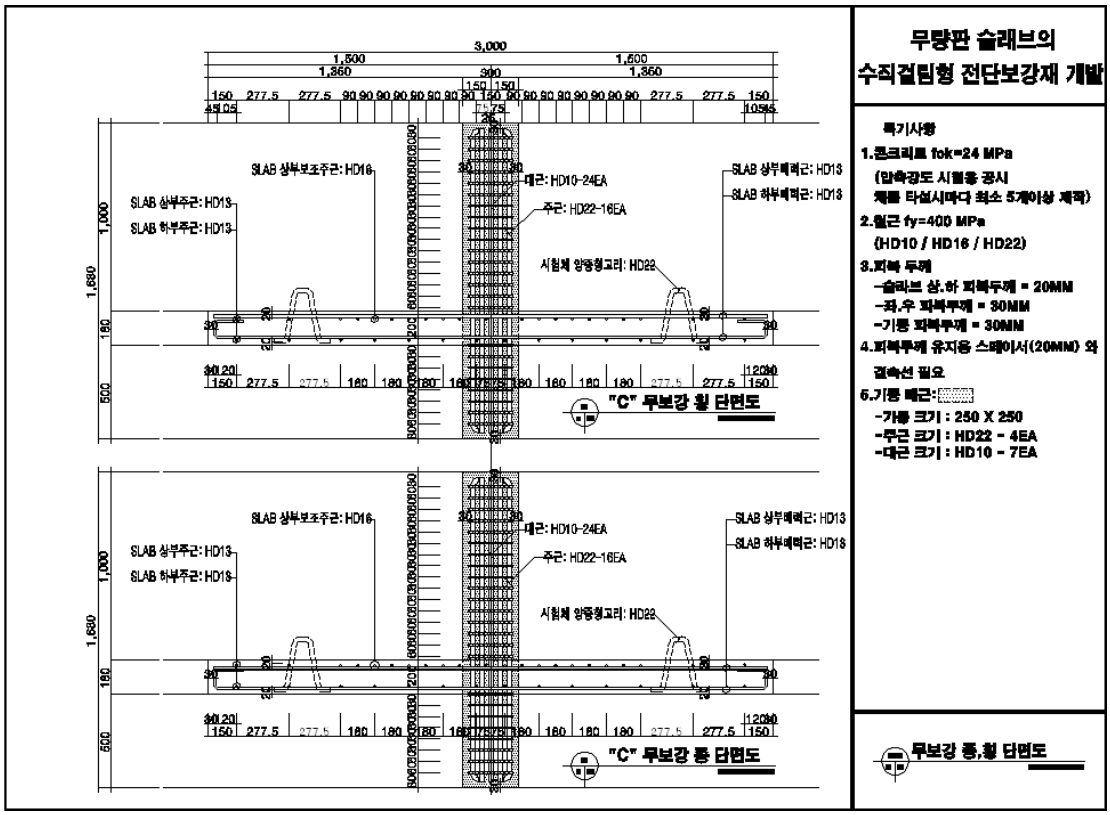
시제품은 전단보강근을 사용하지 않은 무보강 시험체를 기본 시험체(NSR)로 하고, 개발된 수직걸림형 전단보강재 Type 1(VS-1), 수직걸림형 전단보강재 Type 2(VS-2)를 사용하여 총 3개의 시제품을 제작하고 성능 테스트를 실시할 계획이다. 1차년도 계획에서는 전단보강재의 뚫림에 의한 전단성능을 확인하기 위하여 무량판 슬래브 형태와 동일하게 이방향 슬래브로 5개의 시제품을 제작하는 것으로 계획하였으나, 신기술 1차심사결과 수평하중에 대한 실험결과가 필요한 것으로 판단되어 시험체의 크기를 크게 하고 수평하중을 가력할 수 있도록 기둥의 크기를 조정하여 3개의 시제품을 기둥 상부에서 시험체에 가력하여 파괴하는 실험을 통하여 전단보강재의 수평하중에 대한 성능을 분석할 수 있도록 계획하였다.

전단보강근을 사용하지 않은 무보강 시험체를 기본 시험체(NSR)로 하고, 수직걸림형 전단보강재는 VS-1과 VS-2 두 종류의 시제품을 제작하여 수평하중에 대한 성능을 검증할 계획이며 시제품에 대한 상세한 도면은 <그림 2.21>~<그림 2.28>를 참조하기 바란다.

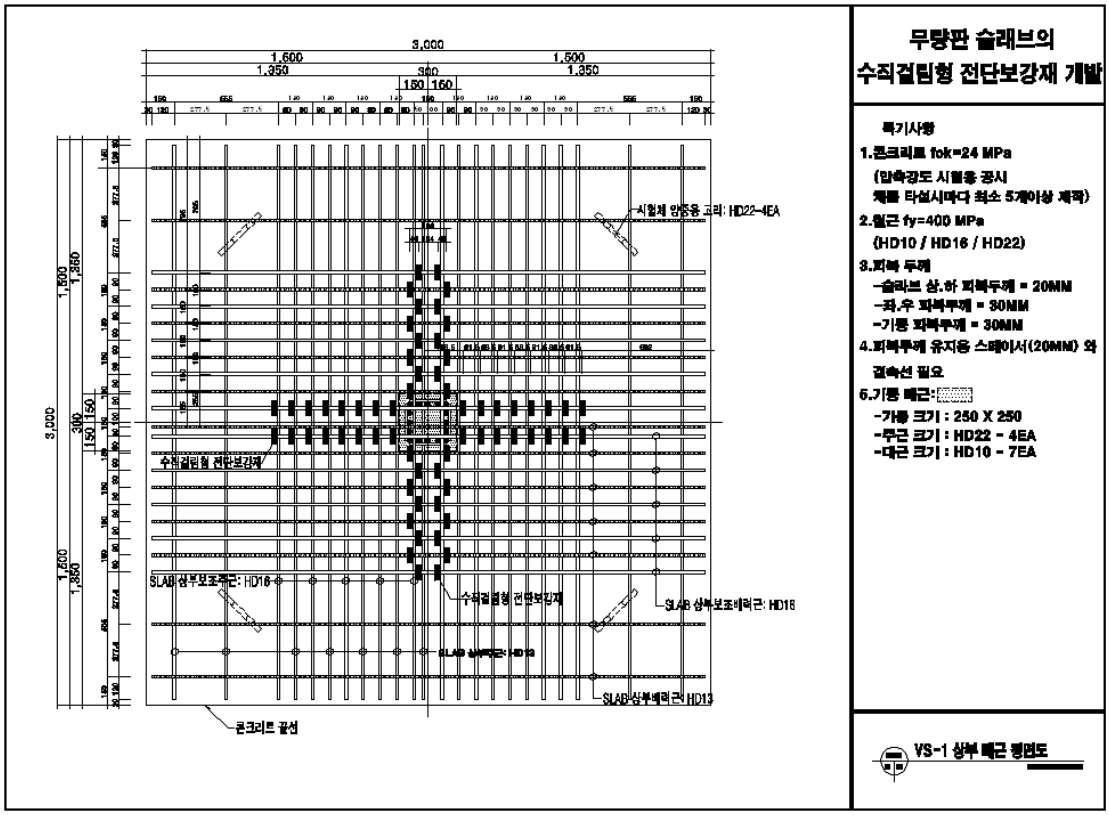
시험체의 크기는 가로, 세로 각각 3000 mm 이며, 두께는 180 mm로 제작하였으며 콘크리트의 설계강도는 $f_{ck} = 24\,MPa$ 로 계획하였다. 시험체의 슬래브 철근 피복두께는 20 mm로 하였으며, 좌우는 30mm로 하였다. 슬래브 철근 배근상태는 시제품 제작 상세도를 참고하기 바란다. 그리고 3개의 시험체 모두 동일하게 가장 널리 사용되고 있는 $f_y = 400\,MPa$ 인 고강도철근을 사용하였으며, 수직걸림형 전단보강재(VS-1, VS-2)는 $f_y = 300\,MPa$ 강재를 사용하였다.



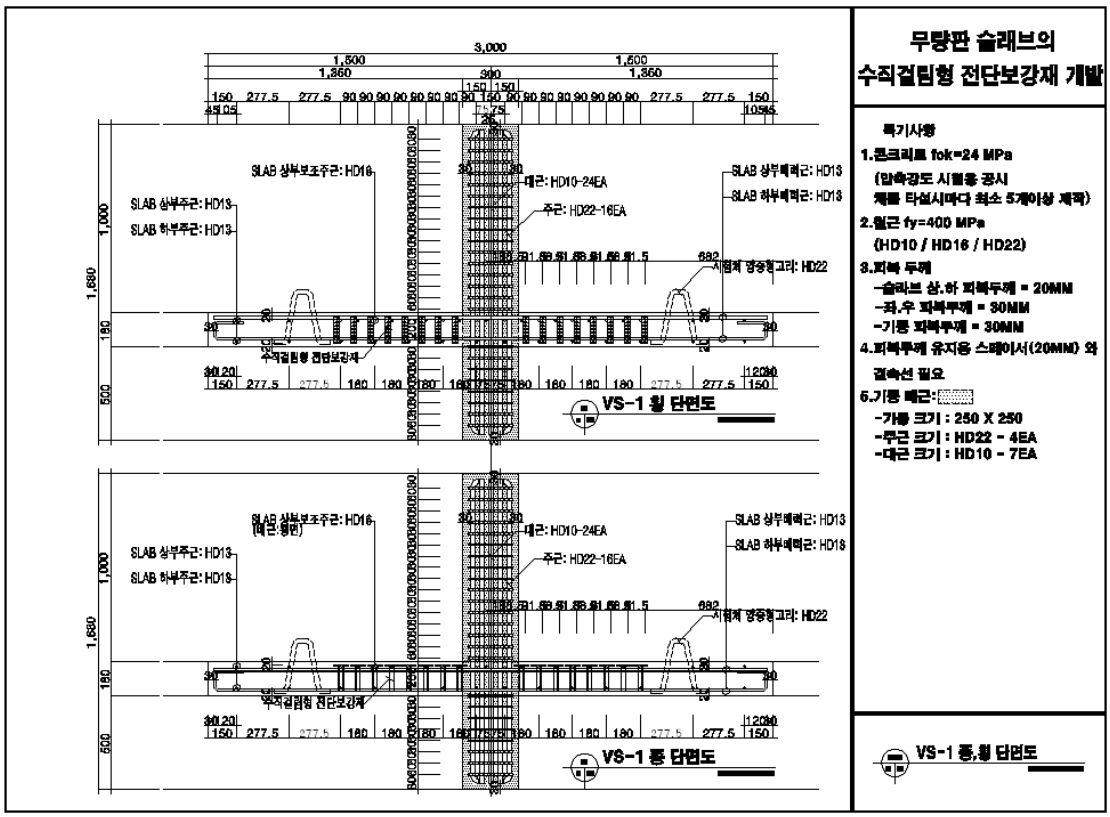
<그림 2.21> 무보강시험체(NSR)의 배근도



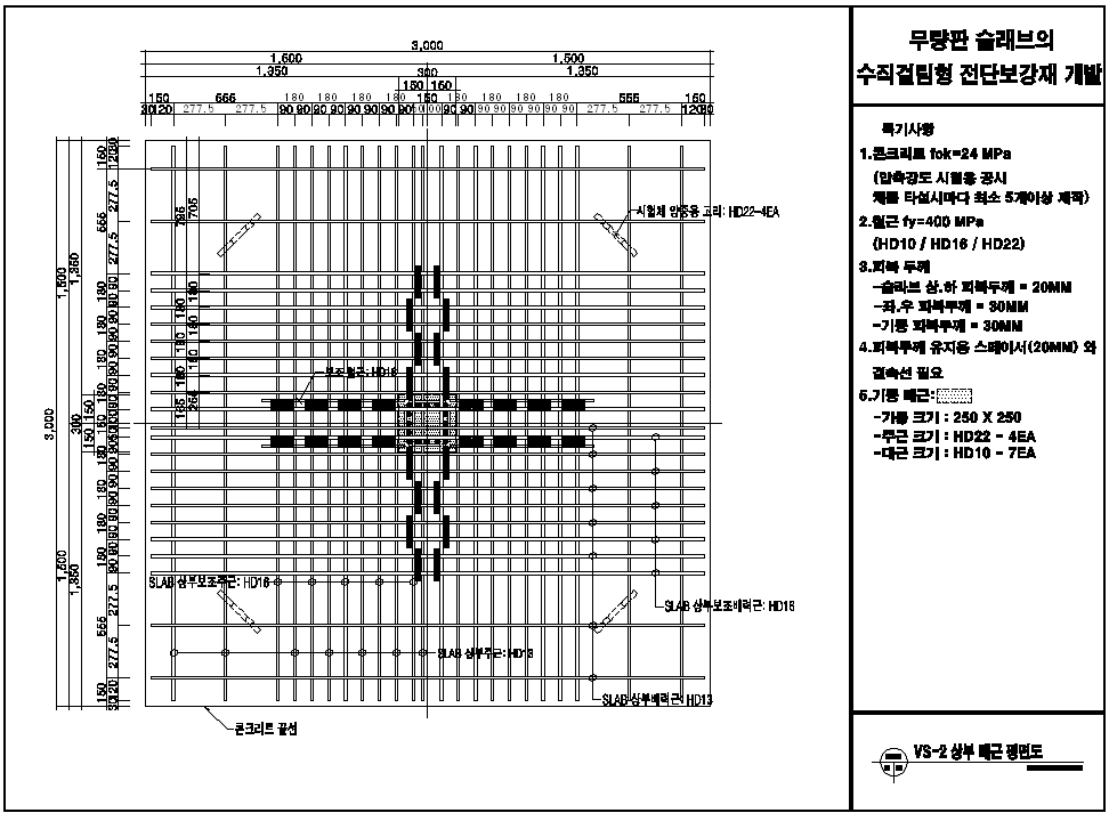
<그림 2.22> 무보강시험체(NSR)의 종, 횡단면도



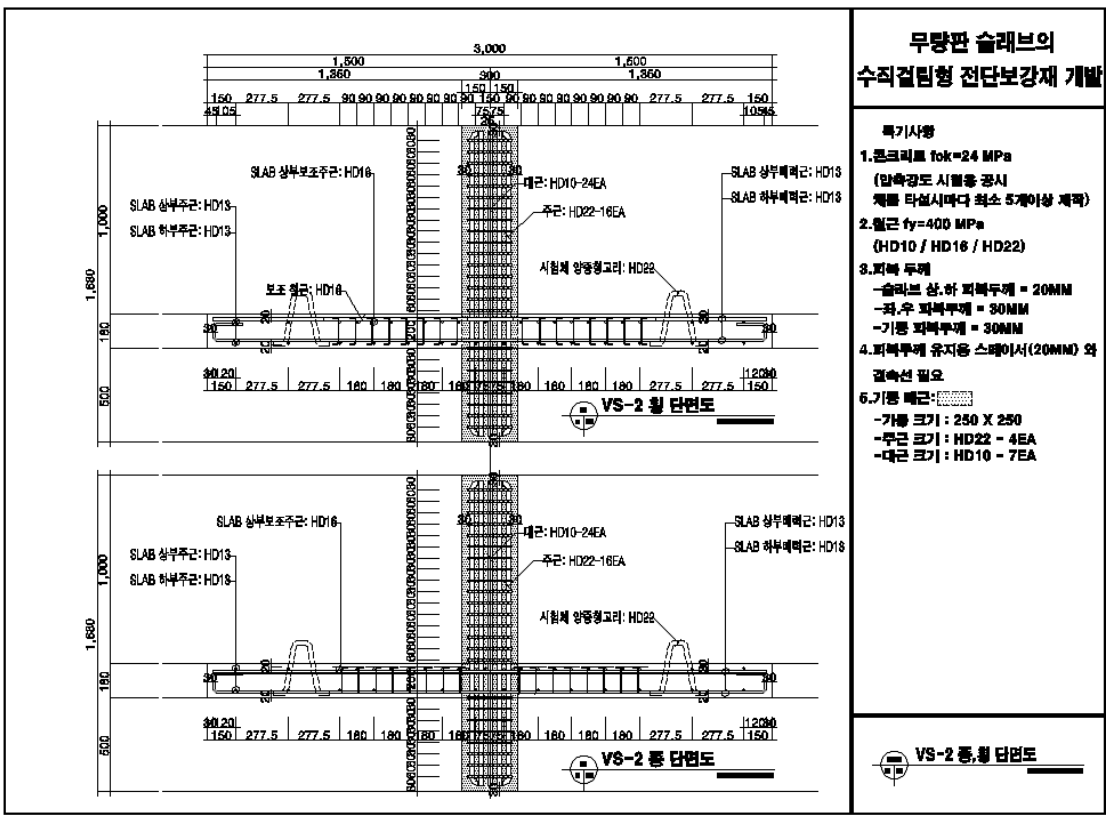
<그림 2.23> 전단보강재 VS-1 의 배근도



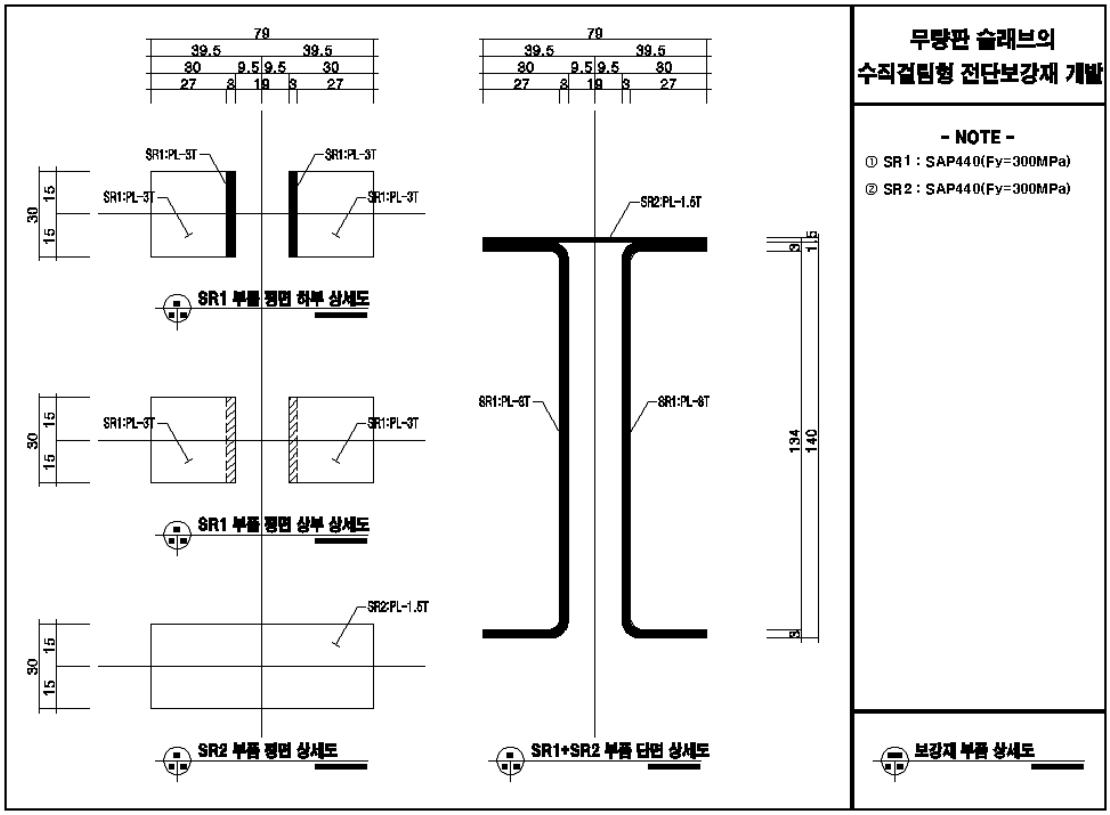
<그림 2.24> 전단보강재 VS-1 의 종, 횡단면도



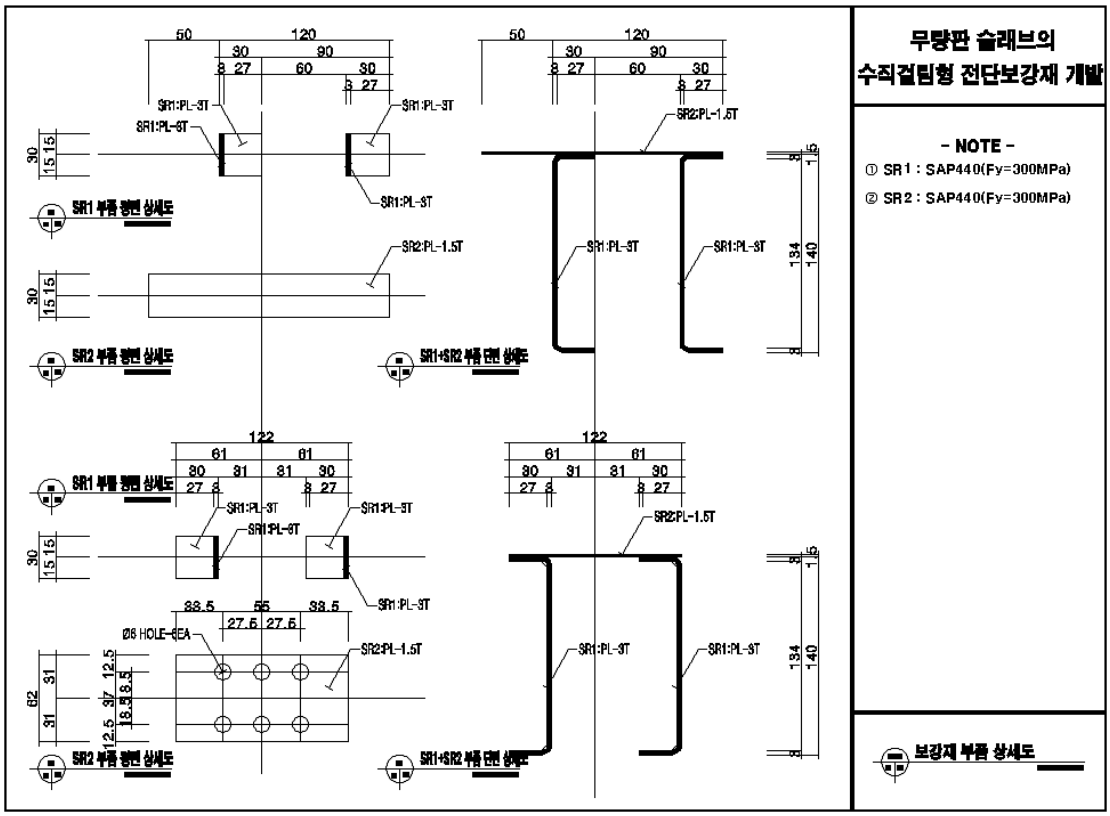
<그림 2.25> 전단보강재 VS-2 의 배근도



<그림 2.26> 전단보강재 VS-2 의 종, 횡단면도



<그림 2.27> 전단보강재 VS-1 부품상세도



<그림 2.28> 전단보강재 VS-2 부품상세도

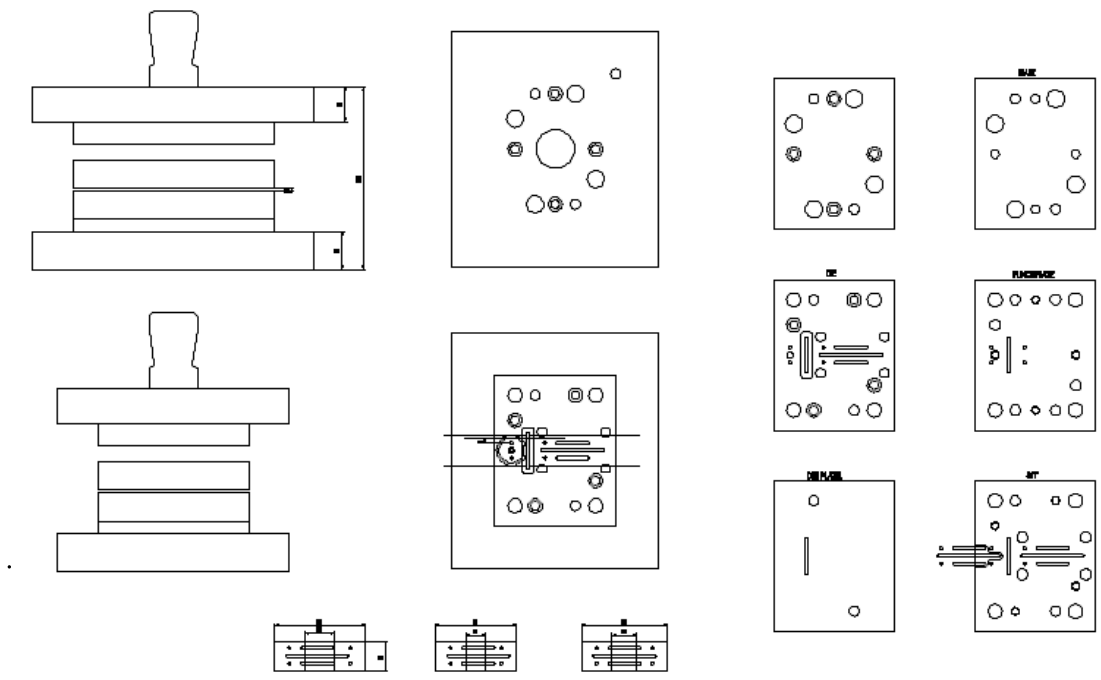
(3) 금형제작

수직걸림현 전단 보강재는 여러 가지 대안 검토 후, 현장 적용성을 고려하여 <그림 2.27>과 <그림 2.28> 같이 결정 한 후, 롤 강판을 절단 및 가공하여 자재의 낭비가 없이 대량 생산 할 수 있는 경제적인 생산방식으로 생산하기 위하여 규격별 금형을 [표 2.1] 과 같이 제작하였다. [표 2.2]는 규격별 금형 설계도면을 나타낸 것이며, [표 2.3]은 금형제작결과물 사진을 나타낸 것이다.

[표 2.1] 규격별 금형 제작

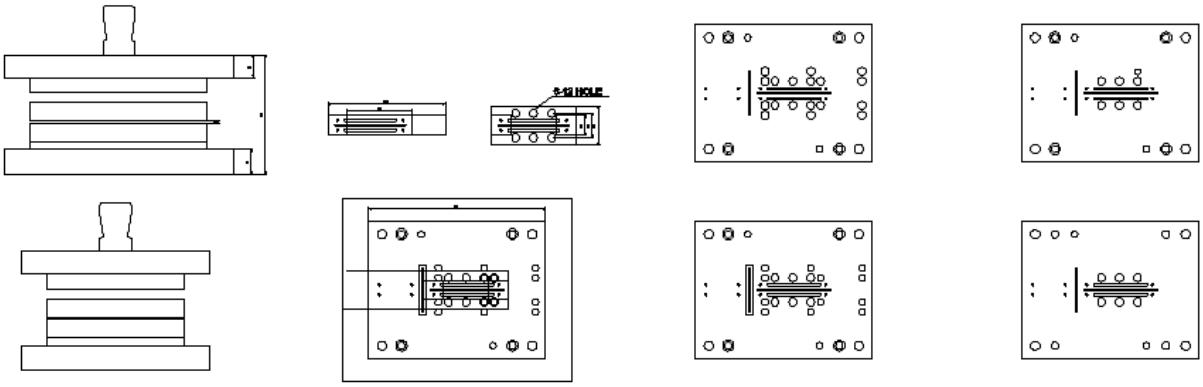
품 명	규 격	수량/SET
30mm 상판 엠보싱 및 커팅동시금형	C/T 1.5×30	1
60mm 상판 엠보싱 및 커팅동시금형	C/T 1.5×60	1
하부 엠보싱 및 커팅동시금형	C/T 3.0×60	1
60 mm 상부 및 하부 벤딩 금형	B/E-60	1
30 mm 상부 및 하부 벤딩 금형	B/E-30	1

[표 2.2] 규격별 금형 제작 설계도면

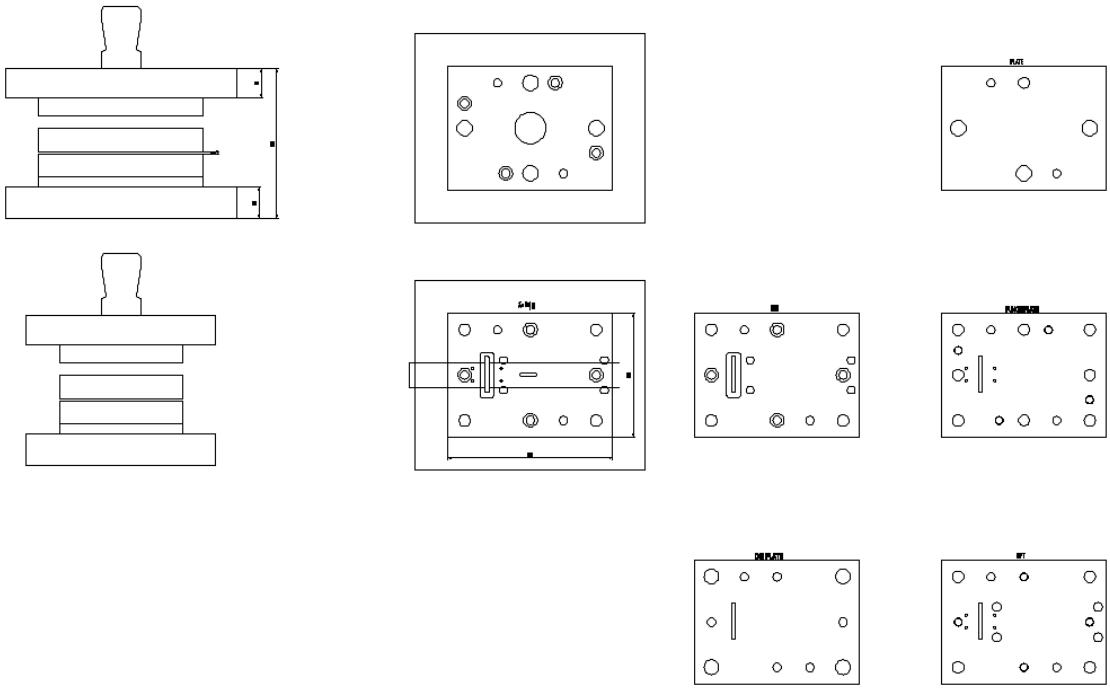
30mm 상판 엠보싱 및 커팅동시금형(C/T 1.5×30)


[표 2.2] 규격별 금형 제작 설계도면(계속)

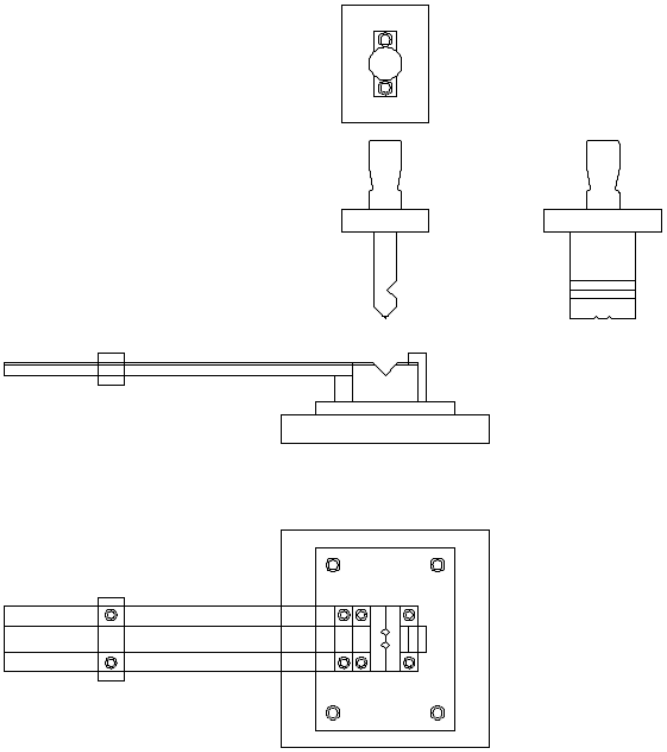
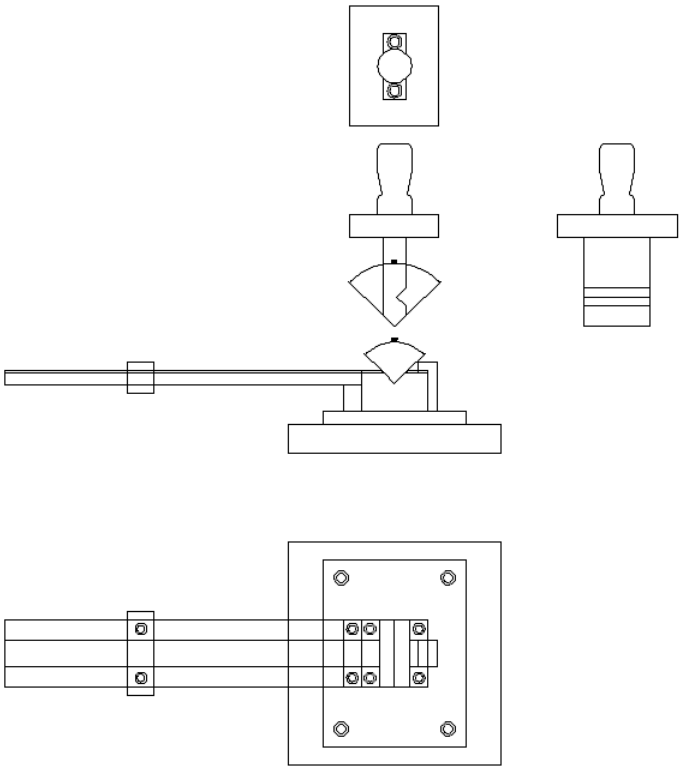
60mm 상판 엠보싱 및 커팅동시금형(C/T 1.5×60)



하부 엠보싱 및 커팅동시금형(C/T 3.0×60)



[표 2.2] 규격별 금형 제작 설계도면(계속)

60 mm 상부 및 하부 벤딩 금형(B/E-60)

30 mm 상부 및 하부 벤딩 금형(B/E-30)


[표 2.3] 규격별 금형 제작 결과물 사진

30mm 상판 엠보싱 및 커팅동시금형(C/T 1.5×30)

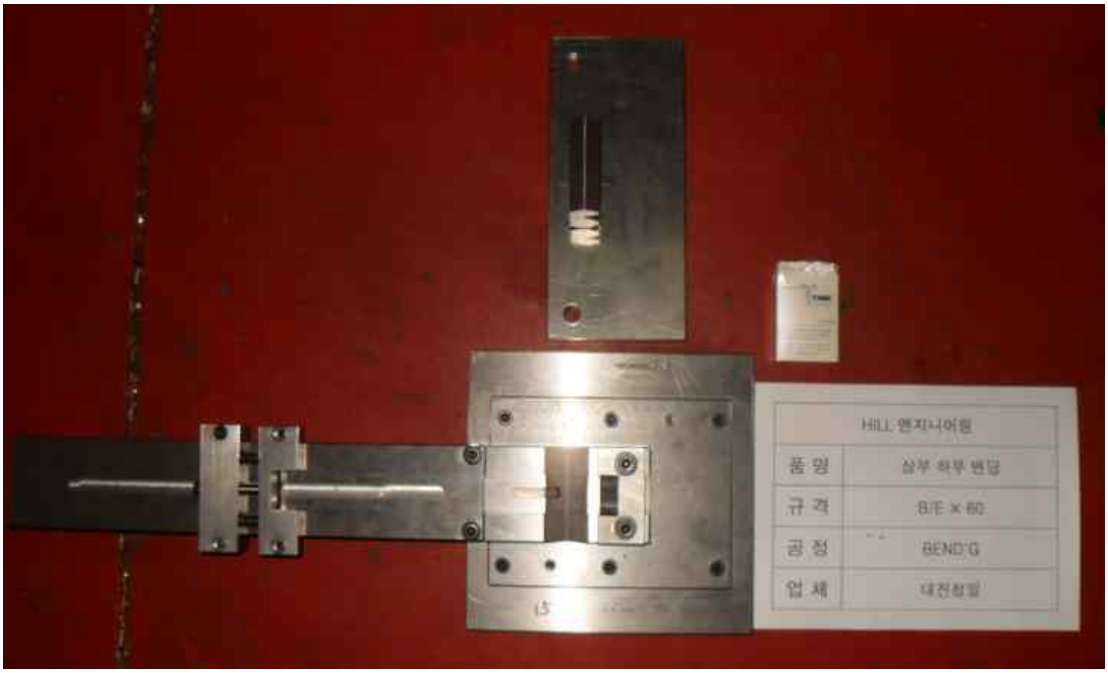
60mm 상판 엠보싱 및 커팅동시금형(C/T 1.5×60)


[표 2.3] 규격별 금형 제작 결과물 사진(계속)

하부 엠보싱 및 커팅동시금형(C/T 3.0×60)

30 mm 상부 및 하부 벤딩 금형(B/E-30)


[표 2.3] 규격별 금형 제작 결과물 사진(계속)

60 mm 상부 및 하부 벤딩 금형(B/E-60)


(4) 시범사업 실시 후 사업화

[표 2.4]에 나타나 있듯이 시범 사업으로 진주 주약동 6층 건물에 시공 후 개선점을 도출하여 시공을 용이하게 하기 위하여 제작방법을 클립형태로 변경하여 이후 5개 현장에 적용하였다. 2012년(1차년도)을 기준으로 한 시공실적은 아래와 같으며, 수직걸림형 전단보강재의 사업화가 성공적으로 진행되고 있는 중이다.

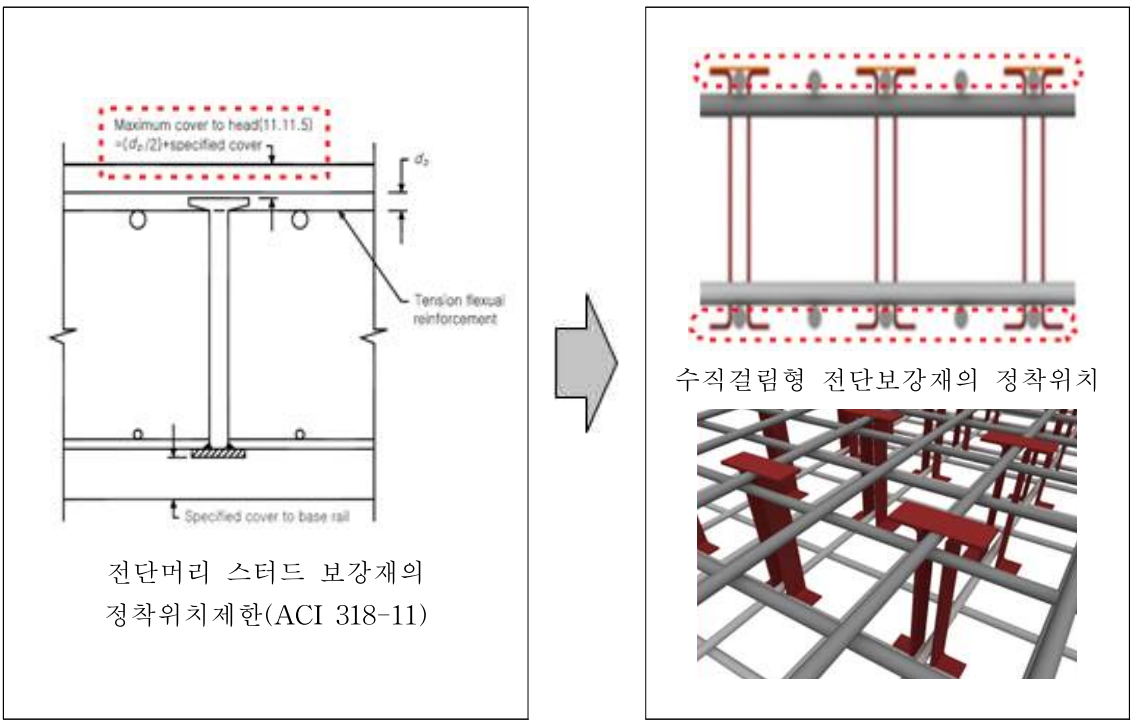
[표 2.4] 시범사업과 사업실적(시공사례)

번호	프로젝트 명		시공사	구조형식	전단보강재 개수	비고
	층수	연면적 (㎡)				
1	진주 주약동 웨딩홀		영광건설	플랫슬래브 thk. 320,400	2,590	시범사업 단지
	지하1/지상6층	2,135.69				
2	부산 대청동 주상복합		남흥건설	플랫슬래브 thk. 230	30,892	전단보강재 납품완료
	지하2/지상14층	25,312.92				
3	부산 수영동 주거복합시설		엔스타 건설	플랫슬래브 thk. 240	16,315	전단보강재 납품완료
	지상19층	11,109.9				
4	울산 신우아파트 신축공사		신우건설	플랫슬래브 thk. 300	33,320	전단보강재 납품중
	지하2/지상15층	7,844.44				
5	진주 한일빌딩 신축공사		우연종합 건설	플랫슬래브 thk. 250,300	9,970	전단보강재 납품중
	지하3/지상10층	8,998.57				
6	부산 안락동 빌딩		조강건설	플랫슬래브 thk. 270	1,400	현장적용 완료
	지상4층	430.64				

(5) 현장 적용성 분석

시범 사업 후 현장 시공을 진행하면서 현장적용성 분석하여 정리하면 다음과 같다.

■ 전단보강재의 정착부는 콘크리트 파괴 후 정착성능 확보를 위하여 주철근 외부에 정착부를 두는 것이 유리하므로 개발기술은 <그림 2.29>와 같이 정착 위치를 슬래브 상·하부 철근 측에 존재시키기 위하여 상부에서 수직으로 끼워 넣어 주철근에 걸리게 하는 방법으로 전단보강재의 전단능력을 향상 하였다.

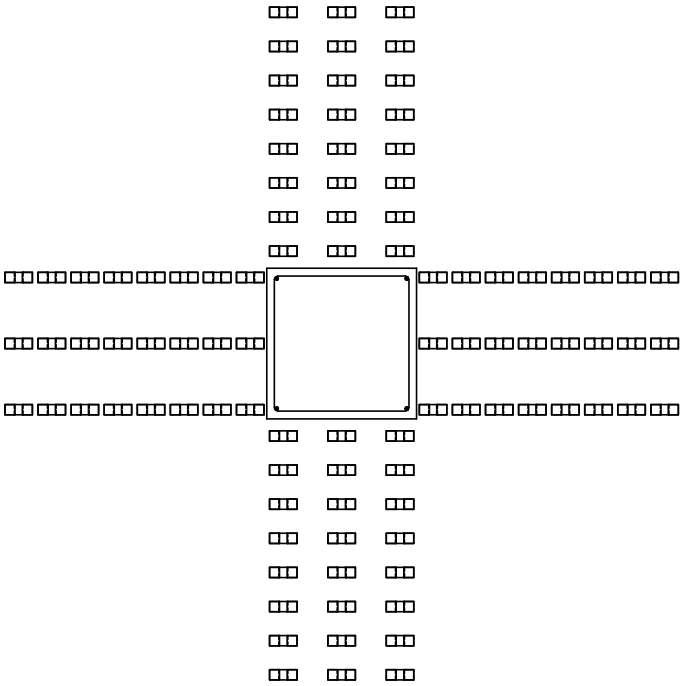


<그림 2.29> 수직걸림형 전단보강재의 정착위치

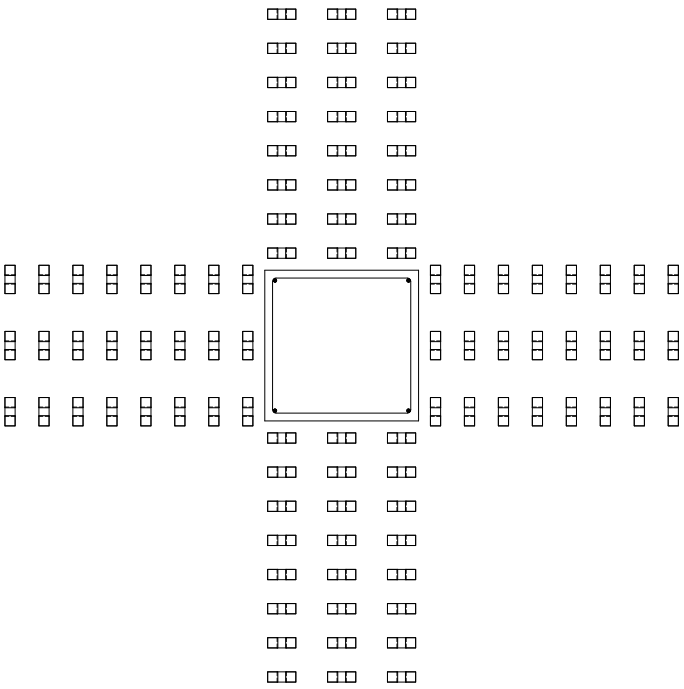
■ 철근을 이용하여 전단보강을 할 경우 슬래브 하부철근과 상부철근을 감싸는 폐쇄형 스터럽 형태를 취하여 설치하여야 하므로 현장에서 작업속도가 저하되며 작업피로를 상승시켜 시공성을 저하시킨다. 또한 철골(강재)을 이용한 전단보강재는 미끄러짐 현상을 방지하기 위하여 철골에 추가로 용접 등의 방법에 의한 전단 연결재(stud bolt)가 설치되어 전체 공사비가 증가 된다. 즉 철근과 철골을 이용하는 기존 전단보강재는 전체 공사기간을 증가시키고 공사비 또한 증가시키는 부재이다.

■ 해당 제품의 개선형태

-. 현장 적용된 최초의 형태가 주철근에 끼워지는 형태라 기둥 단면을 경계로 달라지는 설치배치가 되었지만, 제품에 노칭을 설치하여 설치형태가 주근, 부근에 관계없이 기둥 단면을 경계로 동일하게 시공되는 것으로 보완하였다.



<그림 2.30> 최초형태의 제품 설치배치도

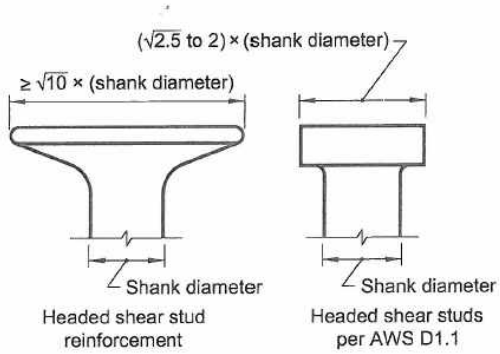
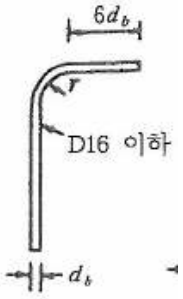


<그림 2.31> 개선된 제품 설치배치도

-. 정착길이에 대해 증진시키는 방법으로서, 정착면적을 더 확보할 수 있도록 하부 부분에 소요길이를 더 길고, 형태를 90°에서 180°로서 개선하였다.

		
최초 제품형태	개선된 형태 (주근설치)	개선된 형태 (부근설치)

[표 2.5] 주요전단보강재의 정착길이 기준

기준	구조기준	그림
스터드형태	ACI318-11 3.5.5 Headed shear stud reinforcement	
정착길이	KBC2009 0505.2.1 표준갈고리	

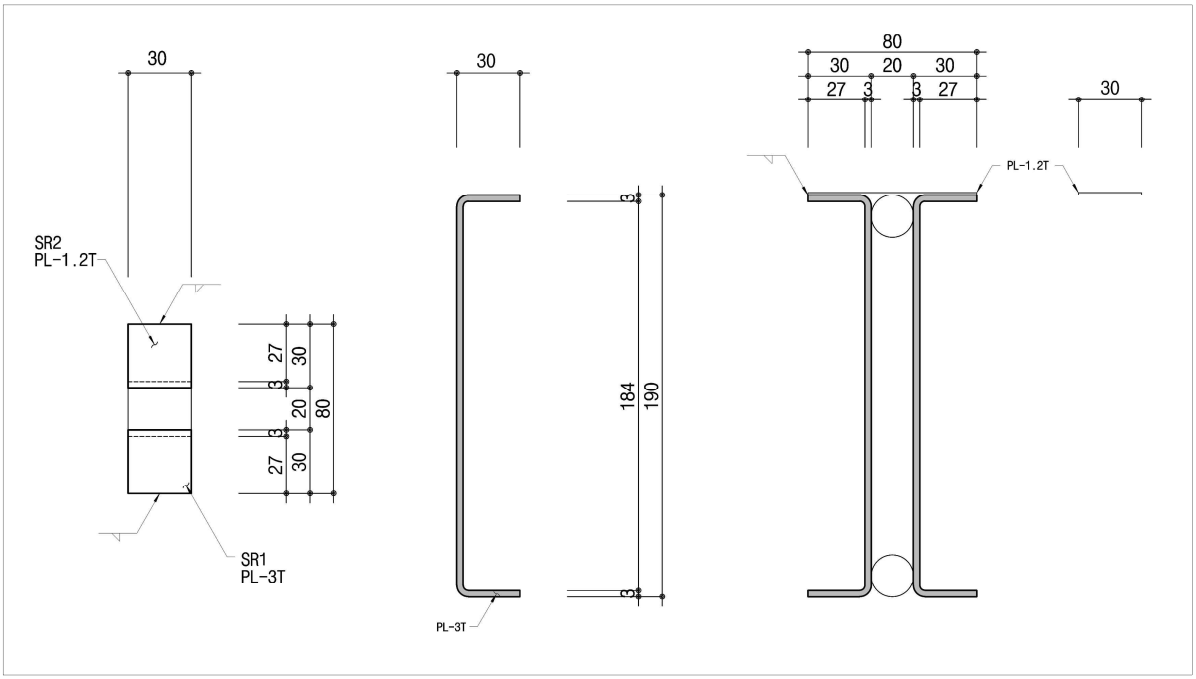
-. 제품은 상기의 기준상에 제시된 스터드헤드의 10t1 및 띠철근 90°갈고리 6db의 길이를 만족하는 제품이다.

(6) 활용 매뉴얼(시방서) 작성

(가) 제작 및 시공방침

① 본 수직걸림형 전단보강재의 제작 및 시공은 '수직걸림형 전단보강재 특기시방서'에 따르는 것을 원칙으로 한다.

① '수직걸림형 전단보강재 특기시방서'의 규정을 기준으로 해당공사에 적합하게 제작 및 시공하여야 한다.



<그림 2.32> 수직걸림형 전단보강재 부품상세도

(나) 일반시항

① 수직걸림형 전단보강재의 제작 및 시공은 '수직걸림형 전단보강재 특기시방서'의 규정을 따르는 것을 원칙으로 한다.

② 단, 해당 구조물의 시공에 있어서 특별한 검토를 하여 그 구조물의 시공에 적절하다고 인정되는 사항에 대해서는 이 시방서 규정을 따르지 않아도 좋다.

③ 수직걸림형 전단보강재의 시공은 콘크리트 구조물의 철근 배근과 유사한 방법이므로 수직걸림형 전단보강재 시공을 제외한 것들은 '콘크리트표준시방서'의 규정에 따라 시공하여야 한다.

(다) 관련 시방서

① 콘크리트표준시방서의 제2절 일반콘크리트

(라) 참조규격

① KS D 3503(1998) 또는 JIS G 3101 일반 구조용 압연 강재

② KS B 0802(2003) 금속 재료 인장 시험 방법

(마) 재료

① 수직걸림형 전단보강재는 아래 표에 요구되는 물성치를 만족하는 강재(Steel)를 사용하여야 한다.

[표 2.6] 주요 구조용 강재의 재료강도(N/mm^2)

강도	강재종별 판두께	SS 400 SM 400 SN 400 SMA 400	SM 490 SN 490 B,C SHN 490 SMA 490 SCW 490-CF	SM 490 TMC	SM 520	SM 520 TMC	SM 570	SM 570 TMC
Fy	두께 40mm 이하 두께 40mm 초과	235 215	325 295	325 325	355 325	355 325	420 420	440 440
Fu	두께 100mm이하	400	490	490	520	520	570	570

② 수직걸림형 전단보강재 소재는 제조회사에서 제공하는 시험성적서로 물성치를 확인하는 것을 원칙으로 한다.

(바) 시공계획

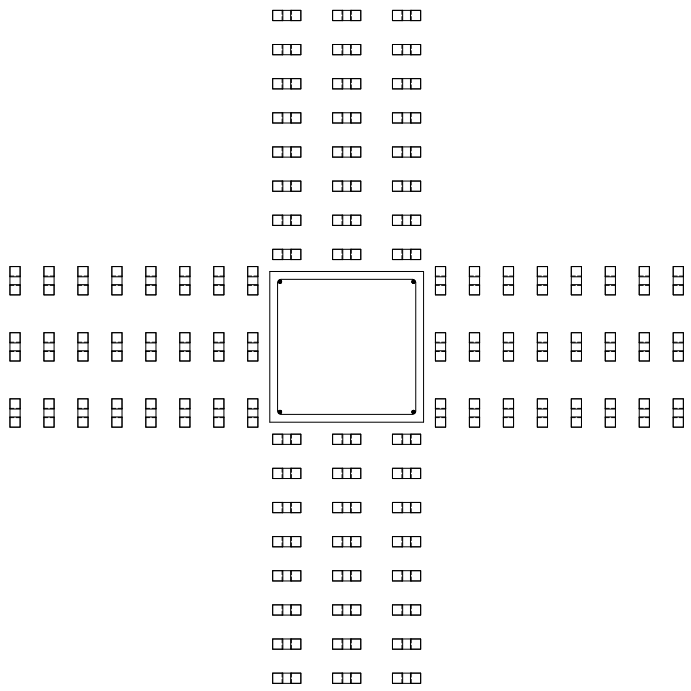
① 공법 및 공정

- 공사에 앞서 운반 및 설치에 대한 시공성을 충분히 검토하여 수직걸림형 전단보강재의 사용목적에 적합하도록 공법 및 공정 계획을 수립하여야 한다.
- 수직걸림형 전단보강재는 슬래브바닥 철근 공정의 일부분에 속하므로 철근시공자와 시공일정 및 방법에 대하여 사전 협의와 협조사항을 반드시 확인하여 시공에 따른 문제가 발생하지 않도록 하여야 한다.

② 설치계획

- 사전에 도면을 숙지하고 현장여건을 파악하여 수직걸림형 전단보강재 설치에 문제가 발생하지 않도록 한 후 설치하여야 한다.
- 최종 위치 확인 후 긴결재로 도면과 일치되도록 조립 완료한다.

- 수직걸림형 전단보강재의 설치 및 배근 완료 후 사전점검을 통하여 재료의 정열상태 및 연결 상태 등을 확인한 후 콘크리트를 타설한다.



<그림 2.33> 수직걸림형 전단보강재 배치도 SAMPLE

③ 재해방지

- 공사 담당자는 공사현장의 안전규칙에 따라 충분한 안전대책을 강구하여야 한다.
- 자재 운반 시 안전에 유의하여야 하며, 용접 절단작업이 필요한 경우 전기 가스 등에 의한 감전, 화재, 화상 또는 중독사고 등에 대한 대책도 강구하여야 한다.

(사) 운반 및 보관

운반 및 보관 시에 보강재의 형상유지 및 안전에 충분한 관리를 하여야 한다. 특히 외부의 충격이나 하중에 의한 변형이 발생할 수도 있으므로 구조내력상의 문제가 발생하지 않도록 아래와 같이 운반 및 보관하여야 한다.

① 포장은 현장의 시공여건을 고려하여 층별 소요수량 단위로 포장하여 현장으로 운반한다.

② 공장에서 포장하여 현장으로 운송하는 중 유실이 없도록 포장하여야 하며, 포장 별로 다음과 같은 내용을 포장 외부에 명기한다.

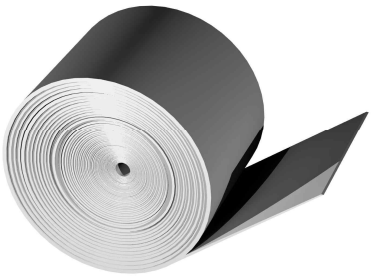
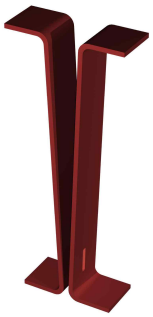
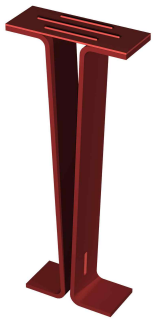
예) 일련번호, 동(호수)번호, 층수번호, 제품규격 별 수량, 중량 등

③ 포장에 명기되는 내용은 운송 과정에서 훼손되지 않는 방법으로 한다.
④ 포장은 지게차 또는 현장 타워크레인 등으로 운반 가능하도록 포장하고, 고소 운반 작업 시 물품이 이탈하지 않도록 단단히 고정한다.
⑤ 포장 외부는 비닐, 랩 등으로 방수 처리하여 운송 또는 보관 시 빗물 등 습기로부터 보호할 수 있도록 한다.
⑥ 포장단위는 1개 층당 소요수량을 포장하는 것을 원칙으로 하되, 시공할 회사와 상호 협의하여 포장단위를 조정할 수 있다.
⑦ 포장한 상태로 장기간 보관 할 경우에는 직접 바닥에 놓아두는 것을 피하고, 빗물과 이슬 등에 노출되지 않도록 보관한다.
⑧ 외부의 강한 충격에 의하여 제품이 변형될 수 있으므로 충격을 가하거나 낙하물체로부터 보호할 수 있는 장소에 보관한다.

(아) 시공순서

① 수직걸림형 전단보강재의 제작
수직걸림형 전단보강재의 공장제작 순서는 <그림 2.34>의 과정을 거쳐 공장에서 제작하며 그 과정을 살펴보면 다음과 같다.

㉮ 설계도서에 준하여 필요한 롤 강판을 준비한다.
㉯ 제작한 금형을 이용하여 유압장치로 전단보강재를 제작한다.
㉰ 전단보강재 2개를 1개조로 제작하기 위하여 배치 간격을 확인한다.
㉱ 상부에 거치용 플레이트를 압접하여 전단보강재를 완성한다.

	
롤 강판 준비	금형으로 제작
	
2개 1개조 배치	전단보강재 완성

<그림 2.34> 전단보강재 제작 과정

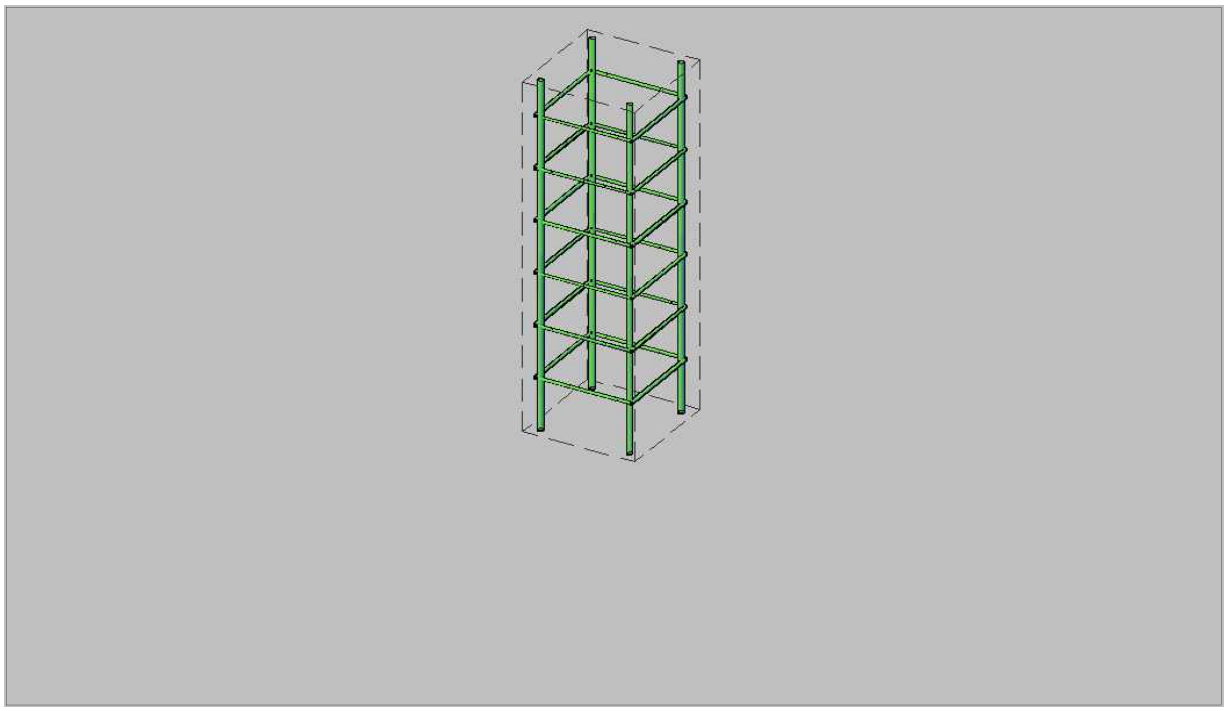
② 수직걸림형 전단겸용보강재의 현장설치

- 현장 설치 전에는 반드시 현장여건을 사전에 조사하고 보강재의 운반, 이동, 그리고 설치 등의 문제점을 면밀히 파악해서 운반계획을 세워야 하며, 특히 현장 작업자와의 사전협조사항에 대하여 책임자를 통하여 숙지하도록 해 두어야 원만하게 시공을 진행할 수 있다. 슬래브 바닥까지 운반된 수직걸림형 전단보강재를 설치하는 과정은 <그림 2.35>에서부터 <그림 2.40>까지의 순서로 진행되며 그 과정을 순서대로 정리하면 다음과 같다.

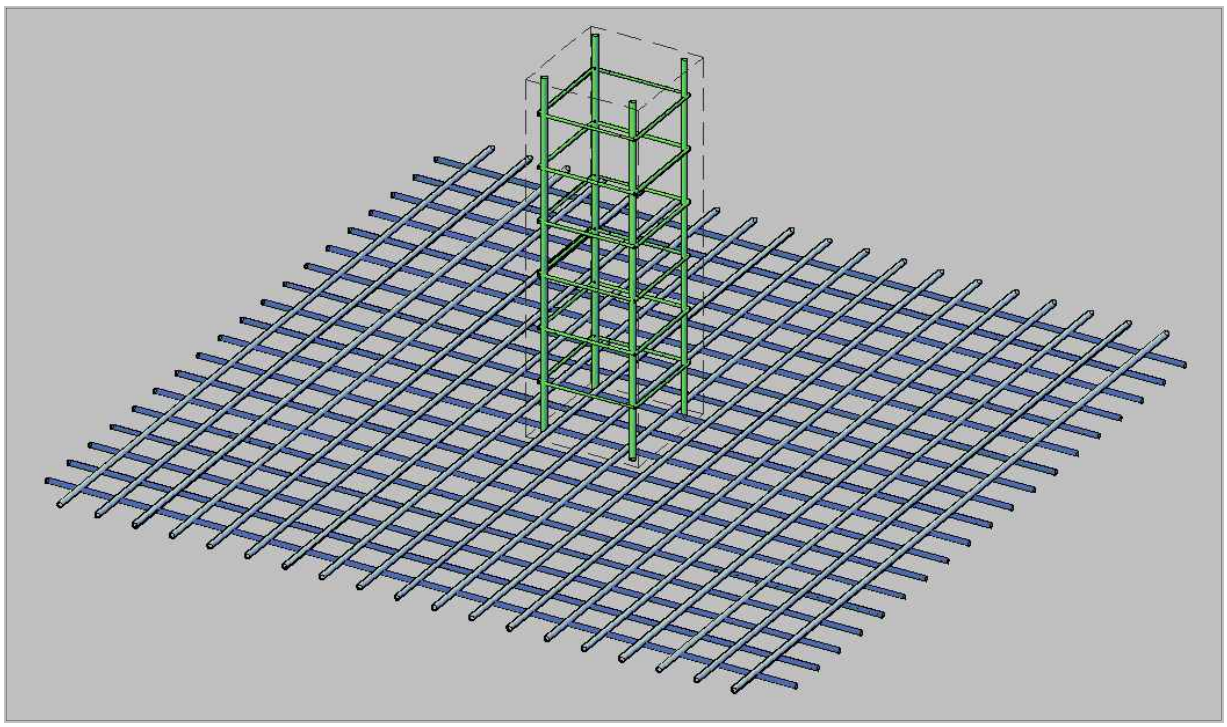
  ㉮ 기둥주근을 세운다.

  ㉯ 슬래브 하부 및 상부 가로 및 세로방향 철근을 배치한다. 단, 하부근 배근 시 전단 보강근 설치 위치에는 반드시 하부근 설치상세도에 준하여 하부 전단보강근 고정용 철근이 배치되어 있어야 한다.

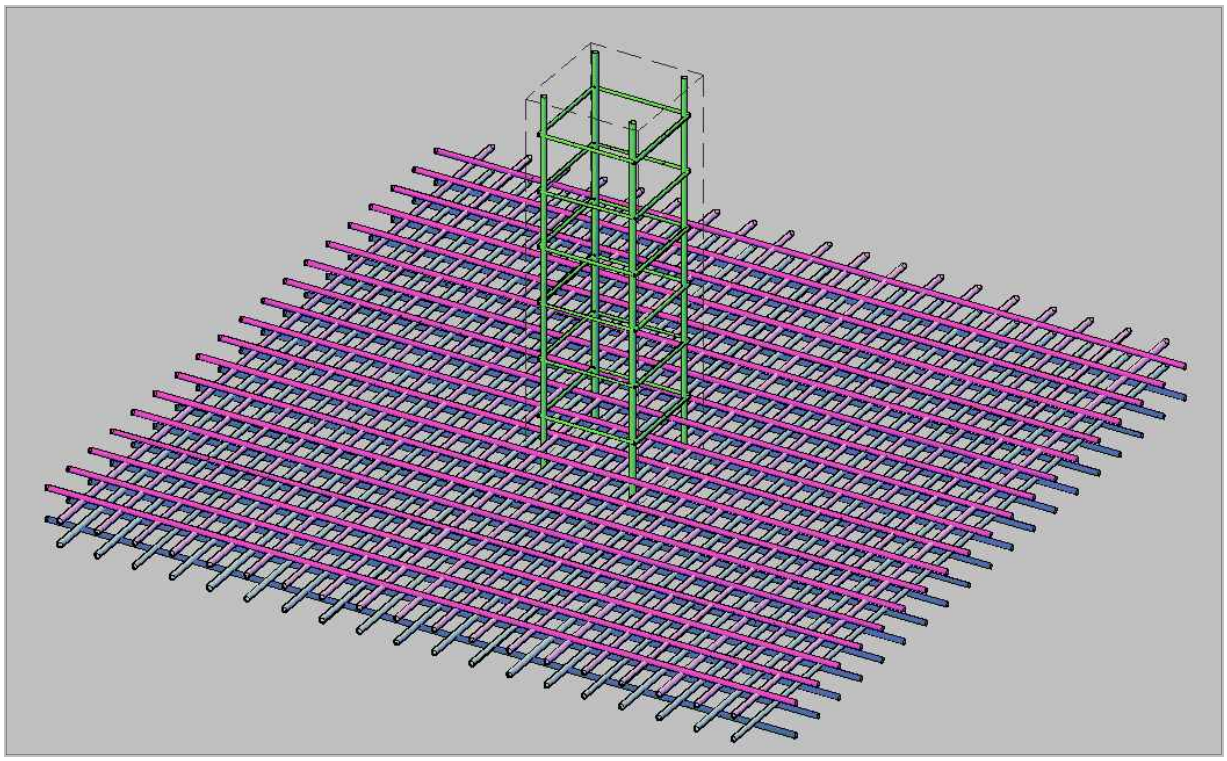
  ㉰ 제작된 수직걸림형 전단보강재를 운반하여 설치한다. 이때 상부철근 작업 시 안전성을 확보하기 위해 상부근 및 하부근과 수직걸림형 전단보강재를 긴결선으로 콘크리트 타설시 움직이지 않도록 고정하여야 한다.



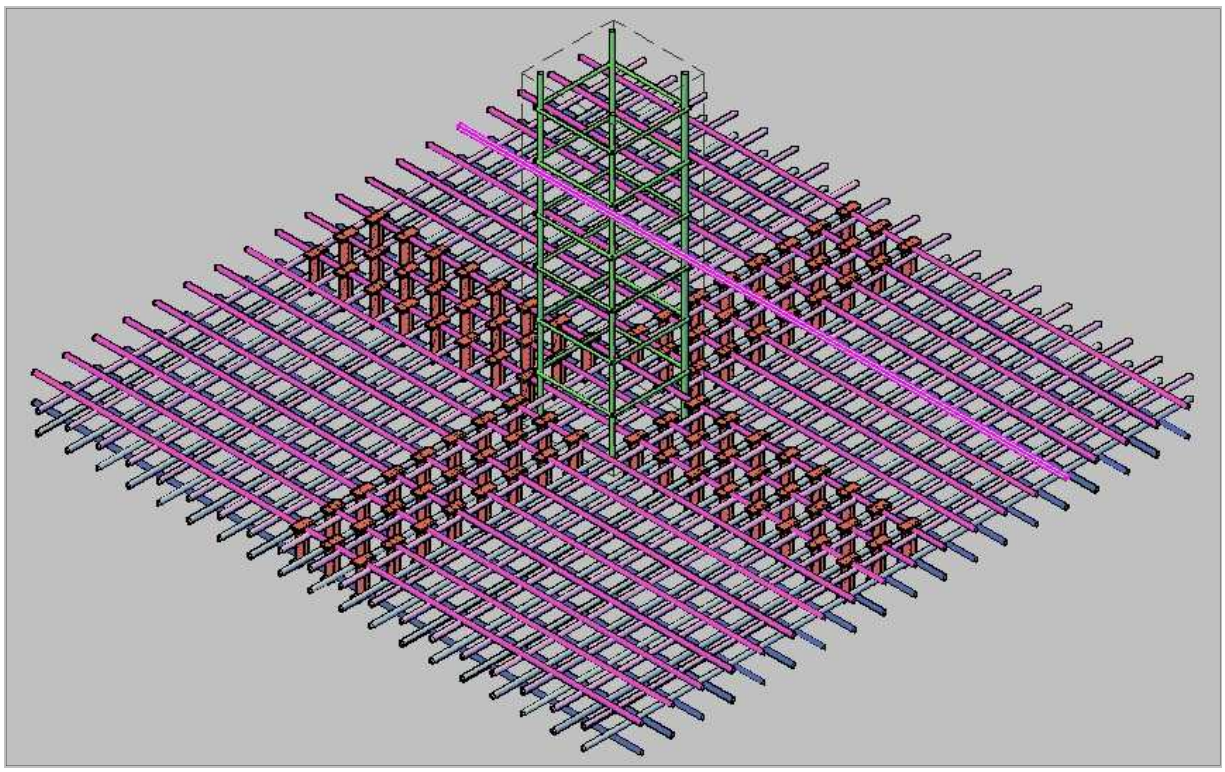
<그림 2.35> 기둥주근 설치



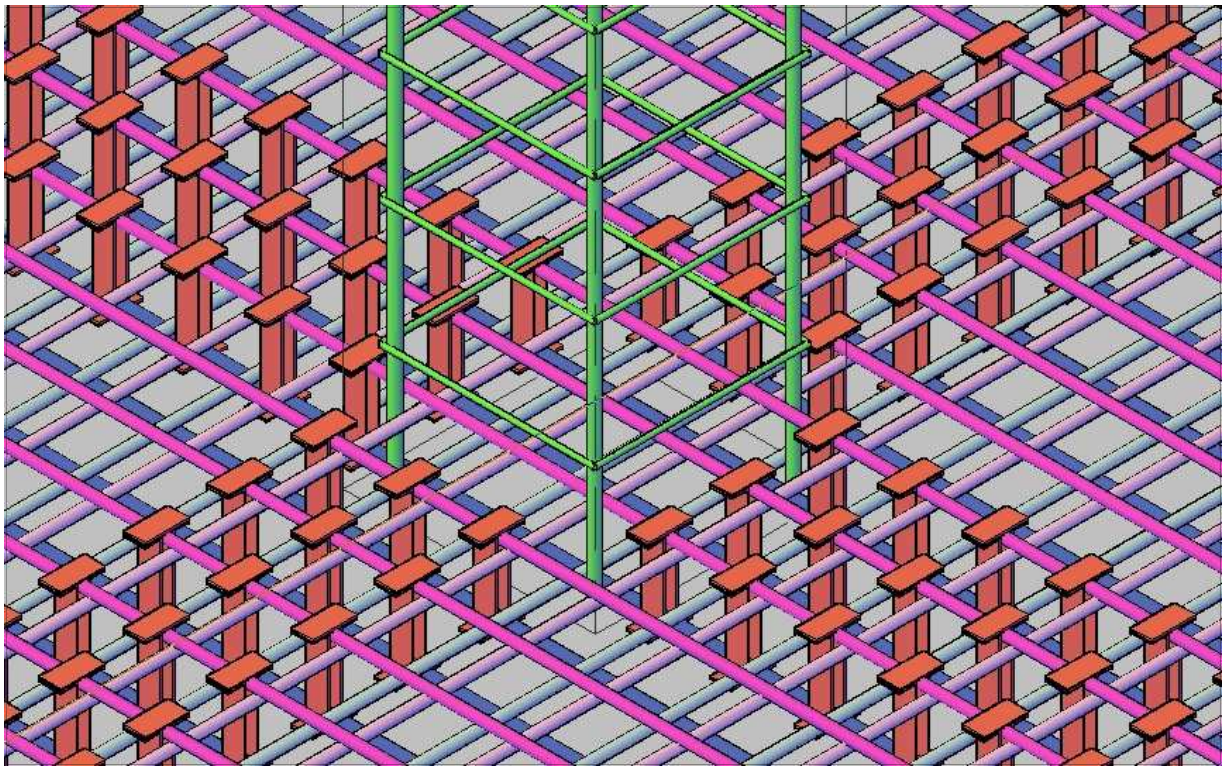
<그림 2.36> 슬래브 하부근 배근



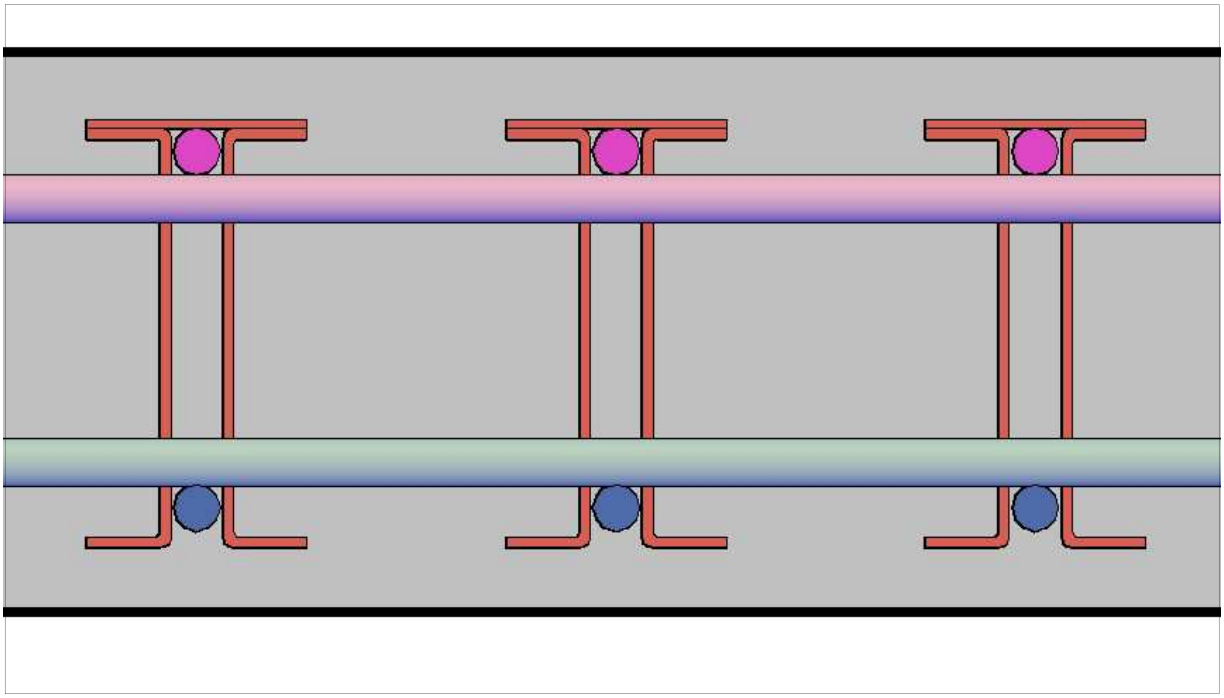
<그림 2.37> 슬래브 상부근 배근



<그림 2.38> 전단보강재 설치



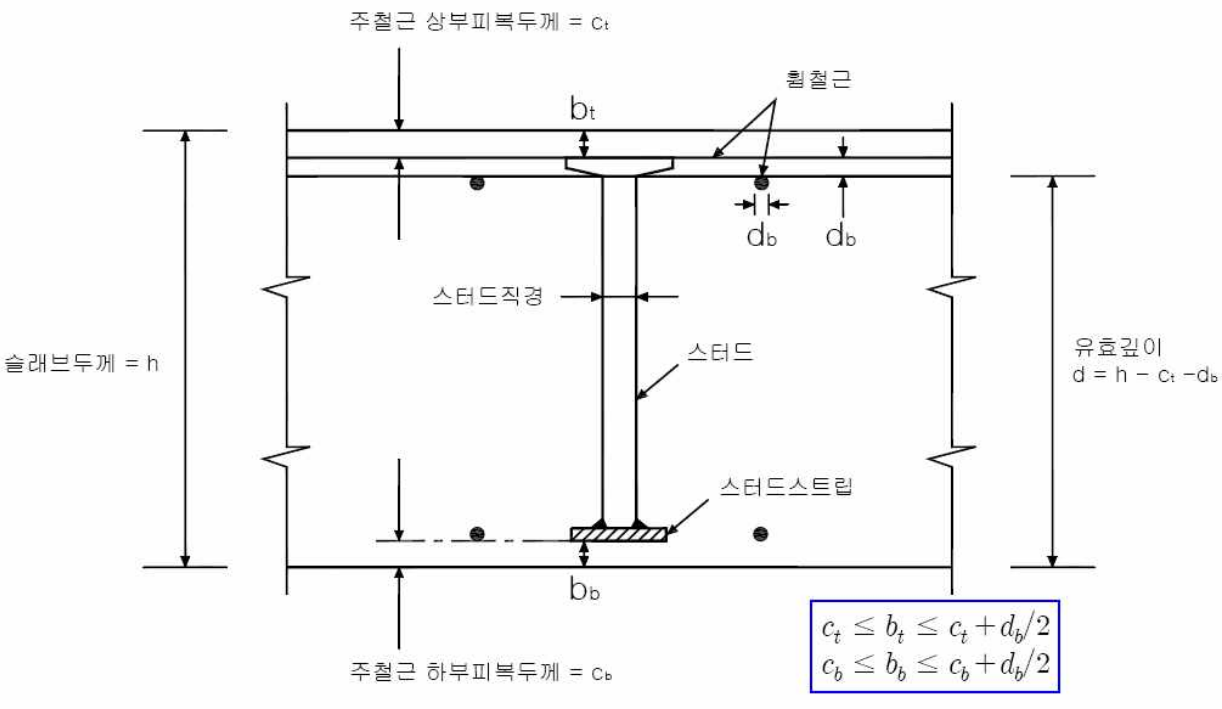
<그림 2.39> 전단보강재 설치(확대)



<그림 2.40> 전단보강재 설치 단면도

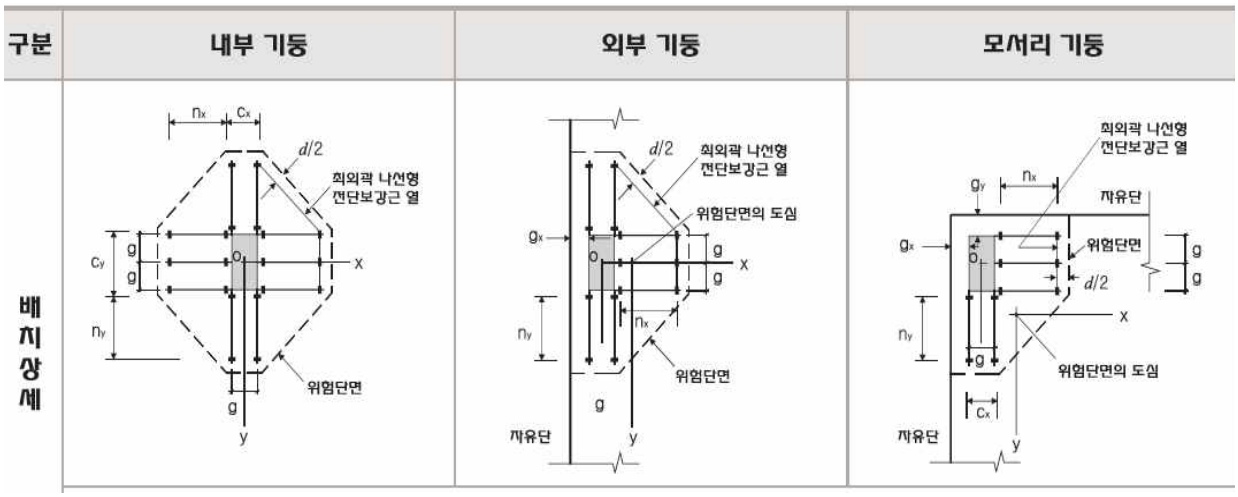
② 수직걸림형 전단겸용보강재의 설치 시 주의사항

㉮ 전단보강재의 앵커부분이 최대한 슬래브 외곽으로 배치되어야 한다.



<그림 2.41> 전단보강재 헤드의 위치

㉯ 수직걸림형 전단보강재의 열간 간격은 2d를 초과할 수 없으며 열 당 최하 2개 이상은 설치하여야 한다.



<그림 2.42> 전단보강재 표준배치

(자) 시공관리 및 기타 필요한 사항

수직걸림형 전단보강재 시공자는 특허(등록번호 제10-0947061호 무량판 슬라브의 일체형 수직걸림형 전단보강체 및 등록번호 제2011-0020704호 슬래브와 기둥 접합부의 전단보강체, 등록번호 제10-0947339 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체) 소유자에게 특허 사용권을 증명할 수 있는 서류를 제출하고 시공하여야 하며, 지정된 시공업체가 전적으로 책임지고 관리하여 시공한다.

① 설계도서와 일치여부 확인

감리자는 공정에 따라 제품의 규격 및 재질 등에 대하여 설계도서와 일치여부를 확인하여야 하며 불일치할 경우 구조설계자의 자문을 받아 재시공 또는 보완작업을 시행하여 구조적인 문제가 없도록 하여야 한다.

② 시공오차 허용범위

㉮ 시공오차 ; 기둥면에서 최초 전단보강근 설치위치 : 5~10cm 이내

㉯ 부재높이 ± 1 cm

③ 현장실사 주요 확인사항

㉮ 현장적용여부

점검항목	점검기준	점검방법	내 용
전단보강재의 설치상태확인	시방서	현장점검	상하부 철근의 간섭에 의한 전단보강재의 안정적인 설치여부 판단
전단보강재의 설치구간확인	시방서	현장점검	전단보강의 설치 구간이 설계도서에 준하여 시공될 수 있는지를 판단
전단헤드의 정착 위치검사	시방서	현장점검	전단헤드의 위치가 규준대로 설치가능한지의 여부를 판단

㉯ 품질검증 방법 및 결과

점검항목	점검기준	점검방법	내 용
전단보강재의 규격검사	시방서	현장점검	설계도서상의 치수 확인
전단보강재의 재료품질 검사	시방서	시험성적서 확인	항복강도, 연신율 등이 명기된 시험성적서 확인

㉰ 설치 검사

점검항목	점검기준	점검방법	내 용
시공오차 검사	시방서	현장점검	기둥면에서 최초 전단보강근 설치 위치 및 전단보강재의 수직 위치 오차 검토
시공방법의 숙지정도 파악	-	현장점검	현장여건, 운반 , 설치순서 등의 원만한 시공을 위한 작업계획서를 확인

나. 2차년도 주요내용

■ **연구개발 주요내용 목차**

(1) 시제품 설계 및 구조해석
(2) 시제품 제작 및 성능실험
- 시제품 제작
- 재료실험
- 시제품 성능실험

(3) 사업화 추진실적
(4) 건설신기술 신청내용 (3차년도 목표 조기달성함)

(1) 시제품 설계

(가) 시제품 설계

■ 시제품은 전단보강근을 사용하지 않은 무보강 시험체를 기본 시험체(NSR)로 하고, 재래식 철근스터럽 전단보강재, 개발된 수직걸림형 전단보강재 Type 1(VS-1), 수직걸림형 전단보강재 Type 2(VS-2)를 사용하여 총 4개의 시제품을 제작하고 성능 테스트를 실시할 계획이다. 수평하중에 대한 실험결과가 필요한 것으로 판단되어 시험체의 크기를 크게 하고, 수평하중을 가력할 수 있도록 기둥의 크기를 조정하여 4개의 시제품을 기둥 상부에서 시험체 가력하여 파괴하는 실험을 통하여 전단보강재의 수평하중에 대한 성능을 분석할 수 있도록 계획하였다.

전단보강근을 사용하지 않은 무보강 시험체를 기본 시험체(NSR)로 하고, 재래식 철근스터럽 전단보강재, 수직걸림형 전단보강재는 VS-1과 VS-2 두 종류의 시제품을 제작하여 총 4개의 시제품에 대하여 수평하중에 대한 성능을 검증할 계획이다.

시험체의 크기는 가로, 세로 각각 3,000 mm 이며, 두께는 180 mm로 제작하였으며 콘크리트의 설계강도는 $f_{ck} = 21\,MPa$ 로 계획하였다. 시험체의 슬래브 철근 피복두께는 20 mm로 하였으며, 좌우는 30mm로 제작하였다. 그리고 4개의 시험체 모두 동일하게 가장 널리 사용되고 있는 $f_y = 400\,MPa$ 인 철근을 사용하여 제작하였으며, 수직걸림형 전단보강재(VS-1, VS-2)는 $F_y = 300\,MPa$ 강재를 사용하였다.

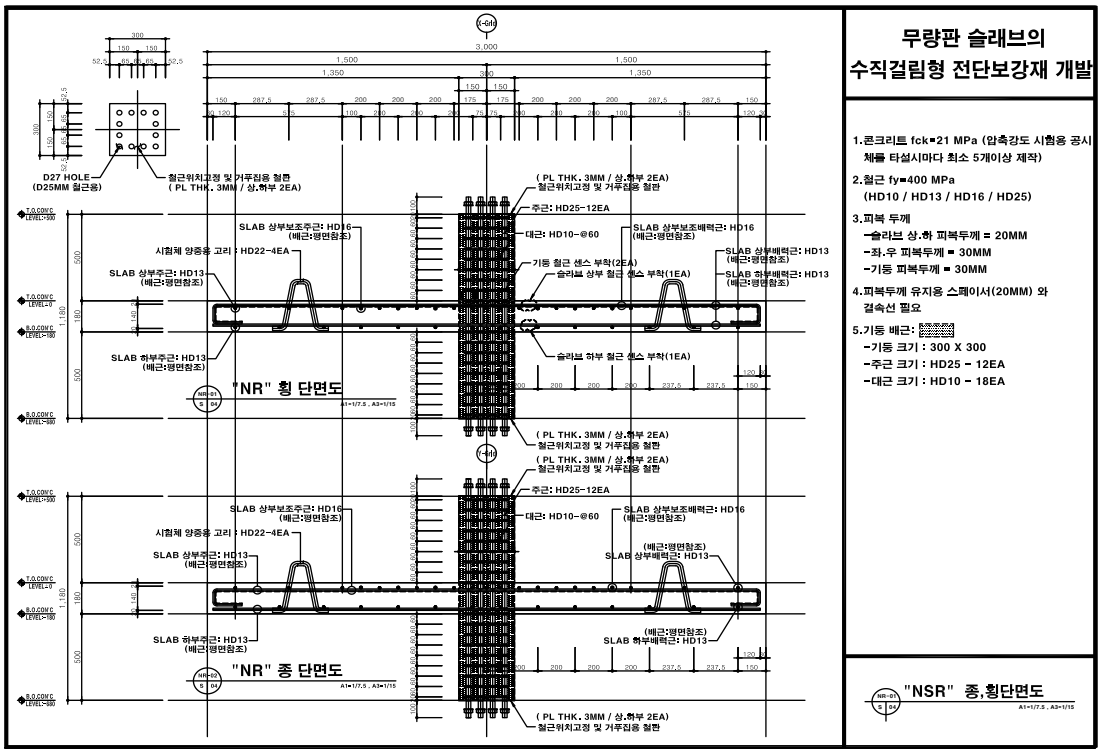
[표 2.7] 전단보강량 및 뚫림전단 계산

구분	전단보강량 계산		뚫림전단 계산	
	계산과정	결과값 (kN)	계산과정	결과값 (kN)
무보강	-	-	$\varnothing \frac{1}{3}\sqrt{21}\times 1{,}800\times 150\times 10^{-3}$	309
스터럽보강	$71.33\times 2\times \frac{4}{3}\times 400\times 10^{-}$	228.3	$\varnothing (\frac{1}{6}\sqrt{21}\times 1{,}800\times 150+ \frac{(71.3\times 2\times 4)\times 400\times 150}{100})\times 10^{-3}$	411.2
수직걸림형 전단보강재-1 (VS-1)	$60\times 16\times 300\times 10^{-3}$	288.3	$\varnothing (\frac{1}{6}\sqrt{21}\times 1{,}800\times 150+ \frac{(60\times 16)\times 300\times 150}{100})\times 10^{-3}$	478.5
수직걸림형 전단보강재-2 (VS-2)	$90\times 8\times 300\times 10^{-3}$	216	$\varnothing (\frac{1}{6}\sqrt{21}\times 1{,}800\times 150+ \frac{(90\times 8)\times 300\times 150}{100})\times 10^{-3}$	397.5

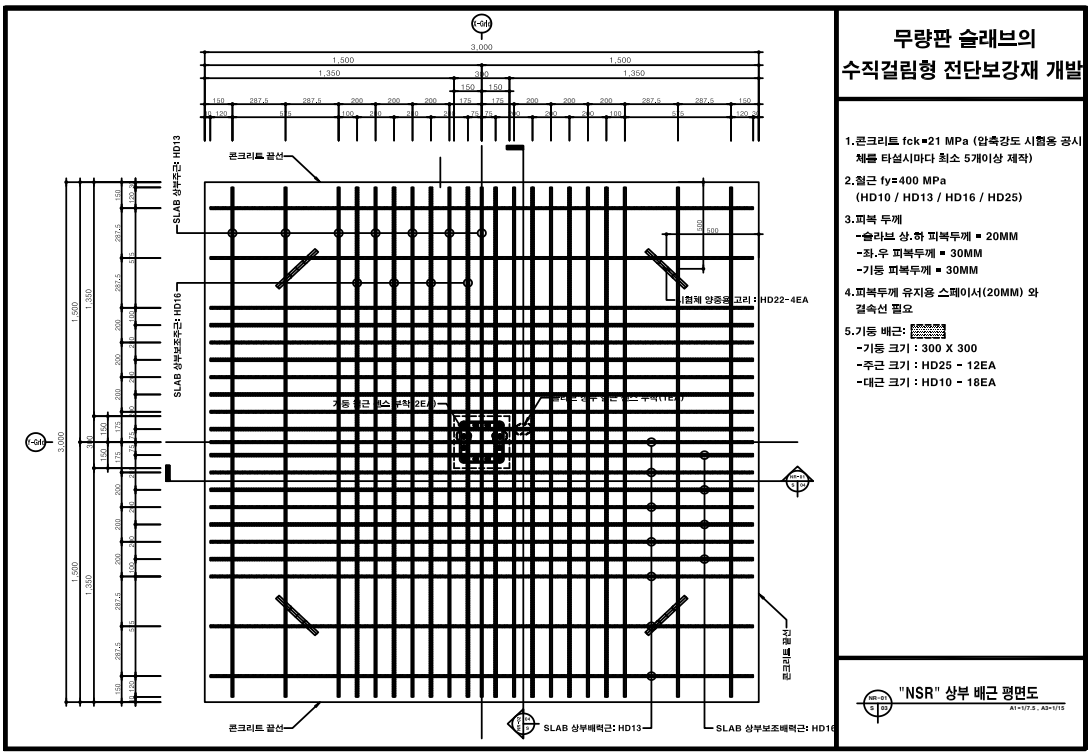
※ 전단강도 식

- 무보강 : $\phi V_c = \phi \frac{1}{3}\sqrt{f_{ck}} b_o d$
- 전단보강 : $\phi V_c + \phi V_s = \phi \frac{1}{6}\sqrt{f_{ck}} b_o d + \frac{\phi A_v f_y d}{s}$

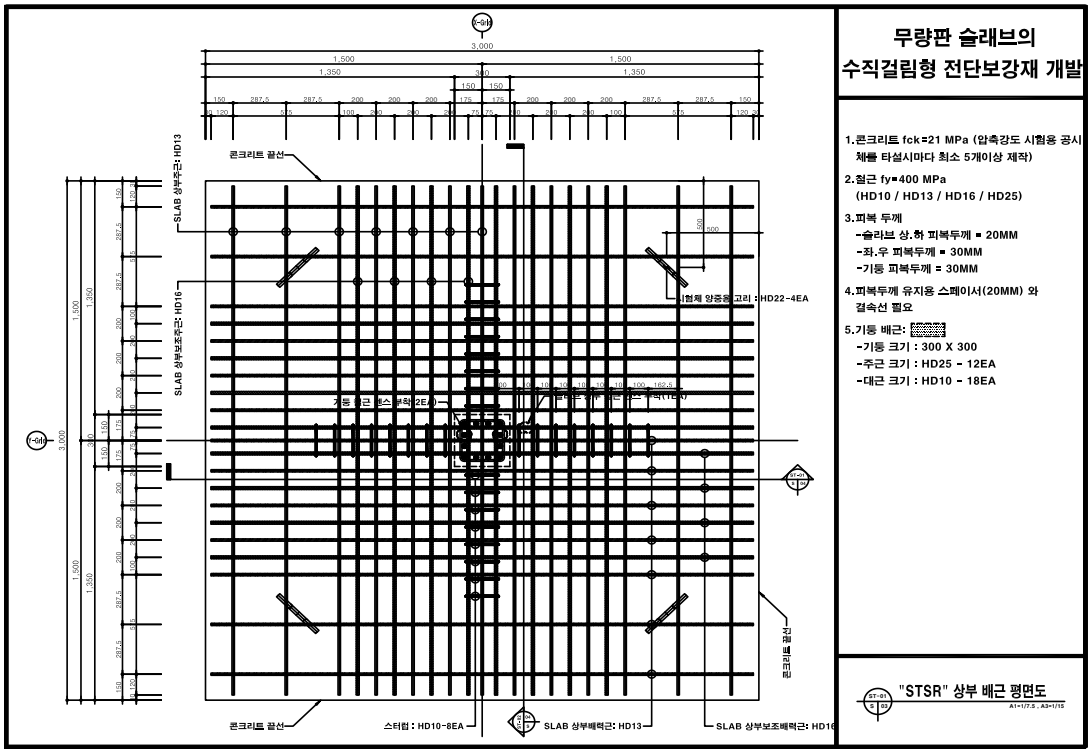
기본 시험체(NSR)를 비롯한 전체 시험체의 배근상세도 및 전단보강재 상세도는 <그림 2.43>~<그림 2.52> 참조하기 바란다.



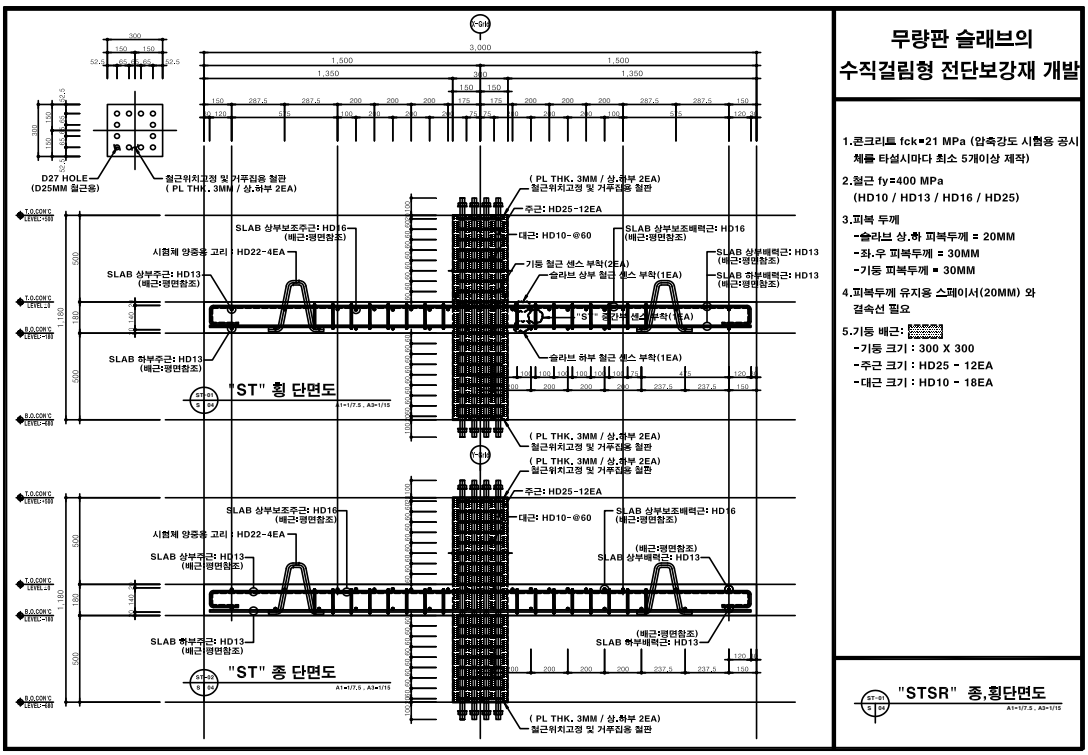
<그림 2.43> 무보강(NSR)의 종,횡단면도



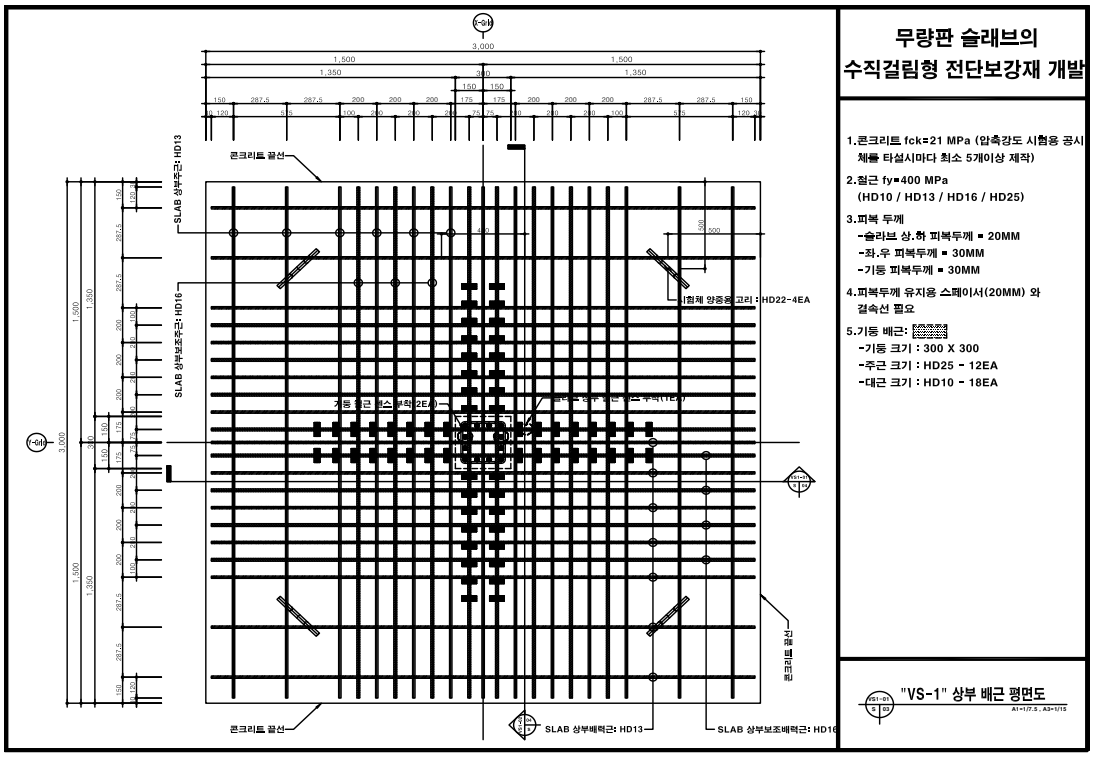
<그림 2.44> 무보강(NSR)의 배근도



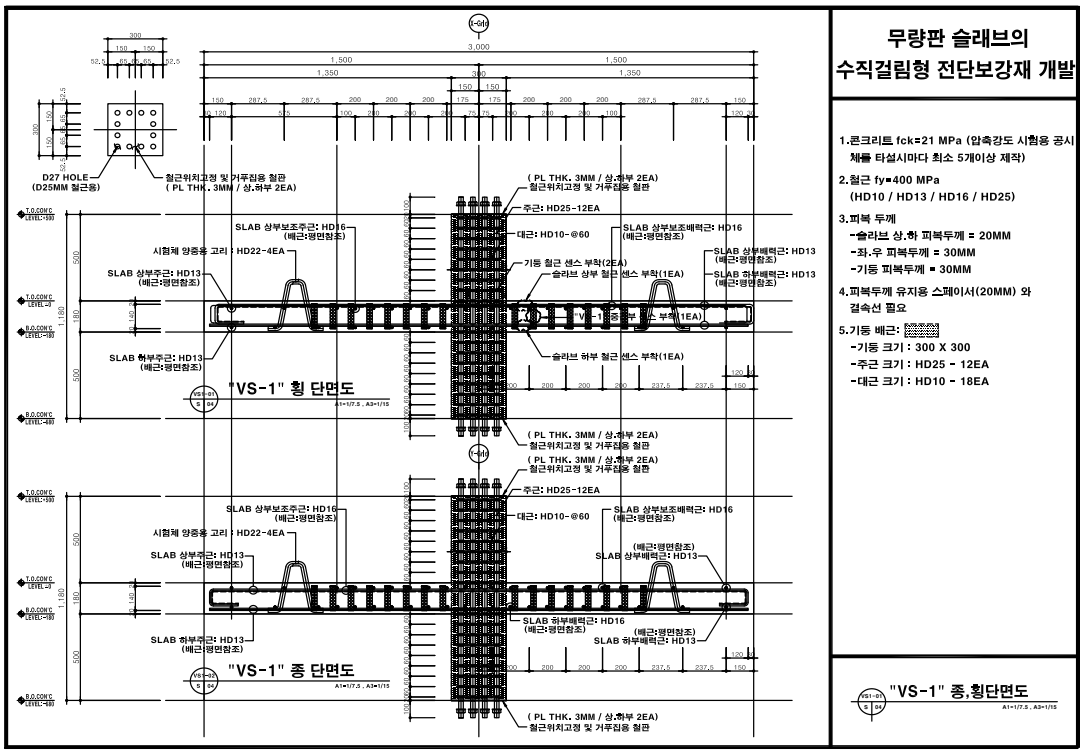
<그림 2.45> 스터럽보강(STSR)의 보강도



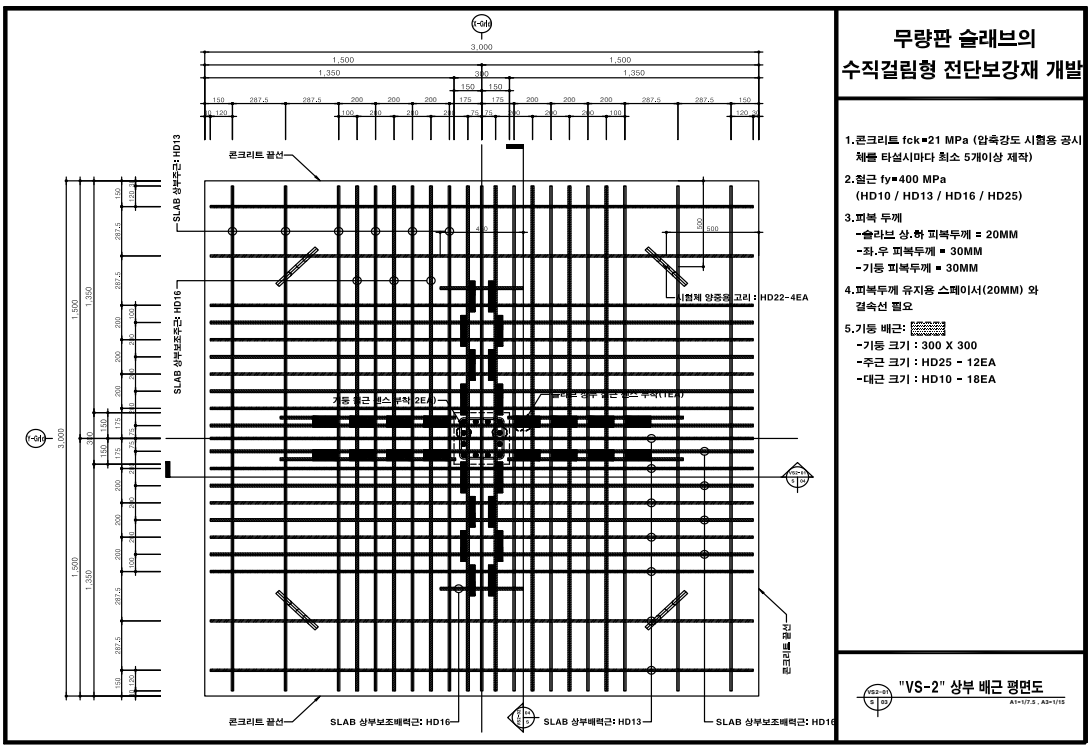
<그림 2.46> 스터럽보강(STSR)의 종, 횡단면도



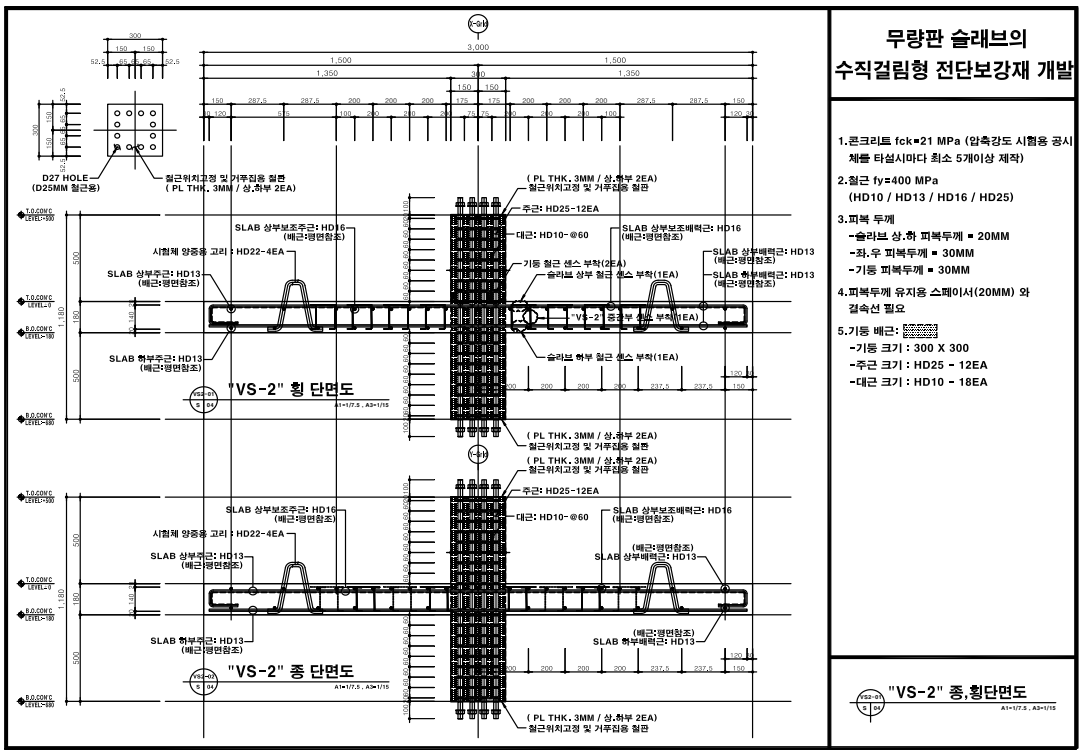
<그림 2.47> 수직걸림형전단보강재(VS-1)의 보강도



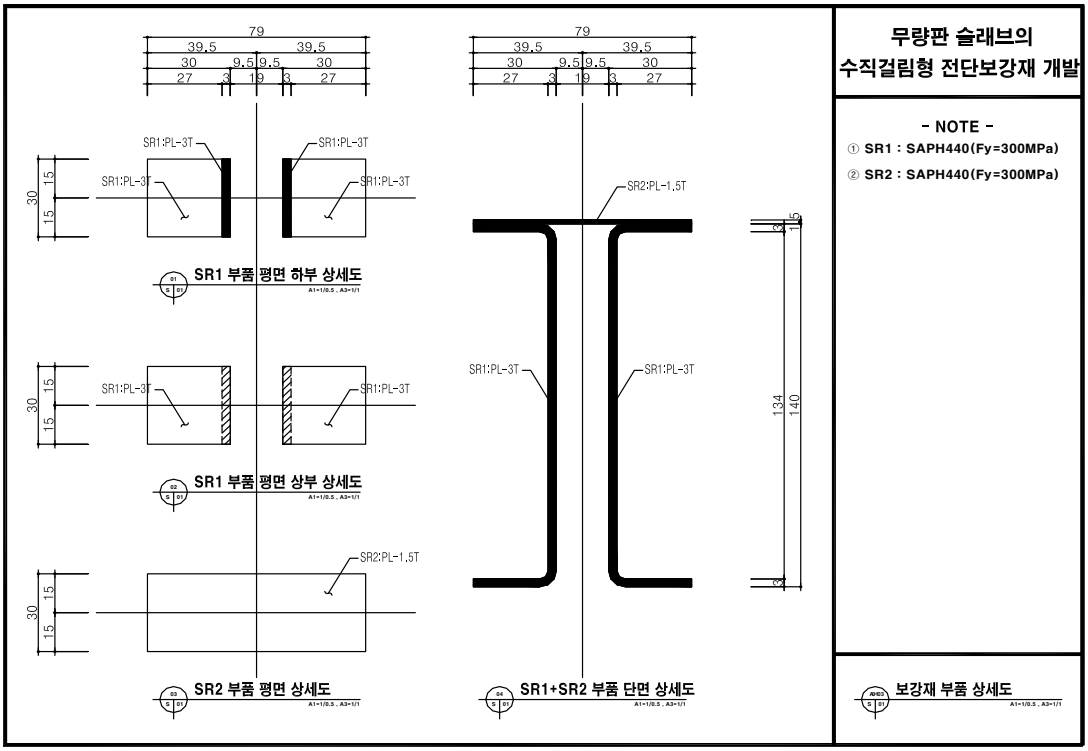
<그림 2.48> 수직걸림형전단보강재(VS-1)의 종, 횡단면도



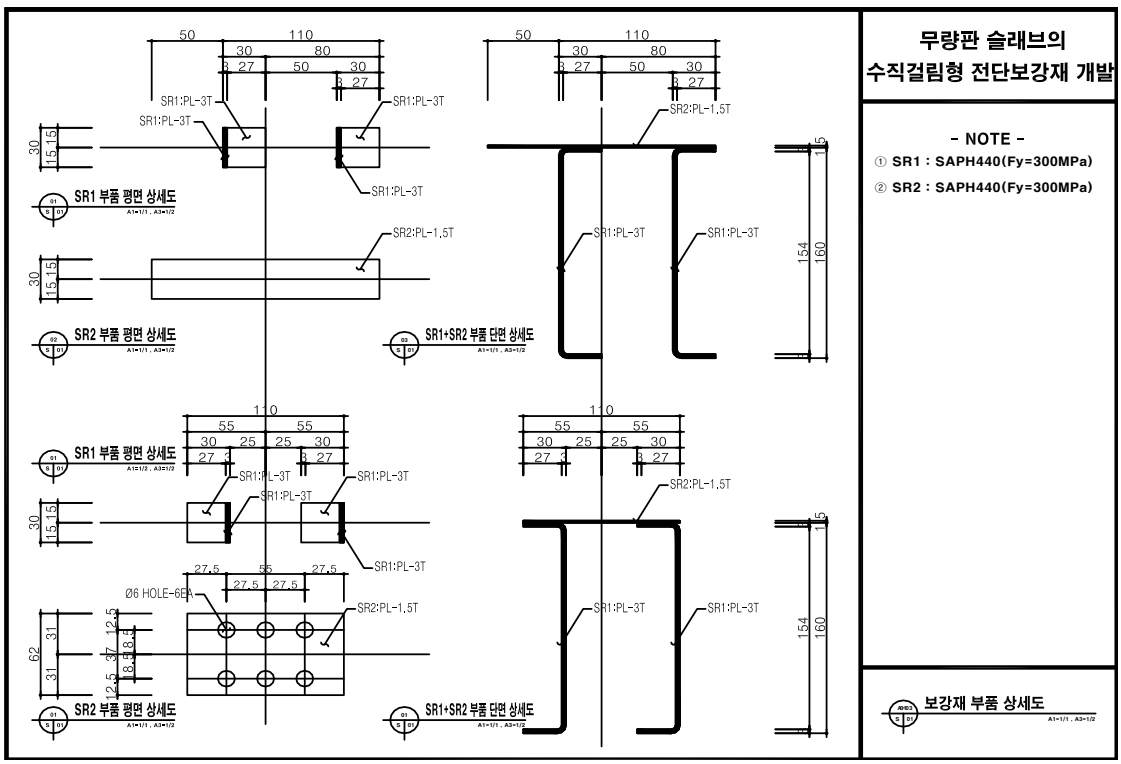
<그림 2.49> 수직걸림형전단보강재(VS-2)의 배근도



<그림 2.50> 수직걸림형전단보강재(VS-2)의 종, 횡단면도



<그림 2.51> 수직걸림형전단보강재(VS-1) 부품 상세도



<그림 2.52> 수직걸림형전단보강재(VS-2) 부품 상세도

(나) 구조해석

① 개요

■ 무량판 슬래브-기둥 접합부는 전단변형의 영향과 경사균열 발생 후 응력흐름과 단면 강성의 급격한 변화로 인해 선형 탄성해석이 곤란하다. 비선형해석에는 경계조건과 중력, 황방향 하중을 함께 고려할 수 있고 최근 철근콘크리트 비선형 해석에 많이 사용하고 있는 ATENA 3D 프로그램을 이용하였다.

■ 비선형해석에 적용된 모델링 방법을 살펴하면, 콘크리트의 재료모델링은 비선형 모델 중 상대적으로 간단하며 인장-압축 상태의 콘크리트 거동을 잘 나타낼 수 있는 등가 1축 응력-변형률을 사용하였다. 이와 함께 콘크리트의 비선형거동, 비선형 파괴역학에 근거한 인장에서의 콘크리트의 파괴, 2축강도 파괴기준, 균열 발생 후의 콘크리트 유효압축강도 및 전단강성의 감소, 균열각의 회전 및 인장강성 효과들을 고려하였다. 콘크리트의 압축응력-변형률 관계는 최대응력 이전에서는 CEB-FIP모델을 따랐으며 최대 압축응력 이후의 연화특성은 최대응력과 더 이상 응력을 전달할 수 없는 변형률까지 직선 감소식을 적용하였다. 인장응력-변형률 관계는 비균열시까지는 탄성이론을 따랐으며 균열 발생 이후에는 가상균열모델을 적용하였다. 이때 인장응력과 균열폭의 관계는 Hordijk의 제안모델을 따랐다. 또한 2축 평면응력 상태이므로 압축응력과 인장응력을 동시에 고려한 콘크리트 파괴기준은 kupfer등이 제시한 모델을 이용하였다.

■ 균열은 부재의 거동 특성을 결정하는 가장 중요한 요소로서 불연속 균열의 발생으로 인한 응력과 재료의 강성에 미치는 영향을 고려하기 위하여 분산균열모델을 적용하였다. 균열 각 이론은 Cervenka가 제시한 고정각 모델을 이용하였다. 고정각 균열 모델에서 균열 폭의 증가로 인한 균열면에서의 전단강성의 감소는 전단탄성계수 G=0에 이르기까지 지수함수로 감소됨을 가정하였다.

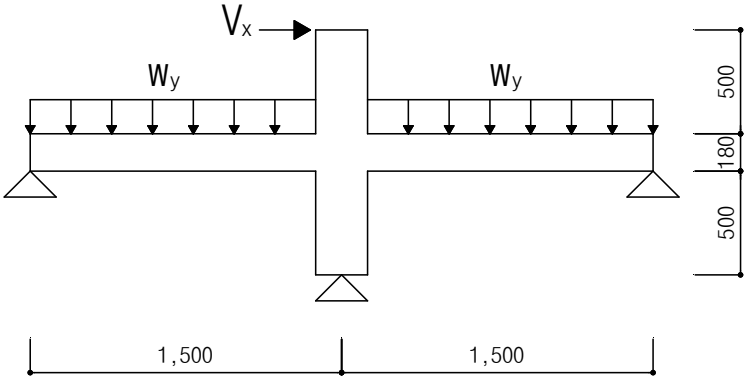
■ 철근은 분리된 요소가 아닌 콘크리트 요소 내에 포함된 이 절점 트러스 요소로서 일축응력 상태에서 오직 축강성만을 갖는다고 가정하였다. 철근과 콘크리트 계면의 상호작용 효과는 부착-미끄러짐 관계를 적용하였다. 부착-미끄러짐 관계는 CEB-F1P모델을 이용하였다.

② 구조해석 모델링

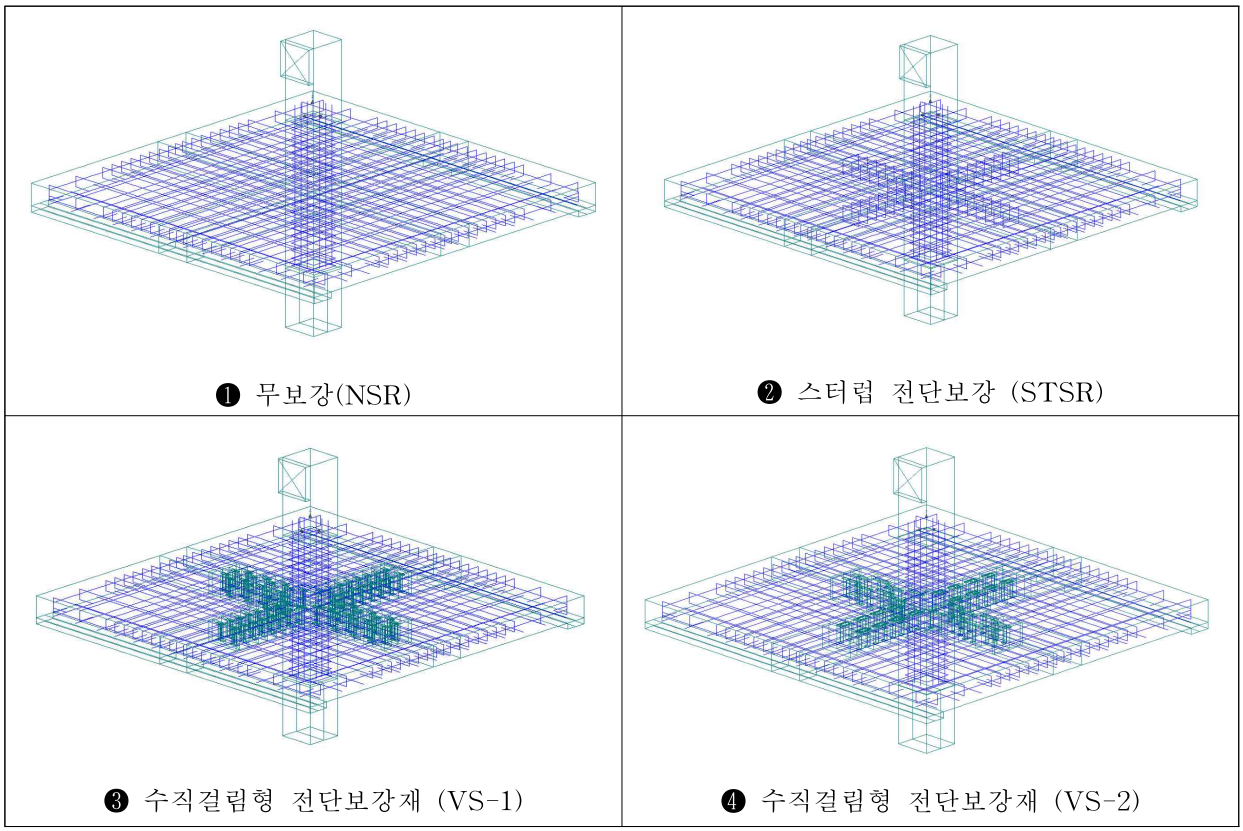
■ 구조해석을 사전에 수행하고 실험결과를 예측한 후 구조설계상세도면을 확정하기 위하여 실험계획과 동일한 조건으로 비선형 구조해석을 수행하였다. 수평하중의 설계도면에 나타나 있는 것과 같이 수평하중을 가하기 위하여 기둥을 위와, 아래 방향으로 각각 50cm 돌출하여 모델링하였다. 그리고 구조해석 모델링은 설계도면에 준하여 모델링하여 비선형해석을 수행하였으며, 실제와 유사한 조건을 만들기 위하여 슬래브의 뚫림전단내력의 40%에 해당하는 축력을 환산하여 슬래브 상부에 등분포하중으로 재하하는 것으로 모델링하였다. 수평하중은 항복변위를 기준으로 변위제어로 2 mm의 배수로 반복적으로 증가시키면서

매 step 당 1 mm씩 변위를 제어하면서 파괴될 때까지 해석하였다.

■ <그림 2.53>은 수평하중에 대한 비선형해석 모델링을 이상화 한 그림이며, <그림 2.54>는 각 시험체 종류별로 비선형 해석하기 위하여 ATENA 프로그램으로 모델링 한 것을 나타낸 그림이다.



<그림 2.53> 수평하중에 대한 비선형해석 모델



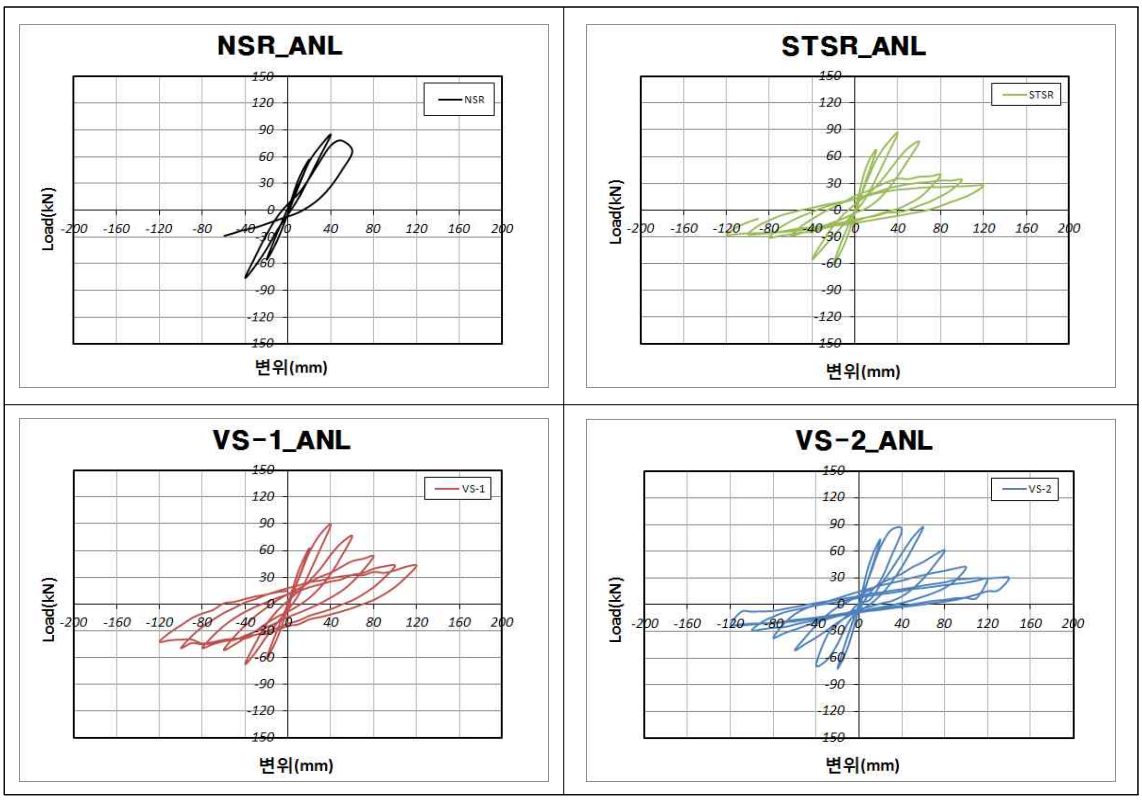
<그림 2.54> 수평하중에 대한 비선형해석 모델링 형상

③ 해석결과 분석

■ <표 2.8>과 <그림 2.55>은 수평하중에 대한 비선형해석 결과를 나타낸 것이다. 무보강의 경우 84.8kN 으로 나타났으며, STSR, VS-1, VS-2의 경우 각각 86.7kN, 89.2kN, 87.2kN 으로 나타났다. 하중-변위 관계곡선을 살펴보면, 무보강 시험체의 경우 실험과 비선형해석에서 동일하게 하중이 급격이 떨어지는 것으로 취성적인 거동을 나타나지만, 전단보강 시험체의 경우 전체적으로 전형적인 연성파괴의 형태를 나타내고 있어서 전단보강 효과를 확인할 수 있었다. 그리고 수직걸림형 전단보강재가 수평하중에 대한 비선형해석에서 철근스터럽의 전단보강재와 비교하여 동등 이상의 전단보강 효과가 있는 것으로 나타났다.

[표 2.8] 수평하중에 대한 비선형 해석결과 비교

실험체 종류	실험체명	비선형해석 결과			
		최대하중(kN)		최대하중 때의 변위(mm)	
		+ 방향	- 방향	+ 방향	- 방향
무보강	NSR	84.8	-76.0	40.0	-40.0
철근스터럽	STSR	86.7	-55.2	40.0	-40.0
수직걸림형-1	VS-1	89.2	-67.4	40.0	-40.0
수직걸림형-2	VS-2	87.2	-71.8	60.0	-20.0

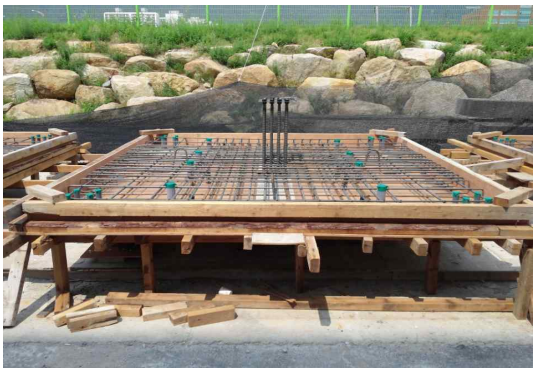


<그림 2.55> 비선형해석결과 비교

(2) 시제품 제작 및 성능실험

① 시제품 제작

■ 시험체는 제작 상세도에 따라 거푸집을 제작한 후 상 하부 철근과 전단보강재를 설치하여 제작하였다. 철근과 거푸집 사이에는 피복두께를 유지하기 위하여 하부와 측면에 간격재를 설치하였다. 콘크리트 타설은 시험계획에 따라 필요한 설계강도로 레미콘을 주문하여 타설한 후 대기 양생을 하면서 주기적으로 충분히 살수를 실시하여 초기 균열이 발생하지 않도록 보양하였다. 콘크리트 타설과 동시에 콘크리트의 압축강도를 확인하기 위하여 공시체를 6개 제작하였다. 콘크리트 타설 시에는 진동기를 사용하여 다짐이 충분히 되도록 하였으며 각 시험체별 철근 배근상태 및 콘크리트의 타설 상태를 살펴보면 <그림 2.56>~<그림 2.57>과 같다.



무보강(NSR) 실험체 제작 현황



스터럽보강(STSR) 실험체 제작 현황



수직걸림형(VS-1) 실험체 제작 현황



수직걸림형(VS-2) 실험체 제작 현황

<그림 2.56> 실험체별 제작현황

<table>
<tr><td> 
철근 배근 완료(4 set)</td><td> 
콘크리트 타설</td></tr>
<tr><td> 
콘크리트 타설 완료</td><td> 
양생 후 거푸집 제거(4 set)</td></tr>
</table>

<그림 2.57> 실험체별 제작현황

① 재료 실험

㉮ 콘크리트

■ 철근콘크리트 시험체 제작에 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 굵은 골재의 최대치수가 25mm인 골재를 사용하였다. 콘크리트 양생은 타설 후 28일 동안 자연양생 시키면서 균열을 억재하기 위하여 충분히 살수 하면서 보양하였다. 측정용 시편은 콘크리트 타설시 강재 원통형 몰드(지름 100mm, 길이 200mm)에 6개를 제작하였다. 콘크리트 압축강도의 측정은 28일 양생 후 KS F 2405의 규준에 따라 실시하였으며, 실험결과 콘크리트 압축강도는 아래의 [표 2.9]와 같으며, 평균 21.3 MPa로 나타났으며, 설계강도 21 MPa에 만족하는 것으로 확인되었다.

[표 2.9] 콘크리트 재료실험 결과

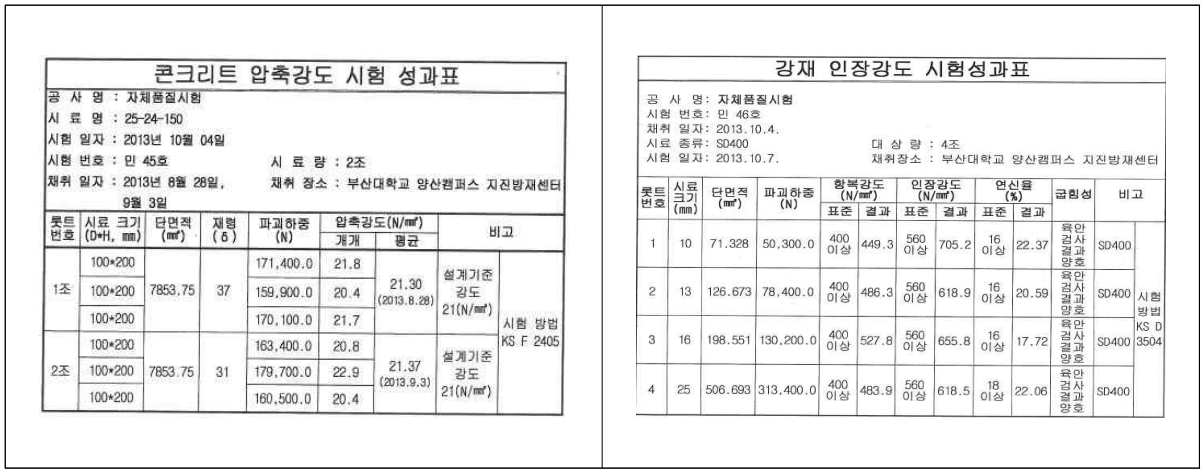
시편 일련번호	파괴하중 (N)	시편 단면적 (㎟)	28일 압축강도 (MPa)
1	171,400	7,853.75	21.8
2	159,900	7,853.75	20.4
3	170,100	7,853.75	21.7
4	163,400	7,853.75	20.8
5	179,700	7,853.75	22.9
6	160,500	7,853.75	20.4
평균	167,500	7,853.75	21.3

㈏ 철근

■ 본 실험에 사용된 철근은 D10, D13, D16, D25로서 SD40을 사용하였다. 철근의 인장성능을 측정하기 위하여 KS B 3504의 인장시험 방법에 따라 실시하였다. 철근에 대한 시험결과는 아래의 [표 2.10]과 <그림 2.58>에 나타나 있는 것과 같으며, 실험목표치를 상회하는 것으로 확인되었다.

[표 2.10] 철근 재료실험 결과

철근 규격	시편	파괴하중 (N)	시편 단면적 (㎟)	항복강도 (MPa)		인장강도 (MPa)		연신율(%)	
				표준	결과	표준	결과	표준	결과
D10 (스터럽)	1	50,300	71.33	400이상	449.3	560이상	705.2	16이상	22.37
D13 (슬래브)	1	78,400	126.7	400이상	486.3	560이상	618.9	16이상	20.59
D16 (슬래브)	1	130,200	198.6	400이상	527.8	560이상	655.8	16이상	17.72
D25 (기둥)	1	313,400	506.7	400이상	483.9	560이상	618.5	16이상	22.06



콘크리트 압축강도 시험 성과표

공 사 명 : 자체품질시험
시 료 명 : 25-24-150
시험 일자 : 2013년 10월 04일
시험 번호 : 민 45호 시 료 량 : 2조
채취 일자 : 2013년 8월 28일, 9월 3일 채취 장소 : 부산대학교 양산캠퍼스 지진방재센터

롯트 번호	시료 크기 (D×H, mm)	단면적 (㎟)	재령 (δ)	파괴하중 (N)	압축강도(N/㎟) 개개	압축강도(N/㎟) 평균	비고	
1조	100×200	7853.75	37	171,400.0	21.8	21.30 (2013.8.28)	설계기준 강도 21(N/㎟)	시험 방법 KS F 2405
	100×200			159,900.0	20.4			
	100×200			170,100.0	21.7			
2조	100×200	7853.75	31	163,400.0	20.8	21.37 (2013.9.3)	설계기준 강도 21(N/㎟)	
	100×200			179,700.0	22.9			
	100×200			160,500.0	20.4			

강재 인장강도 시험성과표

공 사 명: 자체품질시험
시험 번호: 민 46호
채취 일자: 2013.10.4.
시료 종류: SD400 대 상 량 : 4조
시험 일자: 2013.10.7. 채취장소 : 부산대학교 양산캠퍼스 지진방재센터

롯트 번호	시료 크기 (mm)	단면적 (㎟)	파괴하중 (N)	항복강도 (N/㎟) 표준	항복강도 (N/㎟) 결과	인장강도 (N/㎟) 표준	인장강도 (N/㎟) 결과	연신율 (%) 표준	연신율 (%) 결과	급힘성	비고	
1	10	71.328	50,300.0	400 이상	449.3	560 이상	705.2	16 이상	22.37	육안 검사 결과 양호	SD400	시험 방법 KS D 3504
2	13	126.673	78,400.0	400 이상	486.3	560 이상	618.9	16 이상	20.59	육안 검사 결과 양호	SD400	
3	16	198.551	130,200.0	400 이상	527.8	560 이상	655.8	16 이상	17.72	육안 검사 결과 양호	SD400	
4	25	506.693	313,400.0	400 이상	483.9	560 이상	618.5	18 이상	22.06	육안 검사 결과 양호	SD400	

<그림 2.58> 콘크리트 및 철근 시험성적서

㉰ 전단보강재

■ 본 실험에 사용된 수직걸림형 전단보강재는 3mm 두께의 평판을 이용하여 절곡하여 제작하였으며 상부 거치용 플레이트는 1.6mm 평판을 사용하여 제작하였다. 수직걸림형 전단보강재의 입면에서 보면 두께는 3.0mm이며, 크기는 높이 140mm이다. 철판의 인장성능을 측정하기위하여 KS B 0802의 인장시험 방법에 따라 시험을 실시하였으며, 1.6mm, 2.0mm, 3.0mm의 철판에 대하여 인장실험 결과, 물성치는 아래의 [표 2.11]와 <그림 2.59>과 같고 실험목표의 결과값을 만족하는 것으로 확인되었다.

[표 2.11] 전단보강재(평판)의 재료실험 결과

재료의 종류	시편	항복강도 (MPa)		인장강도 (MPa)		연신율(%)	
		표준	결과	표준	결과	표준	결과
두께 1.6㎜	1	305이상	405	440이상	476	30이상	33
두께 2.0㎜	1	305이상	405	440이상	476	30이상	33
두께 3.0㎜	1	305이상	378	440이상	494	30이상	35



TEST REPORT

시 험 결 과

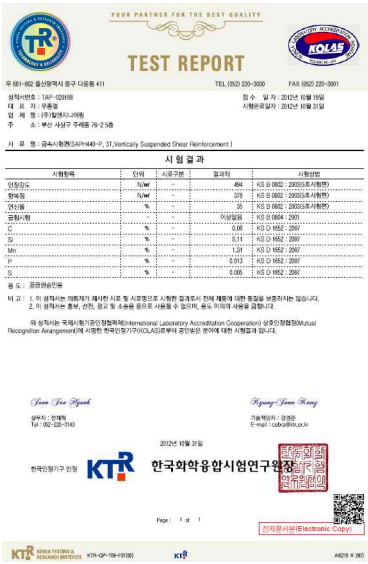
전단보강재1.6mm 시험성적서



TEST REPORT

시 험 결 과

전단보강재2.0mm 시험성적서



TEST REPORT

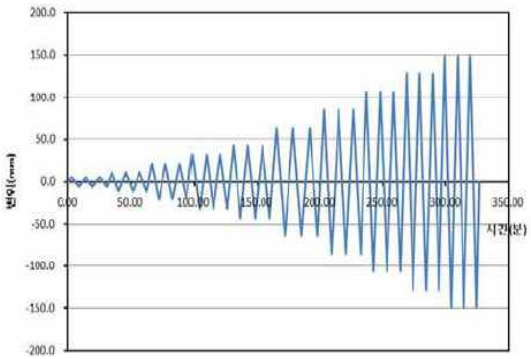
시 험 결 과

전단보강재3.0mm 시험성적서

<그림 2.59> 전단보강재 시험성적서

② 실험 방법

- 시제품은 전단보강근을 사용하지 않은 무보강 시험체를 기본 시험체(NSR)로 하고, 철근스터럽(STSR)과 개발된 수직걸림형 전단보강재 Type 1(VS-1), 수직걸림형 전단보강재 Type 2(VS-2)를 사용하여 총 4개의 시제품을 제작하고 성능 테스트를 실시하였다. 1차년도 계획에서는 전단보강재의 뚫림에 의한 전단성능을 확인하기 위하여 무량판 슬래브 형태와 동일하게 이방향 슬래브로 5개의 시제품을 제작하였으나, 당해연도(2차년도)에서는 수평하중에 대한 실험결과가 필요한 것으로 판단되어 시험체의 크기를 크게 하고 수평하중을 가력할 수 있도록 기둥의 크기를 조정하여 4개의 시제품을 기둥 상부에서 시험체를 가력하여 파괴하는 실험을 통하여 전단보강재의 수평하중에 대한 성능을 분석할 수 있도록 하였다.
- 실험체를 <그림 2.60>과 같이 설치하고 1,000 kN 용량의 엑츄에이터를 사용하여 기둥상부에서 수평방향으로 반복하중을 가하면서 실험을 진행하였으며, 수직하중은 설계하중의 40%를 하중플레이트를 이용하여 슬래브 상부 바닥판에 설치하여 놓아둔 상태에서 시험하였다. 그리고 슬래브 경계조건은 수평하중을 가할 경우 수평하중 시험에 영향을 미치지 않도록 슬롯 홀(hole)을 설치하여 제작하였다.

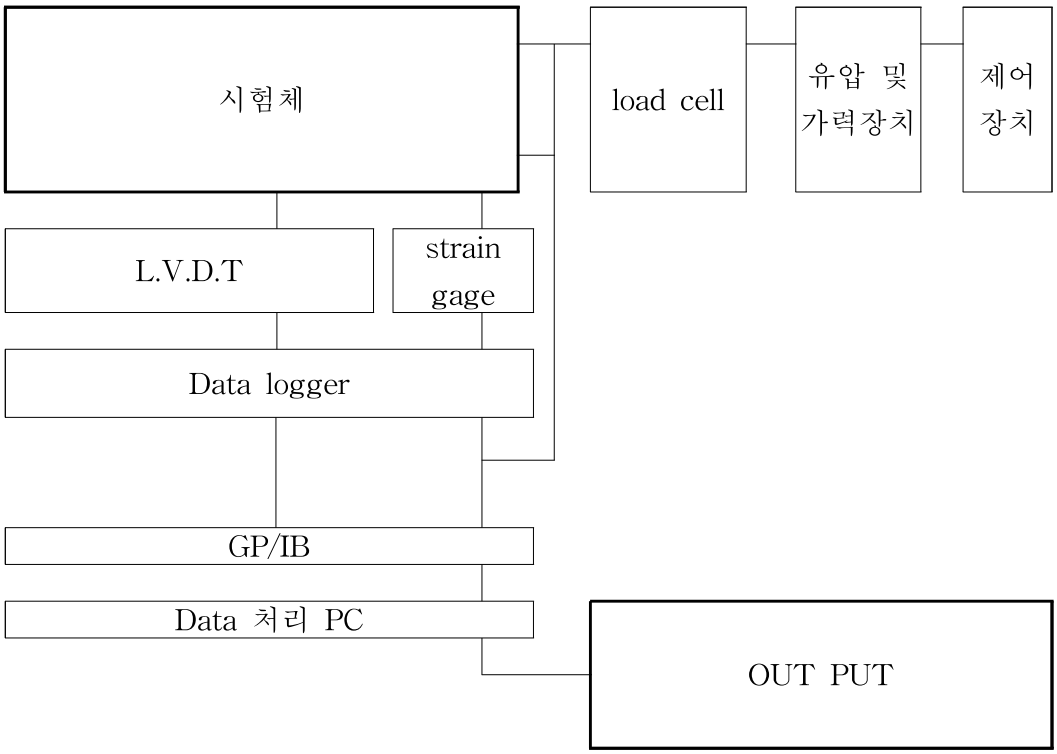
<table>
<tr><td> 
설치현황</td><td> 
기둥 및 슬래브 지점 설치 현황</td></tr>
<tr><td> 
실험 중 계측 현황</td><td> 
반복가력방법</td></tr>
</table>

<그림 2.60> 실험체 실험 현황

■ 또한, 변위제어를 위한 가력 및 변위측정 구성도를 정리하면 <그림 2.60>와 같다.

■ 실험에 사용될 가력 및 측정 장치로는 아래의 <그림 2.61>와 같이 가력프레임, 유압장치 및 가력보로 구성된 가력장치와 데이터로거, 노트북 컴퓨터 및 변위계로 구성되는 측정 장치로 나누어진다.

■ 시험체의 가력장치는 가력프레임, 엑츄에이터(Actuator), 가력보와 지지대로 구성된다. 엑츄에이터로 하중이나 변위제어로 반복하중이 가능하며, 측정된 하중을 시스템 제어컴퓨터에서 실시간으로 저장된다. 데이터는 노트북 컴퓨터에서 처리되고, 시험체의 변형 및 변위에 관한 데이터를 저장하여 결과를 비교할 수 있도록 하였다.

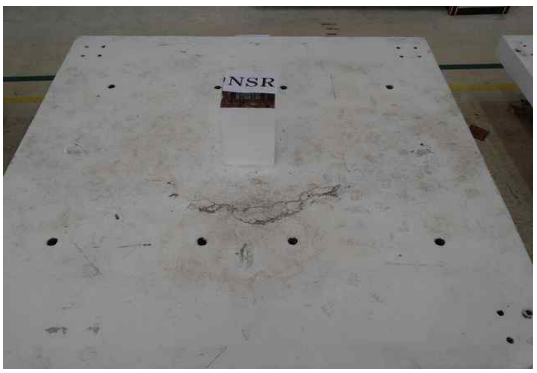


<그림 2.61> 가력 및 측정 구성도

③ 실험결과

㉮ 실험체의 균열분포 및 파괴형태

■ 전단보강을 하지 않은 무보강 시험체의 균열 및 파괴 상황을 살펴보면, 하중이 증가함에 따라 기둥면의 모서리에서 대각선 방향으로 초기 균열이 발생하였고 하중이 점점 증가함에 따라 기둥면에서 슬래브 단부 방향으로 여러 개의 방사형 휨 균열과 기둥면에서 약 d 만큼 떨어진 위치에서 기둥 주위를 연결하는 뚫림 전단균열이 형성 되었다. 이 후 모든 시험체에서의 균열 및 파괴상태는 하중 증가와 함께 슬래브 단부 쪽으로 균열이 확대되어 나갔으며 균열폭도 증가하였다. 최대하중 이후 슬래브 주근의 변형에 따른 콘크리트의 균열이 커지면서 더 이상 하중의 증가가 되지 않는 상태에서 최종 파괴거동을 확인하고 시험을 종료하였다. 최종 파괴형태에 따른 파괴거동을 요약하면 [표 2.12]와 같으며 최종 균열분포 및 파괴상태는 <그림 2.62>에 나타내었다.



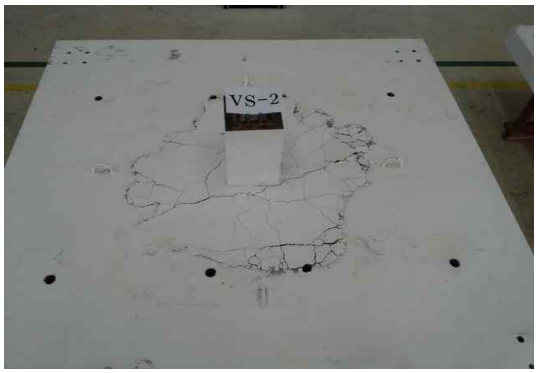
무보강(NSR)



스터럽보강(STSR)



수직걸림형 전단보강재-1(VS-1)

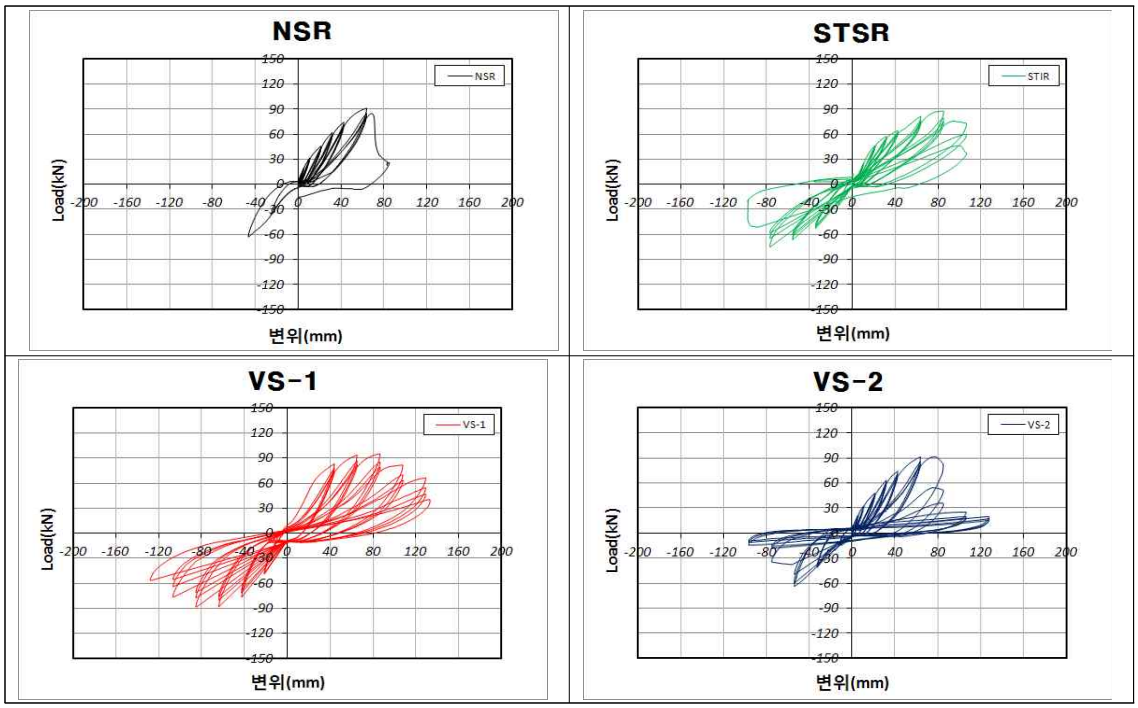


수직걸림형 전단보강재-2(VS-2)

<그림 2.62> 실험체 종류별 최종 균열 및 파괴형태

㈏ 시험체의 하중-변위곡선

■ 실험결과에 대하여 전체적인 경향을 살펴보면 균열의 진전은 앞 절에서 언급한 바와 같이 비슷한 파괴거동을 나타내고 있는 것으로 나타났으나, 무보강 시험체와 전단보강 시험체의 차이는 최대하중시의 변위 및 내력 저하정도 및 뚫림 전단 위험단면의 크기에서 차이를 나타내었다. 최대하중 시 변위는 전단보강 시험체의 경우가 큰 변위를 나타내는 것으로 나타나고 있어 연성능력이 우수한 것으로 나타났다. 내력저하의 정도도 무보강 시험체에 비하여 전단보강 시험체가 콘크리트 전단강도가 항복한 이후에도 완만한 경사를 이루면서 감소되는 것으로 보아 전단보강 효과가 확실하게 나타나는 것을 알 수 있었다. 그리고 각 시험체 별 전체 하중-변위 관계 그래프는 <그림 2.63>과 같다.



<그림 2.63> 실험체 종류별 하중-변형곡선

㉰ 시험체의 최대하중에 대한 고찰

■ [표 2.12]은 각 시험체의 실험최대하중 및 무보강 시험체를 기준으로 한 전단보강 시험체의 실험최대하중 비율에 대하여 나타내었다. 전단보강의 의미는 최대내력의 증진효과보다는 최대내력이후의 연성파괴를 유도하기 위한 목적이 더 큰 것을 알 수 있었다.

■ 시험체별 최대하중은 NSR 실험체는 88.41kN 으로 나타났고, STSR, VS-1, VS-2의 실험체의 경우 85.1kN, 95.1kN, 88.29kN 으로 나타났으며, 수직걸림형 전단보강시험체-1 (VS-1)이 최대하중이 가장 크게 나타났다.([표 2.12] 및 <그림 2.63>참조) 따라서 개발한 수직걸림형 전단보강재-1(VS-1)의 전단보강성능이 전단보강 스터럽과 비교하여 동등이상의 내력을 가지고 있음을 확인하였다.

[표 2.12] 시험체의 실험최대하중 및 변위

실험체명	실험최대하중 (kN)		실험최대하중/ 무보강최대하중		최대하중 때의 변위(mm)	
	+ 방향	- 방향	+ 방향	- 방향	+ 방향	- 방향
NSR	88.41	-65.49	1.0	1.0	63.37	-46.37
STSR	85.1	-76.48	0.96	1.17	82.08	-77.98
VS-1	95.1	-88.48	1.08	1.35	86.28	-84.90
VS-2	88.29	-67.12	1.20	1.03	76.82	-53.81

(3) 사업화 추진 실적

■ [표 2.13]에 나타나 있듯이 시범 사업으로 진주 주약동 6층 건물에 시공 후 개선점을 도출하여 시공을 용이하게 하기 위해 제작방법을 클립형태로 변경하여 이후 9개 현장에 적용하였으며, 2개 현장은 설계완료 후 시공 준비단계에 있다. 따라서, 수직걸림형 전단보강재의 사업화는 목표치를 초과하여 성공적으로 수행하고 있는 실정이다.

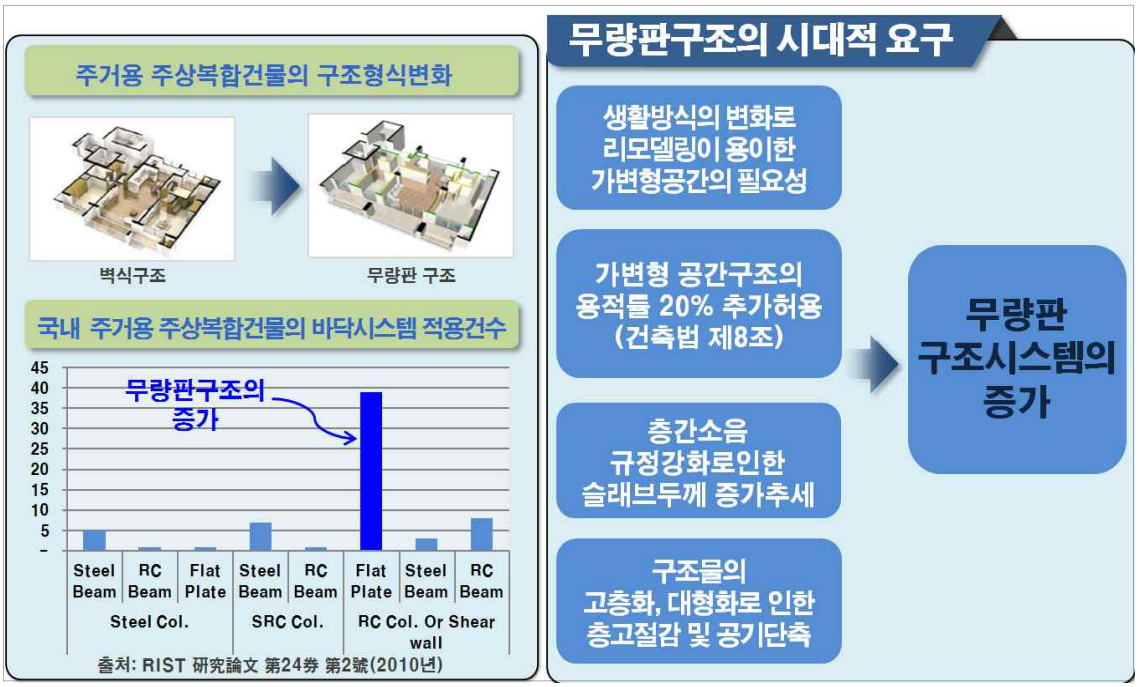
[표 2.13] 사업실적(시공사례)

연차	번호	프로젝트 명		시공사	구조형식	전단보강재 개수	비고
		층수	연면적(㎡)				
1차년도	1	진주 주약동 웨딩홀		영광건설	Flat Plate THK. 320,400	2,590	시범사업 단지
		지하1층 /지상6층	2,135.69				
	2	부산 대청동 주상복합		남흥건설	Flat Plate THK.230	30,892	완료
		지하2층 /지상14층	25,312.92				
	3	부산 수영동 주거복합시설		엔스타건설	Flat Plate THK.240	16,315	완료
		지상19층	11,109.9				
	4	울산 신우아파트 신축공사		신우건설	Flat Plate THK.300	33,320	완료
		지하2층 /지상15층	7,844.44				
	5	진주 한일빌딩 신축공사		우연건설	Flat Plate THK. 250,300	9,970	완료
		지하3층 /지상10층	8998.57				
	6	안락동 빌딩		조강건설	Flat Plate THK.270	1,400	완료
		지상4층	430.64				
2차년도	7	두산 센티움 오송단지		연우건설	Flat Plate THK.250	3,300	완료
		지상25층	-				
	8	신정동 팔등로 주거복합		성안건설	Flat Plate THK. 250,350	23,894	완료
		지하2층 /지상15층	8,752.89				
	9	신정동 주거복합		남경건설	Flat Plate THK. 280,300	26,560	완료
		지하2층 /지상9층	9,827.07				
	10	신정동 00빌딩 및 오피스텔		오주건설	Flat Plate THK. 300,450	5,150	설계완료 시공준비 중
		지하2층 /지상15층	7,696.94				
	11	상건동 근린생활시설 신축공사		-	Flat Plate THK.270	16,720	실시 설계중
		지하2층 /지상6층	6,606.11				

(4) 건설신기술 내용

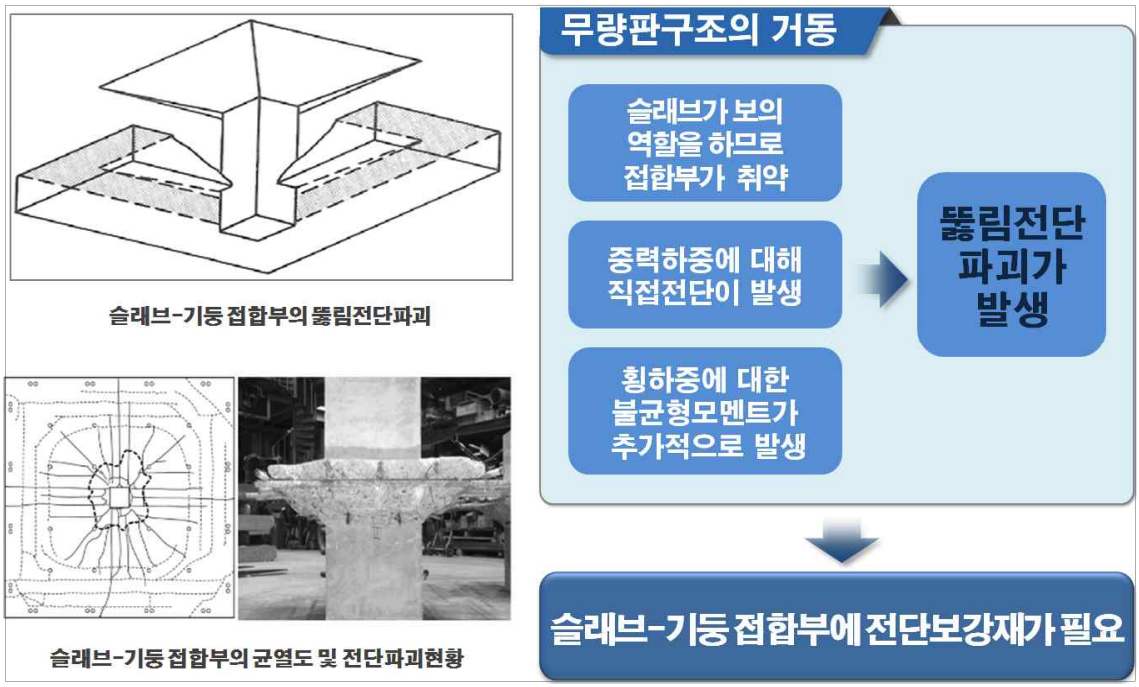
(가) 기술개발의 필요성

■ <그림 2.64>에 나타나 있는 것과 같이 최근 건설되는 주거용 주상복합건물의 구조시스템은 벽식구조에서 무량판 구조시스템으로 변화하고 있다. 2010년 RIST 연구논문에 언급하고 있는 바와 같이 최근 건설되는 주상복합건물의 대부분은 무량판구조시스템을 사용하고 있는 것을 알 수 있습니다. 그 이유는 생활방식의 변화로 리모델링이 용이한 가변형 공간의 필요성, 리모델링이 용이한 구조에 대한 용적율 20% 추가허용, 층간소음 규정강화로 인한 슬래브두께 증가추세, 구조물의 고층화 대형화로 인한 층고절감과 공기단축의 필요성에 의하여 무량판 구조시스템은 시대적 요구이자 대세로서 점점 증가하고 있는 실정이다.



<그림 2.64> 기술개발의 필요성

■ 그러나, 무량판 구조의 거동을 보면, <그림 2.65>과 같이 슬래브가 보의 역할을 하므로 접합부가 취약하고, 중력하중에 대해 직접전단이 발생하며, 횡하중에 대한 불균형 모멘트가 추가적으로 발생할 수 있는 구조적인 특성을 가지고 있다. 따라서 뚫림전단파괴가 발생할 수 있기 때문에 무량판 구조시스템에는 일반적으로 슬래브-기둥 접합부에 전단보강재가 사용해야 할 필요가 있다.



<그림 2.65> 무량판구조시스템의 거동

공 법	철근스트럽 설치공법	스터드레일 (옥타곤)	휠릭스 (옥타곤)	평면 트러스 설치공법
시공성	• 설치하기가 까다로움 • 피복두께 유지가 어려움	• 헤드가 상부로 설치될 경우 자립하기가 어려움	• 공정의 간섭 발생	• 공정의 간섭 발생
경제성	• 시공비 증가	• 용접 및 열처리에 의한 경비 증가	• 용접 및 열처리에 의한 경비 증가 • 제조공정이 까다로움	• 용접 및 열처리에 의한 경비 증가
품질관리	• 피복두께 확보를 위한 설치 확인 필요	• 용접부의 품질관리 필요	• 용접부의 품질관리 필요	• 용접부의 품질관리 필요

기존 전단보강공법의 문제점 해결의 필요성

목표 1 구조성능 확보
- 설계기준에 만족하는 구조성능을 확보

목표 2 시공성 개선
- 시공이 단순하고 품질의 확보가 용이한 전단보강공법 개발

목표 3 대량생산이 가능한 제작방법 개발
- 금형을 이용한 자동화설비로 제품을 대량생산

<그림 2.66> 기술개발 목표

(나) 기술개발 목표

■ 무량판 구조시스템의 필요성과 <그림 2.66>에 나타나 있는 기존 전단보강공법의 문제점 해결의 필요성을 느끼고, **구조성능 확보, 시공성 개선, 대량생산**이 가능한 제작방법 이라는 **3가지 목표**를 세우고 기술개발을 진행하였다.

(다) 신청기술의 내용 및 범위

■ 신청기술의 내용과 범위는 금형을 이용한 단위모듈 제품생산방법과 수직걸림형 시공방법 2가지로 구분하였다.

■ 먼저 제작방법은 <그림 2.67>에 나타나 있는 바와 같이 금형과 프레스를 이용하여 절단 및 절곡하여 일체형 전단보강재를 만든 후, 상부 연결재를 압접하여 단위모듈제품을 완성하는 방식을 사용함으로서 대량생산이 가능함으로 경제성을 확보할 수 있는 공법이다.

■ 두 번째 시공방법은 <그림 2.68>과 같이 다른 공법의 경우는 하부철근 설치 후 전단보강재를 설치하고 그 위에 상부철근을 설치하는 구조로 되어 있으므로 공정의 간섭 때문에 작업인부들이 싫어하지만, 신청기술은 상, 하부 철근 모두 설치 한 후 공정의 간섭 없이 상부에서 하부로 삽입하여 상부 철근에 걸리도록 간단하게 설치할 수 있는 공법이다.

■ 따라서 콘크리트 피복두께확보가 용이하고, 소형의 모듈일체식으로 제작되어 운반이 용이하고 가벼워 시공성이 개선된 공법이다.



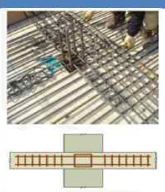
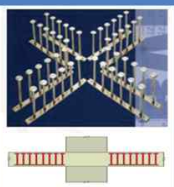
<그림 2.67> 제작방법



<그림 2.68> 시공방법

(라) 신청기술의 신규성

- 신청기술의 신규성을 확인하기 위하여 <그림 2.69>과 같이 선행기술과의 차별성을 비교하였으며 그 결과
- 첫째, 제조방법에 있어서 신청기술이 금형을 이용한 단위모듈 생산방식에서 기존공법과 차별성을 확인하였으며,
- 둘째, 시공방법에서 있어서는 공정의 간섭이 없는 수직걸림형 전단보강재 시공방법에서 기존공법과 차별성을 확인할 수 있었다.

구 분	철근스트럽	스터드레일	휠릭스	평면트러스	신청기술
그 림					
제작방법	• 철근을 가공	• 스터드헤드 가공과 용접	• 철근가공과 용접	• 철근가공과 용접	• 금형을 이용한 단위모듈 생산방법 - 자동화로 대량생산이 가능하므로 경제성 확보
시공방법	• 하부철근과 상부 철근을 설치하면서 동시에 설치 -폐쇄형 스트럽 형태로 시공이 까다로움	• 하부철근과 상부 철근을 중간에 설치 -공정간섭으로 시공이 까다로움	• 하부철근과 상부 철근을 중간에 설치 -공정간섭으로 시공이 까다로움	• 하부철근과 상부 철근을 중간에 설치 -공정간섭으로 시공이 까다로움	• 공정의 간섭이 없는 수직걸림형 단위모듈 시공방법 - 상, 하부 철근 배근 완료 후 상부철근 위에서 하부철근 방향으로 삽입하여 간단하게 설치함으로서 시공성 개선

기존 제품과의 차별성 확인

<그림 2.69> 신청기술의 신규성

(마) 신청기술의 진보성

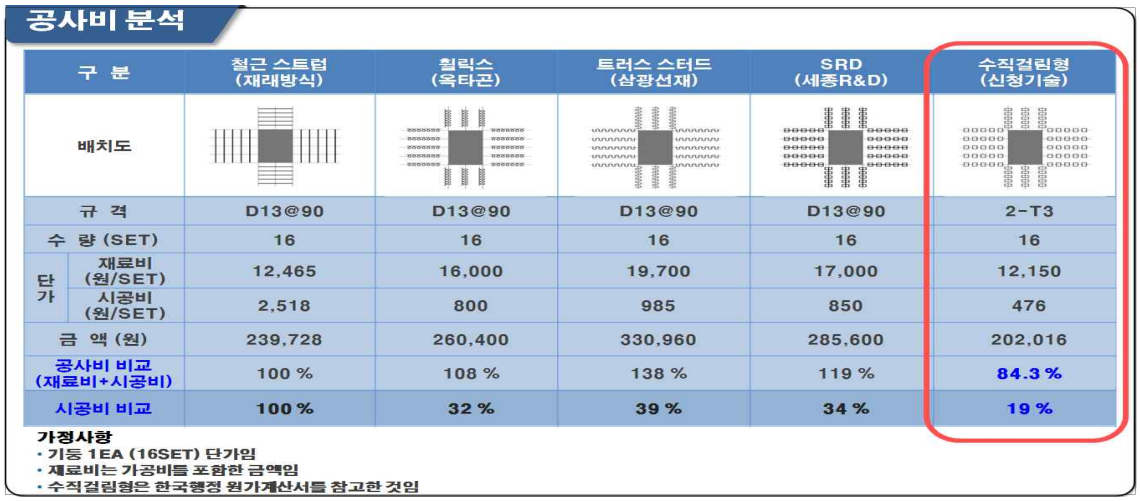
- <그림 2.70>은 신청기술의 진보성을 나타낸 것으로서
- 첫째, 기술의 신뢰성을 학보하기 위하여 국가 R&D 과제수행을 통하여 기술을 검정하였으며,
- 둘째, 공사기간을 단축하기 위하여 수직걸림형 시공방법을 개발하여 철근작업공정과의 간섭이 없게 하였으며,
- 셋째, 첨단기술성을 확보하기 위하여 금형을 이용한 단위모듈생산방식을 개발하여 대량생산을 통하여 품질확보를 용이하게 하였다.
- 따라서 안전성, 시공성, 경제성을 갖춘 수직걸림형 전단보강재를 개발을 완료하게 되었다.



<그림 2.70> 신청기술의 진보성

(바) 신청기술의 경제성

■ <그림 2.71>는 기존공법과의 경제성을 분석한 결과를 나타낸 것으로서 철근스터럽공법을 기준으로 신청기술의 공사비가 84.3%로 가장 저렴한 것으로 나타났으며, 시공비 부분에서는 다른 공법에 비하여 공정의 간섭 없이 간단하게 설치가 가능하기 때문에 재래식 폐쇄형 스터럽 공법의 시공비와 비교하여 19%로 가장 유리한 것으로 나타났다. 따라서 기존공법에 비하여 경제성이 있는 것으로 확인되었다.



<그림 2.71> 신청기술의 경제성

(사) 신청기술의 현장적용성

■ <그림 2.72>은 현장적용성을 확인하기 위하여 시공성을 검토한 것으로서 기존 제품의 경우 상, 하부 철근 사이에 전단보강재가 설치되므로 공정의 마찰로 작업이 까다롭지만 신청기술의 경우 상, 하부 철근 배근 완료 후 전단보강재를 설치하므로 공정의 마찰이 없고 시공이 간편하므로 시공성이 우수하고 현장적용성이 뛰어난 공법인 것으로 분석 되었다.



<그림 2.72> 신청기술의 현장 적용성

(아) 신청기술의 보급성

■ <그림 2.73>은 신청기술의 보급성을 확인하기 위하여 시장 현황 및 수요를 예측하여 보았다.

■ 최근 무량판 구조시스템의 활성화로 인하여 전단보강재의 수요가 지속적으로 증가할 것으로 판단된다. 국토해양부의 통계자료를 보면, 앞으로 매년 주택건설이 약 40만호 정도 건설 될 것으로 예측되고 있다. 그중에 약 15%를 무량판 구조시스템으로 추정하면, 무량판구조로 시공되는 세대수가 약 6만세대 이므로, 세대당 평균 30평, 그리고 평당 전단보강재 공사비를 2만원으로 보면, 전단보강재의 시장은 약 360억 정도 될 것으로 추정된다.

■ 따라서 그중에 시장의 30%를 장악할 경우, 108억의 매출이 예상되므로 충분히 시장성이 있으므로 보급성이 우수한 것으로 판단된다.



<그림 2.73> 신청기술의 현장시장성

(자) 신청기술의 기대효과

■ <그림 2.74>은 신청기술의 기대효과를 나타낸 것으로 그 내용을 정리하면 다음과 같다.

- 성능평가시험을 통하여 구조안전성을 검증함으로써 구조성능을 확보
- 수직걸림형 시공방법을 개발하여 시공성을 개선
- 시공을 단순화하여 기존공법에 비하여 약 30% 공기를 단축
- 금형을 이용한 대량생산으로 경제성을 향상
- 재료가 절감되는 친환경 공법으로 공익성을 추구
- 신청기술의 시공성 향상과 경제성 확보로 건설기술의 경쟁력강화로 산업적인 효과를 기대할 수 있는 기술



<그림 2.74> 신청기술의 기대효과

다. 3차년도 주요내용

■ **연구개발 주요내용 목차**

(1) 제품생산시설 구축
(2) 학술회 논문발표
(3) 건설신기술 신청 (2차년도에 조기 달성함)
(4) 현장적용을 통한 사업화

(1) 제품생산시설 구축

(가) 장비구입

■ 제품 생산을 할 수 있는 장비를 연구과제비를 통해 구입하였다.

[표 2.14] 구축장비 현황 및 용도

구축장비	규격	수량/SET
NC 레벨러 피더	TF-120	1
메카니컬프레스	60ton	1
에어스포트 용접기	50kW	2

구분	품명	용도	이미지
구축 장비	NC 레벨러 피더	원자재 자동 공급 장치 (효율적인 작업을 위한 원자재 자동공급 장치)	
			
	메카니컬프레스	엠보씽 및 커팅 용 프레스	
	에어스포트 용접기	전단보강재와 거치용 상판 을 일체화할 수 있는 스포트 용접기	

(나) 장비구축 배경 및 범위

■ 배경

장비를 구입함으로써 제품을 자체 제작할 수 있는 능력을 갖추고자 하였으며, OEM방식도 그대로 유지하는 등의 제품 생산에 대한 기반을 더 확고히 하였다.

■ 제품사양

[표 2.15] 제품 사양

장비 명	규격	사양
NC 레벨러 피더	TF-120	3mm(두께), 120mm(폭), 999mm(길이)
메카니컬 프레스	60ton	SPM 60~80/min
에어스포트 용접기	50kW	정격용량-50KVA

■ 구축장비의 생산능력

[표 2.16] 제품 연간 생산능력

공정	1일 생산능력 (8시간 기준)	연간 생산능력 (월당 20일 근무기준)
1. 프레스	1,600EA 초과	1,600EA×20일×12개월×2대 = **768,000EA**
2. SPOT WELDING	1,600EA	

생산 매출 : 768,000×2,000(EA당 단가) = **1,536,000,000원**

■ 구축장비의 수명 예측

실제로 사용되는 빈도에 따라, 장비의 Life cycle이 달라질 수 있는 부분이겠지만, 관리를 효율적으로 하여 사용하게 된다면, 통상 10년 이상은 사용하는 데에는 문제가 없을 것으로 판단된다. 그리고 매출이 예상되는 금액만큼 증가된다면, 구축되는 장비도 점차 늘어날 것으로 예상된다.

(다) 공장등록



<그림 2.75> 사업자등록증 및 공장 현황

(2) 학술회 논문발표

■ 2014년 한국시공학회 춘계학술대회(2014.5.29.)에 논문을 발표하였다.

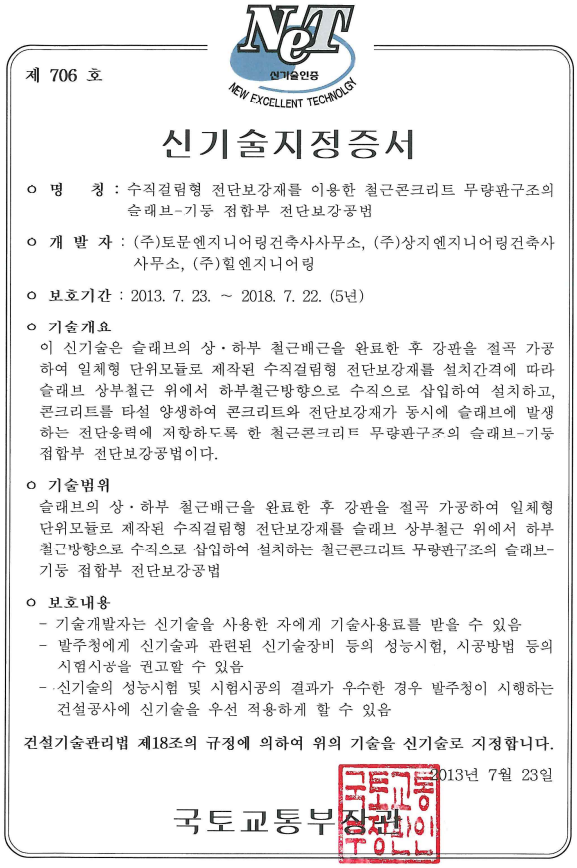
- 논문제목 : 철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재의 수평하중에 대한 실험적 연구



<그림 2.76> 시공학회 발표현황

(3) 건설신기술 지정

■ 2차년도에 조기달성하여 2차년도 주요내용에 첨부하였다.



제 706 호

NEW EXCELLENT TECHNOLOGY

신기술지정증서

○ 명 칭 : 수직결림형 전단보강재를 이용한 철근콘크리트 무량판구조의 슬래브-기둥 접합부 전단보강공법

○ 개 발 자 : (주)토문엔지니어링건축사사무소, (주)상지엔지니어링건축사사무소, (주)힐엔지니어링

○ 보호기간 : 2013. 7. 23. ~ 2018. 7. 22. (5년)

○ 기술개요

이 신기술은 슬래브의 상·하부 철근배근을 완료한 후 강판을 절곡 가공하여 일체형 단위모듈로 제작된 수직결림형 전단보강재를 설치간격에 따라 슬래브 상부철근 위에서 하부철근방향으로 수직으로 삽입하여 설치하고, 콘크리트를 타설 양생하여 콘크리트와 전단보강재가 동시에 슬래브에 발생하는 전단응력에 저항하도록 한 철근콘크리트 무량판구조의 슬래브-기둥 접합부 전단보강공법이다.

○ 기술범위

슬래브의 상·하부 철근배근을 완료한 후 강판을 절곡 가공하여 일체형 단위모듈로 제작된 수직결림형 전단보강재를 슬래브 상부철근 위에서 하부철근방향으로 수직으로 삽입하여 설치하는 철근콘크리트 무량판구조의 슬래브-기둥 접합부 전단보강공법

○ 보호내용

- 기술개발자는 신기술을 사용한 자에게 기술사용료를 받을 수 있음
- 발주청에게 신기술과 관련된 신기술장비 등의 성능시험, 시공방법 등의 시험시공을 권고할 수 있음
- 신기술의 성능시험 및 시험시공의 결과가 우수한 경우 발주청이 시행하는 건설공사에 신기술을 우선 적용하게 할 수 있음

건설기술관리법 제18조의 규정에 의하여 위의 기술을 신기술로 지정합니다.

2013년 7월 23일

국토교통부장관

<그림 2.77> 신기술 지정증서

(4) 현장적용을 통한 사업화

■ 3차년도에 사업화되고 있는 실적을 정리하였다.

[표 2.17] 사업실적(시공사례)

연차	번호	프로젝트 명		시공사	구조형식	전단보강재 개수	비고
		층수	연면적 (㎡)				
3차년도	1	해운대 옥스퍼드빌딩		덕재건설	Flat Plate THK.300	10,430	납품중
		지하1층/ 지상13층	5513.73				
	2	정관도서관 신축공사		경동건설	THK.600	4,000	완료
		지하1층/ 지상4층	7,371.33				
	3	부곡동아파트 신축공사		나경건설	Flat Plate THK.250	-	계약
		지하1층/ 지상17층	2,988.72				

제 3 절 연구수행결과 및 결과의 검증 방법 등

1. 연구수행결과

연 차	연구 내용	연구 결과
1차년도	▪ 자료수집 후 사업화 전단보강재 대안 결정 후 시제품 상세 설계 및 도면 작성	▪ 자료수집과 이론정리 후 시제품 상세설계도면 작성(이론정리, 대안 선정 후 시제품 3 종류 제작상세도 작성)
	▪ 제품 생산을 위하여 전단보강 종류 및 규격별 금형제작	▪ 전단보강 종류 및 규격별 금형제작 (금형제작 5건)
	▪ 시범사업 실시 후 사업화	▪ 시범사업 실시 후 사업화 (현장 적용 6건)
	▪ 현장 적용성 분석	▪ 현장 적용성 분석 (현장 적용 후 문제점 개선 발전)
	▪ 활용 매뉴얼 작성(시방서 작성)	▪ 활용 매뉴얼 작성(시방서 작성)
2차년도	▪ 시제품 설계 및 구조해석	▪ 시제품 제작설계도 작성 후 구조해석을 실시하여 시제품에 대하여 실험전에 성능을 확인함
	▪ 시제품 제작 및 성능실험 - 시제품 제작 - 재료실험 - 성능실험	▪ 전단보강재의 성능을 확인하기 위하여 시제품를 총 4개 제작한 후, 사용한 재료에 대한 실험과 시제품 성능실험 결과 요구성능이 만족한 것을 확인함
	▪ 현장 적용을 통한 사업화	▪ 연구과제 진행 중 총 9개 현장 시공완료, 2개 현장은 시공 준비 중
	▪ 건설신기술 신청	▪ 건설신기술 제706호 지정 3차년도 목표를 조기 달성함
3차년도	▪ 제품생산시설 구축	▪ 대량생산을 위한 장비 구입 및 공장을 구축함
	▪ 논문 게재	▪ 시공학회 논문을 게재함
	▪ 사업화 실적추진	▪ 연구과제 진행 중 총 13개 현장 시공완료, 4개 현장은 준비 중

2. 연구결과 검증방법

연차	성과물	목표치	검증방법	달성
1차년도	시제품 도면 작성	1건	상세도면 확인	O.K
	금형제작	5건	금형 확인	O.K
	시범사업 추진 및 실시	1건	시범단지 확인	O.K
	현장적용성 분석	1건	분석내용 확인	O.K
	활용매뉴얼 작성	1건	작성내용 확인	O.K
2차년도	제료시험	4건	시험성적서	O.K
	구조해석 및 설계	1건	상세도면 확인	O.K
	시제품 성능실험	1건	실험확인서	O.K
	사업화추진 및 실적	3건	적용현장확인, 세금계산서	O.K
3차년도	제품생산시설 구축 (장비구입)	4건	장비확인	O.K
	논문게재	1건	논문확인	O.K
	사업화실적	3건	적용현장 확인, 세금계산서	O.K

제 3 장 최종 연구성과 적용실적

제 1 절 주요 연구성과

- ■ 공장에서 생산하고 조립하여 현장에서 인력으로 손쉽게 설치할 수 있는 수직걸림형 전단보강재와 그 시공기술표준을 개발하는 것
- ■ 개발한 수직걸림형 전단보강재에 대하여 실험을 통하여 안전성을 검증
- ■ 시공상세도를 확정한 후 금형을 제작하여 대량생산을 위한 준비를 하고 필드 테스트를 통하여 시공 및 품질관리 매뉴얼을 확정한 후 본격적인 사업화를 추진
- ■ 해당기술(무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강체에 관한 특허)의 구조관련 요소기술 등 시제품 성능 분석, 공법 기술의 실용화를 위한 평가 요소 도출, 디자인 및 활용 디테일 설계, 시공기술 및 기술의 검증, 현장 적용성 분석 개선안 도출에 관한 연구 등 다양한 부문에서의 원천기술의 연구 및 분석을 통하여 해당기술을 사업화
- ■ 과제 수행기간 중 최대한 빨리 건설신기술 신청

1. 제품생산시설 구축 (p.94~95 참조)

- ■ 공장을 등록하여 생산라인을 설계한 후, 제품생산시설을 구축하였다.

<table>
<tr><td> 
금형 제작</td><td> 
원자재 입고</td><td> 
절단 및 엠보싱 공정</td></tr>
<tr><td> 
절곡 공정</td><td> 
압접 공정</td><td> 
수직걸림형전단보강재 완성</td></tr>
</table>

<그림 3.1> 제품생산 과정

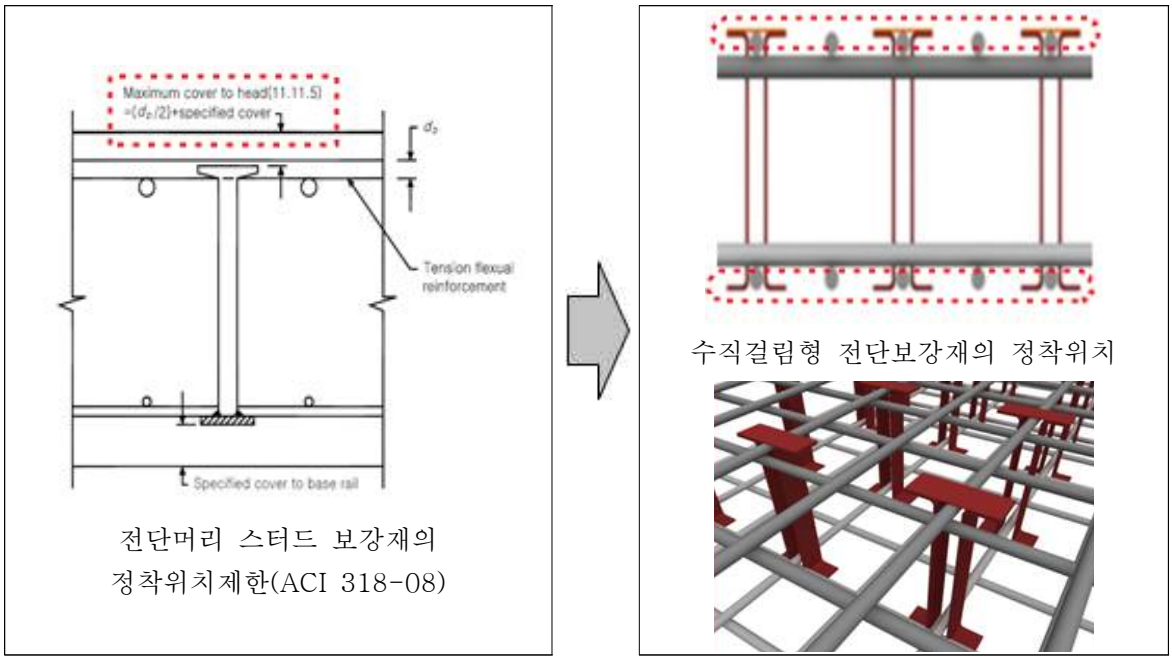
2. 시방서 작성 (p.54~64 참조)

■ 시제품 도면 및 시방서를 작성하여 해당공사에 적합하게 제작 및 시공될 수 있도록 하였다.

3. 현장적용성 분석

■ 시범 사업 후 현장 시공을 진행하면서 현장적용성 분석하여 정리하면 다음과 같다.

■ 전단보강재의 정착부는 콘크리트 파괴 후 정착성능 확보를 위하여 주철근 외부에 정착부를 두는 것이 유리하므로 개발기술은 <그림 3.2>와 같이 정착 위치를 슬래브 상·하부 철근 측에 존재시키기 위하여 상부에서 수직으로 끼워 넣어 주철근에 걸리게 하는 방법으로 전단보강재의 전단능력을 향상하였다.



전단머리 스터드 보강재의
정착위치제한(ACI 318-08)

<그림 3.2> 수직걸림형 전단보강재의 정착위치

■ 철근을 이용하여 전단보강을 할 경우 슬래브 하부철근과 상부철근을 감싸는 폐쇄형 스터럽 형태를 취하여 설치하여야 하므로 현장에서 작업속도가 저하되며 작업피로를 상승시켜 시공성을 저하시킨다. 또한 철골(강재)을 이용한 전단보강재는 미끄러짐 현상을 방지하기 위하여 철골에 추가로 용접 등의 방법에 의한 전단 연결재(stud bolt)가 설치되어 전체 공사비가 증가 된다. 즉 철근과 철골을 이용하는 기존 전단보강재는 전체 공사기간을 증가시키며, 공사비 또한 증가시키는 요인이 된다. 상기와 같은 문제를 해결하기 위해 평면트러스가 개발되었으나 트러스형 전단보강재의 경우 슬래브의 상부철근과 하부철근 사이에 설치되는 것은 공정간 간섭이 있어 시공성이 저하되고, 상부철근 배근 시 전단보강재의 위치 탈락이나

변형 등의 유무를 확인하여야 하는 번거로움이 있고 얇은 슬래브에는 설치가 곤란한 문제가 있다.

■ 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여 <그림 3.3>처럼 상·하부 철근배근이 완료된 후 시공할 수 있고 소형의 모듈일체식으로 제작되어 하나씩 주철근에 삽입하여 시공할 수 있어 시공성 및 시공품질이 향상되며, 소형의 단위모듈로 제작하여 운반이 용이하고 제품이 가벼워 시공성이 향상 되는 삽입 설치형 전단보강재를 개발하였다.



트러스형 전단보강재



SRD전단보강재

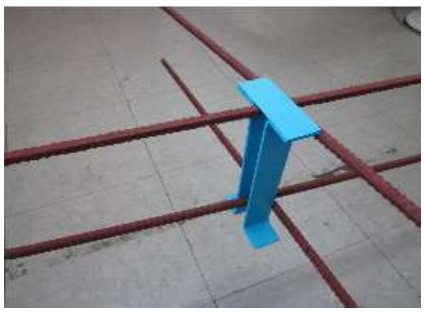


휠릭스 전단보강재

상·하부 철근사이에 삽입하는 전단보강재



삽입식 전단보강재



상·하부 철근에 삽입



현장설치 전경

상·하부 철근에 끼워 넣는 삽입식 전단보강재

<그림 3.3> 기존전단보강재 및 개발전단보강재 비교

4. 구조안전성 성능 검증 (p.65~83 참조)

■ 전단보강을 하지 않은 무보강 시제품과 수직걸림형 시제품의 균열, 파괴 상황, 하중-변위 관계를 분석한 결과, 개발제품을 시공한 시험체에서 연성 거동 및 내력 증진효과를 확인 할 수 있었다.

5. 학술적 성과

■ 건설신기술 지정 (p.97 참조)

- 2013년 1월, 1차심사 신청을 접수하여 2013년 7월 23일에 신기술을 지정받았다. 보호기간은 2013.7.23.~2018.7.22.까지 5년이다.

■ 논문 2건 게재

연차	발표일	발표명	저자	학술대회명
1차	2012.11.7	Shear Ladder를 이용한 RC 슬래브의 전단거동	우종열/이병한/신승훈/윤정배	(사)한국콘크리트학회
3차	2014.05.29	철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재의 수평하중에 대한 실험적 연구	우종열/김재웅/유충근/강수민/이병한	(사)한국건축시공학회

■ 특허 1건 등록

등록된 특허				
출원연도 등록연도	출원 및 특허명	출원 및 등록인	등록국	출원번호 등록번호
2013.07.04 2013.12.16	기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체	㈜힐엔지니어링 외 1	대한민국	10-2013-0078560 10-1343790

6. 사업화 성과

■ 연구개발기간동안 연구개발제품의 총매출액은 약 3억 정도이다.

(단위: 백만원)

연차	사업화명	사업화내용	사업화 업체 개요				해당연도 매출액
			업체명	대표자	종업원수	사업화형태	
1차	전단보강재	수직걸림형 전단보강재 판매	(주)힐엔지니어링	우종열	18	제품판매	150
2차	〃	〃	〃	〃	20	제품판매	123
3차	〃	〃	〃	〃	20	제품판매	28

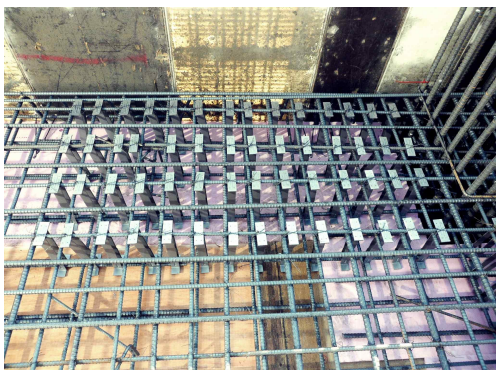
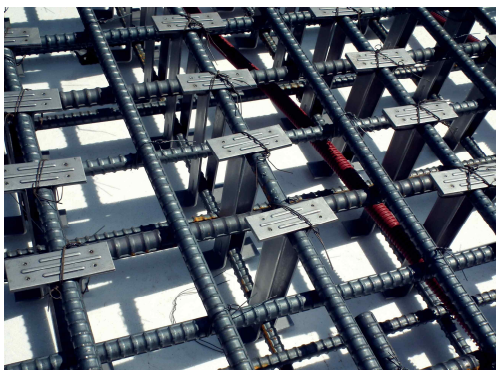
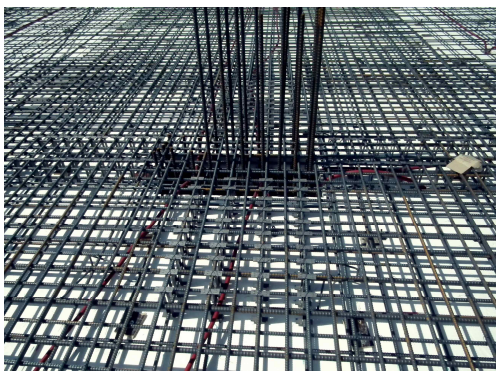
제 2 절 기술 실시 및 적용사례

1. 사업실적

■ 연구기간동안 시범사업인 진주주약동 웨딩홀 신축공사를 비롯해 현장적용 분석을 통해 개선점을 도출함으로써 사업화가 성공적으로 진행되고 있다.

연차	번호	프로젝트 명		시공사	구조형식	전단보강재 개수	비 고
		층 수	연면적 (㎡)				
1차년도	1	진주 주약동 웨딩홀		영광건설	Flat Plate THK.320,400	2,590	시범사업 단지
		지하1층/지상6층	2,135.69				
	2	부산 대청동 주상복합		남흥건설	Flat Plate THK.230	30,892	완료
		지하2층/지상14층	25,312.92				
	3	부산 수영동 주거복합시설		엔스타건설	Flat Plate THK.240	16,315	완료
		지상19층	11,109.9				
	4	울산 신우아파트 신축공사		신우건설	Flat Plate THK.300	33,320	완료
		지하2층/지상15층	7,844.44				
	5	진주 한일빌딩 신축공사		우연건설	Flat Plate THK.250,300	9,970	완료
		지하3층/지상10층	8,998.57				
	6	안락동 빌딩		조강건설	Flat Plate THK.270	1,400	완료
		지상4층	430.64				
2차년도	7	두산 센티움 오송단지		여흥건설	Flat Plate THK.250	3,300	완료
		지상25층	-				
	8	신정동 팔등로 주거복합		성안건설	Flat Plate THK.250,350	23,894	완료
		지하2층/지상15층	8,752.89				
	9	신정동 주거복합		남경건설	Flat Plate THK.280,300	26,560	완료
		지하2층/지상9층	9,827.07				
	10	신정동 이든바인하츠빌딩		오주건설	Flat Plate THK.300,450	5,150	완료
		지하2층/지상15층	7,696.94				
3차년도	11	성건동 근린생활시설		동백건설	Flat Plate THK.270	16,720	계약완료
		지하2층/지상6층	6,606.11				
	12	해운대 옥스퍼드빌딩		덕재건설	Flat Plate THK.300	10,430	납품중
		지하1층/지상13층	5,513.73				
	13	정관도서관 신축공사		경동건설	THK.600	4,000	완료
		지하1층/지상4층	7,371.33				
	14	부곡동아파트 신축공사		나경건설	Flat Plate THK.250	-	설계완료
		지하1층/지상17층	2,988.72				
	15	사상구 괘법동 주상복합		서강건설	Flat Plate THK.250	27,714	설계완료
		지하1층/지상24층	21,027.48				
	16	사직동 아파트		삼정건설	Flat Plate THK.270	20,258	설계완료
		지하4층/지상33층	55,885.52				
	17	구서동 주거복합		-	Flat Plate THK.250	16,720	설계중
		지하1층/지상19층	6,815.84				

2. 적용사례 현황

수영동 주거복합 신축공사	진주한일빌딩 신축공사
	
	
	

진주 주약동 웨딩홀	부산 대청동 주상복합
	
신우아파트 신축공사	울산 신정동 팔등로 신축공사
	

제 3 절 기술개발 성과의 국내외 시장 전망

■ <그림 3.5>는 해당기술의 보급성을 확인하기 위하여 시장 현황 및 수요를 예측하여 보았다.

최근 무량판 구조시스템의 활성화로 인하여 전단보강재의 수요가 지속적으로 증가할 것으로 판단된다. 국토해양부의 통계자료를 보면, 앞으로 매년 주택건설이 약 40만호 정도 건설 될 것으로 예측되고 있다. 그중에 약 15%를 무량판 구조시스템으로 추정하면, 무량판구조로 시공되는 세대수가 약 6만세대이므로, 세대당 평균 30평, 그리고 평당 전단보강재 공사비를 2만원으로 보면, 전단보강재의 시장은 약 360억 정도 될 것으로 추정된다.

따라서 그중에 시장의 30%를 장악할 경우, 108억의 매출이 예상되므로 충분히 시장성이 있으므로 보급성이 우수한 것으로 판단된다.



<그림 3.5> 개발기술의 현장 시장성

제 4 장 연구목표 달성 및 효과

제 1 절 연구개발 최종목표 달성도

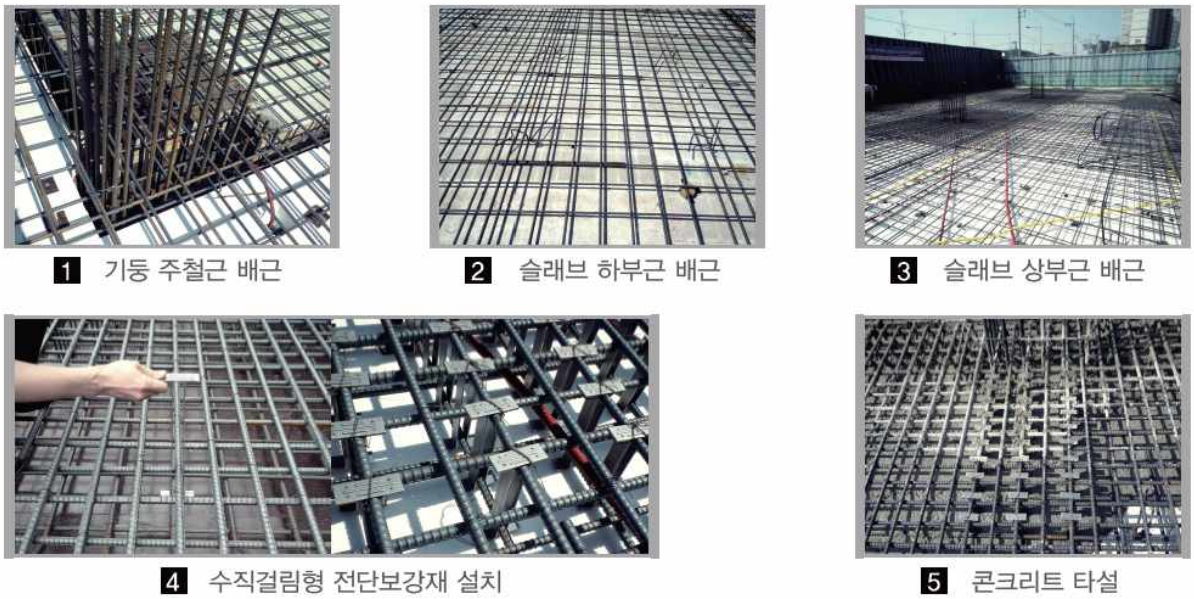
■ 연구개발 기간 동안의 목표에 대한 달성도는 다음과 같다.

구분	핵심 성과물 (level1)		단위 성과물 (level2)		최종 성과목표				해당 기관	예산 (백만)	정량목표
					질적목표 (측정방법)		목표치	검증방법			
1차년도 : 현장적용과 필드테스트 및 시공성검정 후 활용매뉴얼 작성	1	시제품 도면작성	1-1	시제품 상세도면	①	상세도면 작성	1건	상세도면 확인	동아대	33	상세도면작성 : 1 건
	2	금형제작	2-1	금형제작건수	①	금형제작	5건	금형확인	힐	27.9	금형제작 : 5 건
	3	시범사업 추진 및 실시	3-1	시범사업단지 수	①	시범단지 시행	1건	시범단지 확인	힐	60	시범단지 : 1 건
	4	현장적용성분석	4-1	시범단지 현장 적용성 분석	①	현장적용성 분석	1건	분석내용 확인	힐	39.1	현장적용성분석 : 1 건
	5	활용 메뉴얼작성	5-1	시방서작성	①	시방서 작성	1건	작성내용 확인	힐	40	시방서작성 : 1 건
계										200	
2차년도 : 시제품성능 검정 및 사업화	1	재료시험	1-1	재료 및 규격별 시험성적서	①	재료설계강도 시험	강재 300 MPa 이상 콘크리트 21 MPa 이상	시험성적서	동아대	1	시험성적서 : 4 건
	2	구조해석 및 설계	2-1	설계결과 도면	①	상세도작성	1건	상세도면 확인	동아대	20	상세도면 : 1건
	3	시제품성능실험	3-1	시제품성능실험	①	시제품성능 실험	무보강 이상 내력확보	실험확인서	동아대	45	실험확인서 : 1건
	4	사업화 추진 및 실적	4-1	적용현장 수	①	현장 적용	3건	적용현장 확인	힐	133	현장적용 : 3 건
계										200	
3차년도 : 사업화추진	1	제품생산 시설구축	1-1	장비구축	①	장비구축	3건	장비확인	힐	57	장비구입 : 5 건
	2	논문 게재	2-1	논문	①	논문	1건	논문확인	힐	-	논문 : 1건
	3	건설신기술신청	3-1	신기술신청	①	건설신기술	1건	신청서 확인	힐	-	건설신기술 지정 : 1건
	4	사업화 실적	4-1	적용현장 수	①	현장 적용	3건	적용현장 확인	힐	143	현장적용 : 3 건
계										200	

제 2 절 연구개발 성과의 기술적 효과분석



<그림 4.1> 수직걸림형전단보강재



<그림 4.2> 수직걸림형 전단보강재 시공방법

■ 연구기간 동안에 개발된 기술은 **철근콘크리트 무량판 구조시스템에 사용할 수 있는 수직걸림형 전단보강재와 그 시공방법**이다.

■ 철근콘크리트 무량판 구조시스템에서 슬래브의 전단보강재를 정착시켜주고 위치를 고정해주는 steel plate와 전단보강재로 이용되는 수직 steel plate를 이용하여 1개의 수직걸림형 전단보강재를 만들고 이것을 다시 2개의 전단보강재를 연결하여 상부철근에 수직으로 걸어서 시공이 가능하도록 1개조로 조립하는 수직걸림형 전단보강재를 개발하였다.

■ 공장에서 제작하여 현장에 설치하므로 지금까지의 시공보다 공사과정이 단순하여 공기를 단축시키고 공사비를 감소시킬 수 있는 기술적인 성과가 있었다.

- 이론적인 근거 및 설계방법 정립
- 용접식 제조공법이 아닌 프레스공법을 이용하여 간단하게 전단보강재를 제조하는 방법을 고안
- 자재수급이 용이하고 금형으로 순간 압력을 가하여 제작하므로 단기간에 대량 생산 가능
- 용접부위를 최소화하는 일체식으로 품질관리가 용이

■ 현장에서 직접 철근을 가공하여 설치하거나 철골을 이용하는 공법의 단점을 보완한 대체공법이다.

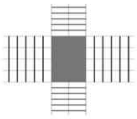
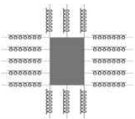
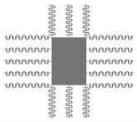
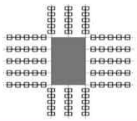
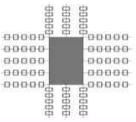
■ 철근콘크리트 무량판 구조시스템에 적극적으로 도입 가능할 것으로 예상된다.

■ 또한 국내의 경우 건축물 턴키 및 PQ 발주 프로젝트의 설계단계에서 신기술로 반영하여 적용하고, OEM 방식으로 제작하여 직접 시공관리를 하면 효과적으로 활용이 가능할 것이다.

제 3 절 연구개발 성과의 경제적 효과분석

■ 본 사업에서 개발한 전단보강재는 공장에서 제작하여 현장에 설치하므로 지금까지의 시공보다 보강재 및 거푸집 공사과정이 단순하고 안전하며 경제적이기 때문에 건축공사비를 절약할 수 있다.

공사비 분석

구 분		철근 스트럽 (재래방식)	휠릭스 (옥타곤)	트러스 스터드 (삼광선재)	SRD (세종R&D)	수직걸림형 (신청기술)
배치도						
규 격		D13@90	D13@90	D13@90	D13@90	2-T3
수 량 (SET)		16	16	16	16	16
단가	재료비 (원/SET)	12,465	16,000	19,700	17,000	12,150
	시공비 (원/SET)	2,518	800	985	850	476
금 액 (원)		239,728	260,400	330,960	285,600	202,016
공사비 비교 (재료비+시공비)		100 %	108 %	138 %	119 %	**84.3 %**
시공비 비교		**100 %**	**32 %**	**39 %**	**34 %**	**19 %**

가정사항
- 기둥 1EA (16SET) 단가임
- 재료비는 가공비를 포함한 금액임
- 수직걸림형은 한국행정 원가계산서를 참고한 것임

<그림 4.3> 개발기술의 경제성

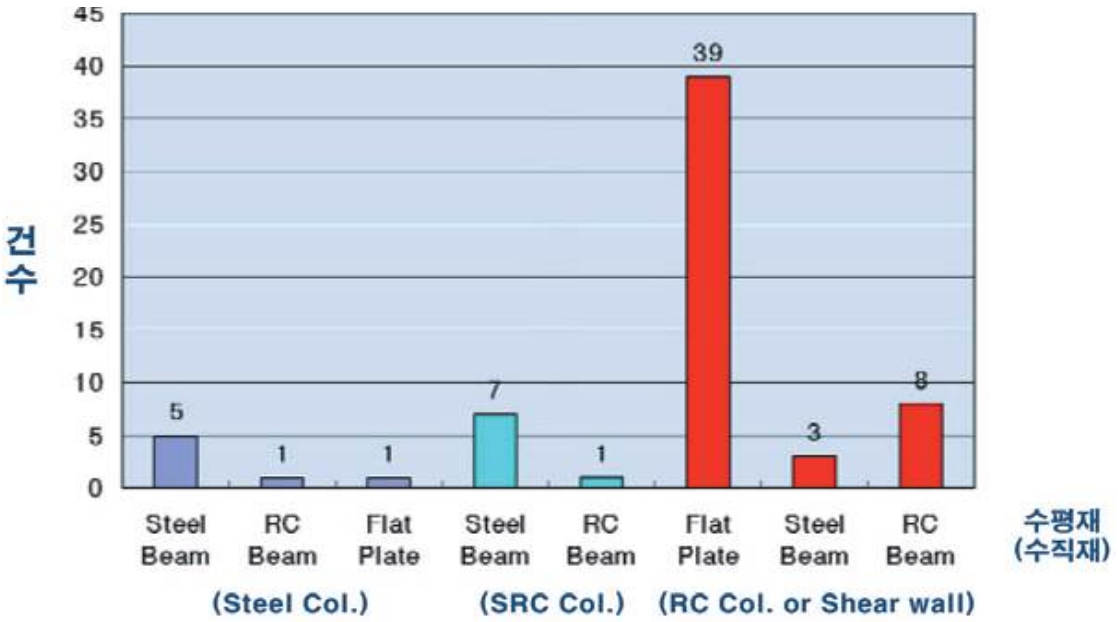
■ 이는 공기단축과 인건비 절감의 효과를 가져와 기존의 방법에 비해 상당히 경제적이다.

■ 아울러 층고를 감소시켜 연면적을 최대로 할 수 있으므로 사업성을 극대화 할 수 있다.

■ 그리고 아파트를 비롯한 건설현장에 광범위하게 적용 가능함으로 활용범위가 넓기 때문에 물량증대에 따라 생산 공정을 자동화하면 그 효과는 더욱 더 커질 것이며 건설기술 및 산업발전에 크게 기여할 것이다.

제 4 절 연구개발 성과의 정책적 효과분석

■ 본 사업에서 개발한 전단보강재는 무량판구조시스템에서 슬래브-기둥 접합부가 취약한 부분에 사용하여 전단보강 효과를 기여해주는 제품으로서 최근 국내에서 시공되는 고층 공동주택에서 적극적으로 도입되고 있는 추세이다.



<그림 4.4> 최근 국내 주거용 주상복합건물의 바닥시스템

** 출처: RIST 硏究論文 第24卷 第2號(2010)

■ 이는 무량판구조가 가진 다양한 장점들이 있겠지만, 아래의 사항에 따라 시대적인 변화에 따른 예측된 결과라고 판단된다.

- 생활방식의 변화로 인한 가변형 공간 구성이 필요
- 고층화 및 대형화에 따라 경제성 향상이 절실
- 리모델링의 활성화에 따른 효율적 구조시스템 반영
- 리모델링이 용이한 보-기둥 골조에 대한 용적률 25% 추가 허용
  (공동주택 기준 제2007-456호)
- 층간소음규정 강화로 인한 슬래브 두께 증가추세
- 높이제한 및 경제성으로 인한 층고절감요구

■ 따라서, 개발된 제품의 효과는 더욱 더 커질 것이며, 건설기술 및 산업발전에 크게 기여할 것으로 기대된다.

제 5 장 연구성과의 활용 및 추가연구 필요성

제 1 절 연구성과 향후 활용방안

1. 판매계획

■ 2014년 이후 연구개발 사업이 끝나는 해로서, 제품에 대한 검증이 완료되어 브랜드 이미지화, 경영자문, 마케팅 기술영업 등 본격적인 홍보를 통하여 매출을 매년 1.5배 이상 지속적으로 극대화하여 시켜 나갈 계획이다.

[표5.1] 개발제품 판매계획

(단위 : 백만원)

연 도 별		2014년	2015년	2016년
수직걸림형 전단보강재	국내	200	400	600
	해외	-	-	-
합계		200	400	600

2. 사업화 추진전략

■ 연구개발 주관기관인 ㈜힐엔지니어링은 제품에 필요한 기술검토 및 지원을 담당하는 엔지니어링 회사이지만, 제품제작 및 판매에 대한 수익을 본격적으로 창출하기 위해서 **공장을 등록**하였다. 따라서 전국적으로 **실시권자를 모집**하여 사업을 추진할 것이며, **매출을 점진적으로 극대화**하여 시켜 나갈 계획이다.

■ 유사 공법들의 단점을 보완한 대체공법으로서 개발한 것이기 때문에 모든 철근콘크리트 무량판 구조 시스템에 도입할 수 있다. (ex.공장, 오피스 빌딩, 주상복합, 병원, 학교 등)는 영업마케팅을 펼쳐나갈 것이다.

■ 국내의 경우 건축물 턴키 및 PQ 발주 프로젝트의 설계단계에서 신기술로 반영하여 적용하고, OEM 방식으로 제작하여 직접 시공관리를 할 계획이다.

■ 국내에서 검정을 충분히 거친 후 해외수출을 목표로 진행할 계획이다.

■ 현장 시공자의 요구사항을 파악하고 적용성을 모니터링 분석하여 지속적으로 개선 발전시켜 나갈 것이다.

■ **기술홍보를 위한 행사프로그램** (ex.2014국토교통 Technology Fair)**에 참여**하여 인지도를 높여나가도록 할 것이다.

☞ 2014년 참여 및 홍보활동

- 시공학회학술발표대회, 한국건축시공학회 (2012.11.07, 2014.05.29.)
- 한국구조물진단유지관리공학회 우수업체 기술전시회, 한국유지관리공학회 (2014.04.10.)
- 찾아가는 전시회, 신기술협회 (2014.04.23.)
- 국토교통기술대전, 국토교통부,국토교통과학기술진흥원 (2014.5.21.~23)



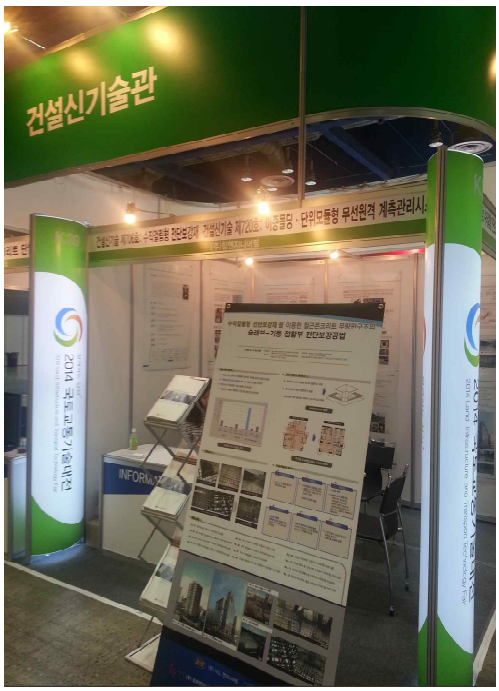
<그림 5.1> 홍보활동 참여현황



2014 국토교통기술대전 홍보활동



개발기술 홍보 판넬



홍보 현황

<그림 5.2> 홍보활동 참여현황

제 2 절 추가연구 필요성

■ 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재에 대한 특허에 대한 지속적인 연구개발과 실제 사업화와 연계하여 활성화시킬 수 있는 방안을 마련하기 위해서는, 해당기술의 구조관련 요소기술, 공법 기술, 디자인 및 시공기술 등 다양한 부문에서의 원천기술의 적용성 분석을 통하여 지속적인 개선발전이 필요할 것으로 판단된다.

■ 실제 현장시공의 애로사항을 찾아서 개선안을 도출하여 지속적인 수정/보완작업을 통하여 개선 발전시키는 작업이 필요할 것이다.

■ 향후 수요확대를 위한 타분야로의 기술로 적용하기 위한 연구가 필요할 것으로 판단된다.

- 철근콘크리트 온통기초의 전단보강
- 지하구조물의 철근콘크리트 벽체의 전단보강
- 지하연속벽체의 전단보강 및 본드빔 연결부의 임베디드 플레이트 전단보강

참 고 문 헌

(1) 수직걸림형 전단보강재를 이용한 철근콘크리트 무량판구조의 슬래브-기둥 접합부 전단보강공법, 신기술지정 제706호 홍보용자료

(2) 삽입형 평면 트러스를 이용한 철근콘크리트 무량판 구조의 슬래브-기둥 접합부의 전단보강공법, 신기술지정 제641호 홍보용자료

(3) 2009년 4월 V-stud 전단보강재 실험에 대한 연구, 대한건축학회, 제25권 제4호(통권246호)

(4) 2009년 9월 V-stud 전단보강재 원추형 파괴형태에 따른 설계방법에 대한 연구, 대한연구, 대한건축학회, 제25권 제9호(통권251호)

(5) 한국공개특허 10-2009-0030055, 2009.03.24, 슬래브와 기둥접합부의 전단보강체 및 이를 이용한 전단보강구조

(6) 한국공개특허 10-2009-0009350, 2009.01.23, 슬래브-기둥접합부용 전단보강체 및 그를 이용한 전단보강구조

(7) 한국공개특허 10-2006-0038665, 2006.05.04, 슬래브와 기둥접합부의 전단보강체 및 이를 이용한 전단보강구조

(8) 한국공개특허 10-2005-0021611, 2005.03.07, 슬래브와 기둥접합부의 전단보강체 및 이를 이용한 전단보강구조

(9) 한국등록실용신안 20-0441389, 2008.08.07, 무량판슬래브의 이방향전단보강구조물

(10) 한국등록실용신안 20-0438488, 2008.02.12, 무량판슬래브의 이방향전단보강구조물

(11) 미국등록특허 US5.992.123, 1999.11.30, Shear Stud Assembly

부 록

- 시제품 성능검증용 시험성적서 1건 ····· 121
- 논문게재 2건 ····· 127
- 특허 1건 등록 ····· 131
- 신기술지정증서 ····· 160
- 제품 활용실적 및 계약서 ····· 161

제 1 절 시제품 성능검증용 시험성적서

제 2 절 논 문

발표일	발표명	저자	학술대회명	국내외구분
2012.11.7	Shear Ladder를 이용한 RC 슬래브의 전단거동	우종열/이병한/신승훈/윤정배	(사)한국콘크리트학회	국내
2014.5.29	철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재의 수평하중에 대한 실험적 연구	우종열/김재웅/유충근/강수민/이병한	(사)한국건축시공학회	국내

제 3 절 특 허

출원된 특허					등록된 특허				
출원연도	특허명	출원인	출원국	출원번호	등록연도	특허명	등록인	등록국	등록번호
2013.07.04	기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체	㈜힐엔지니어링 외1	대한민국	10-2013-0078560	2013.12.16	기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체	㈜힐엔지니어링 외1	대한민국	10-1343790

제 4 절 신기술지정증서

제 5 절 기술제품 활용실적증명서 및 계약서

시 험 성 적 서
CERTIFICATION OF TEST

성 적 서 번 호 : 2013-R-053
(CERTIFICATION NO.)

경상남도 양산시 물금읍 부산대학로 49 지진방재연구센터
SESTEC at Pusan National university, Mulgeum, Yangsan, Kyungsangnam, South Korea.
Tel: 051-510-8180, Fax: 051-510-8181, Web: seismic.koced.net

1. 의뢰자 (CLIENT)
   - 기관명 (NAME) : 힐엔지니어링(주)
   - 주 소 (ADDRESS) : 부산광역시 사상구 괘법동 543-10, 2층

2. 성적서용도 (USE OF CERTIFICATION) : 제품 성능검증용

3. 시료명 (TEST SAMPLE NAME) : NSR(무보강), STSR(철근전단보강), VS-1(개발제품1), VS-2(개발제품2)

4. 시험기간 (DATE OF TEST) : 2013.10.14.

5. 시험방법 (TEST METHOD USED) : 정적 반복수평가력

6. 시험환경 (TESTING ENVIRONMENT) : 해당사항 없음.

7. 시험결과 (TEST RESULTS) : 시험결과 참조 (Refer Test Results)

이 성적서의 내용은 시험의뢰인에 의해 제공된 시료에 한하며, 용도이외의 사용을 금합니다.
(The results shown in this test report refer only to the sample(s) tested unless otherwise stated. This Test Report cannot be reproduced, except in full.)

확인 (AFFIRMATION)	시험자 (TESTED BY)	승인자 (APPROVED BY)
	직위 (TITLE) : 전임연구원 성명 (NAME) : 서 영 득 (signature)	직위 (TITLE) : 연구교수 성명 (NAME) : 김 재 봉 (signature)

2014년 01월 06일

지원기관 (Sponsored by)
국토교통부 Ministry of Land, Infrastructure and Transport
KAIA 국토교통과학기술진흥원
KOCED CMI 건설연구인프라운영원

부산대학교 산학협력단 지진방재연구센터장 (인)
Seismic Simulation Test Center
of Institute for Research and Industry Cooperation at Pusan National University

F-P-20-03(2)

시 험 결 과
TEST RESULTS

성 적 서 번 호 : 2013-R-053
(CERTIFICATION NO.)
시 료 명 : NSR, STSR, VS-1, VS-2
(TEST SAMPLE NAME)

○ 시험체 개요

Table 1. 시험체의 개요

No.	시험체명	Size & Material	전단보강재 종류	비 고
#1/4	NSR	w = 3 000mm , d = 3 000mm h = 1 200mm (Fig 1, 2 참조) Reinforced Concrete Flat Plate	무보강	
#2/4	STSR		철근스터럽	
#3/4	VS-1		개발제품 1	Fig 3, 4 참조
#4/4	VS-2		개발제품 2	

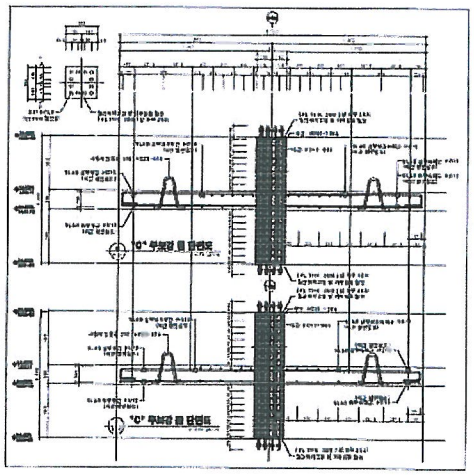


Fig 1. Specimen drawing(Front)

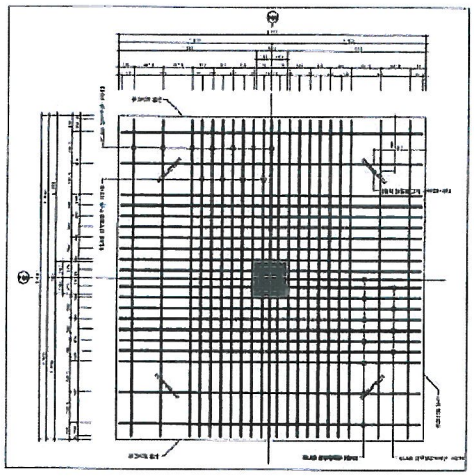


Fig 2. Specimen drawing(Plan)

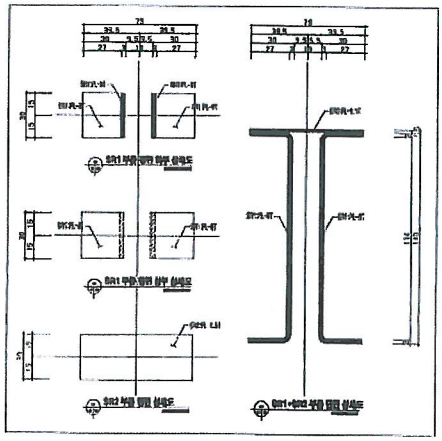


Fig 3. Shear Reinforcement(VS-1)

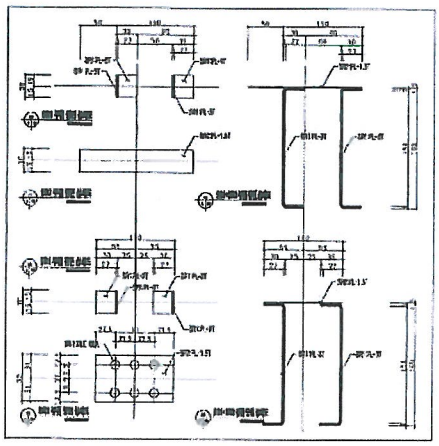


Fig 4. Shear Reinforcement(VS-2)

○ 시험장비

(A) 1,000kN Actuator

(1) Controller / Control Program :
MTS TestStar Controller 490.01 / TestStar II

(2) Manufacturer :
MTS Systems Corporation, U.S.A.

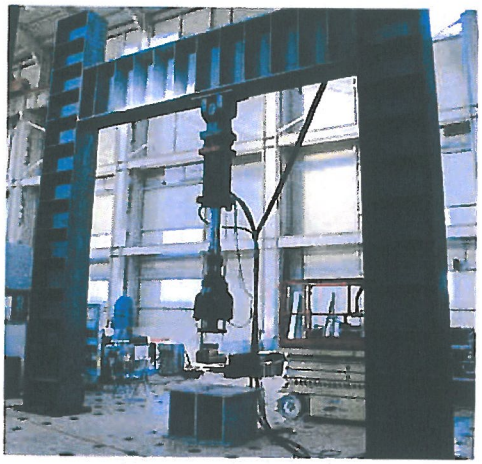


Fig 5. Test Equipment

(B) Data Acquisition

(1) Data Logger & SwitchBox :
TDS-302 & ASW50

(2) Manufacturer :
Tokyo Sokki, JAPAN



Fig 6. Data Acquisition System

○ 시험방법

본 시험의 방법은 Fig 7과 같이 시험체의 기둥하부에 힌지를 설치하고 슬래브 가장자리 네 곳에 경계조건을 고려한 지지대를 설치하였다. 시험체의 가력방법은 기둥 중심으로 슬래브 상부에 전체 144kN 중량의 하중블럭(Loading Block)을 재하하여 중력하중을 고려하였으며, 이와 동시에 상부기둥에 연결된 1 000kN Actuator를 이용하여 수평방향으로 정적 반복가력하는 방법으로 재하 하였다. 가력속도는 층간변위값을 이용하여 2mm/min.의 변위제어로 3cycle을 1step으로 하여 가력하였으며, 각 step별 변위 및 가력시간은 Table 1과 같고 반복가력 방법은 Fig 8과 같다.

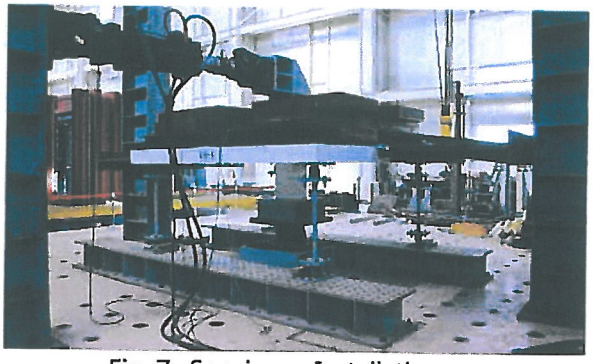


Fig 7. Specimen Installation

시 험 결 과
TEST RESULTS

성 적 서 번 호 : 2013-R-053
(CERTIFICATION NO.)
시 료 명 : NSR, STSR, VS-1, VS-2
(TEST SAMPLE NAME)

Table 1. Step별 변위 및 가력시간

STEP	변위비	최대변위(mm)	가력시간(분)	누적시간(분)
1	0.25%	5.33	31.95	-
2	0.50%	10.65	31.95	63.90
3	1.00%	21.30	31.95	95.85
4	1.50%	31.95	31.95	127.80
5	2.00%	42.60	34.08	161.88
6	3.00%	63.90	38.34	200.22
7	4.00%	85.20	34.08	234.30
8	5.00%	106.5	31.95	266.25
9	6.00%	127.8	30.67	296.92
10	7.00%	149.1	29.82	326.74
11	8.00%	170.4	29.21	355.95

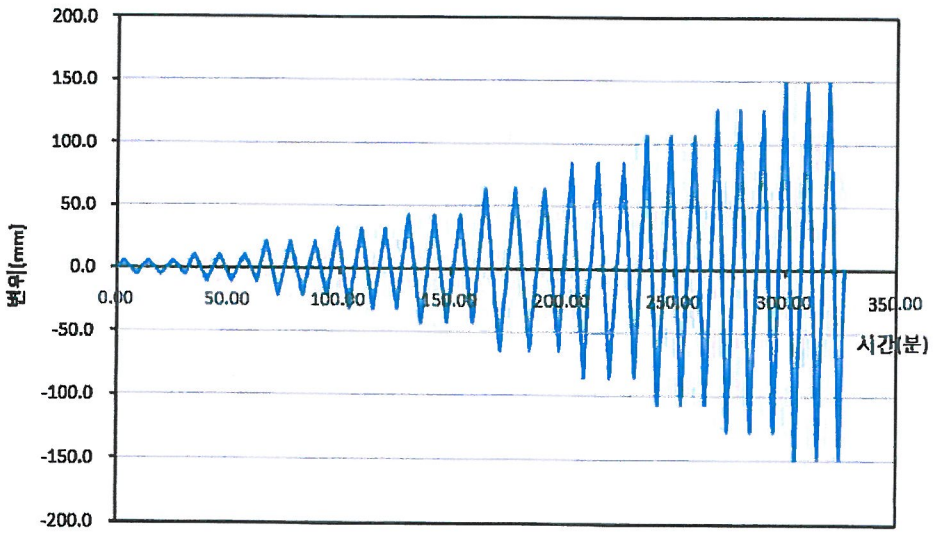


Fig 8. 반복가력방법

○ 시험결과

시험결과는 시험방법에 따라 수행한 시험결과를 Actuator의 하중 P와 변위 displacement의 관계 곡선을 Fig 9 ~ Fig 12에 나타내었다.

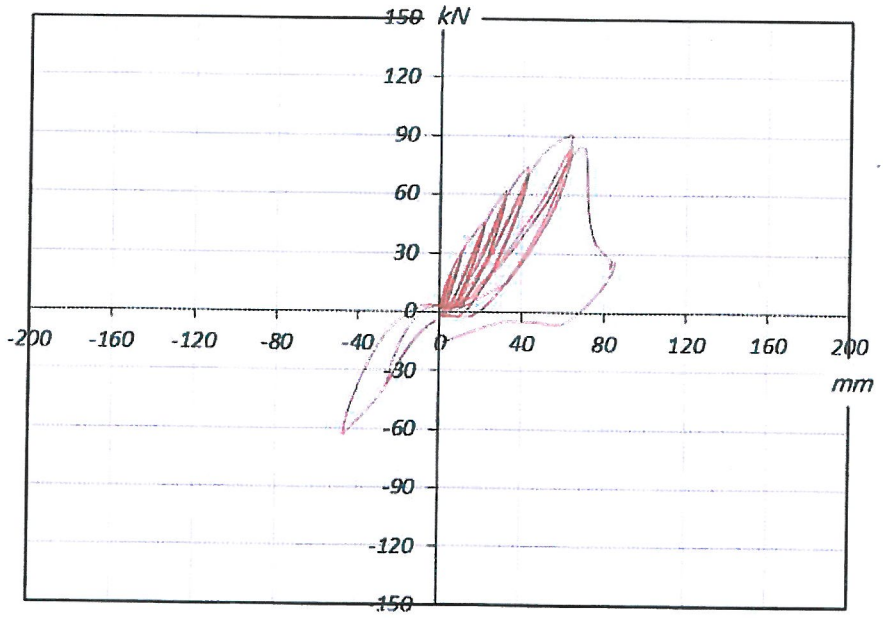


Fig 9. load - displacement curve(NSR)

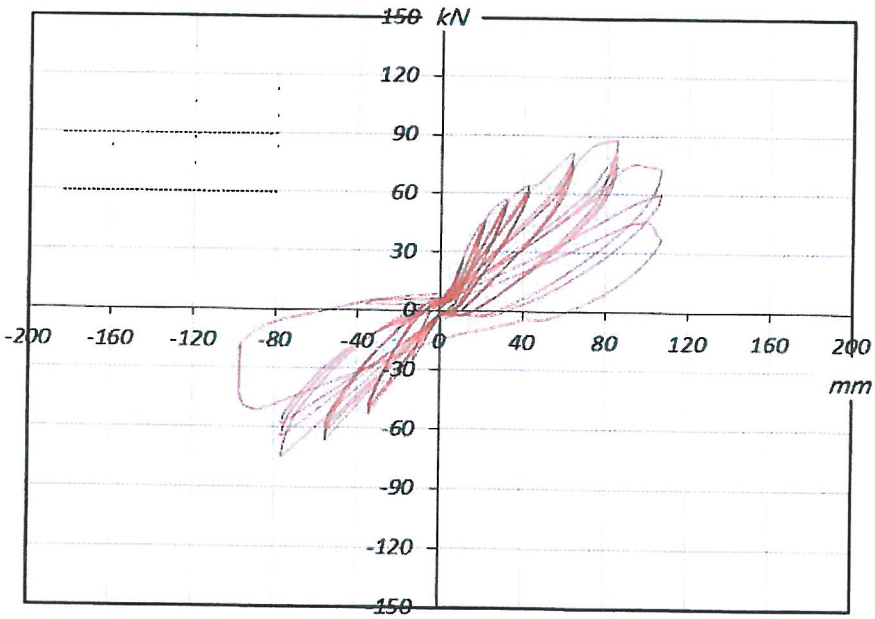


Fig 10. load - displacement curve(STSR)

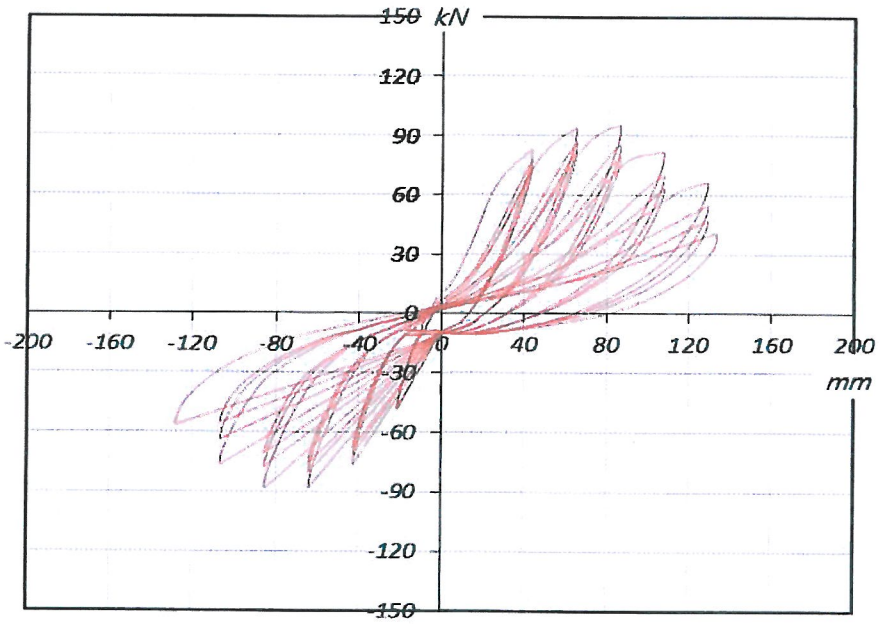


Fig 11. load - displacement curve(VS-1)

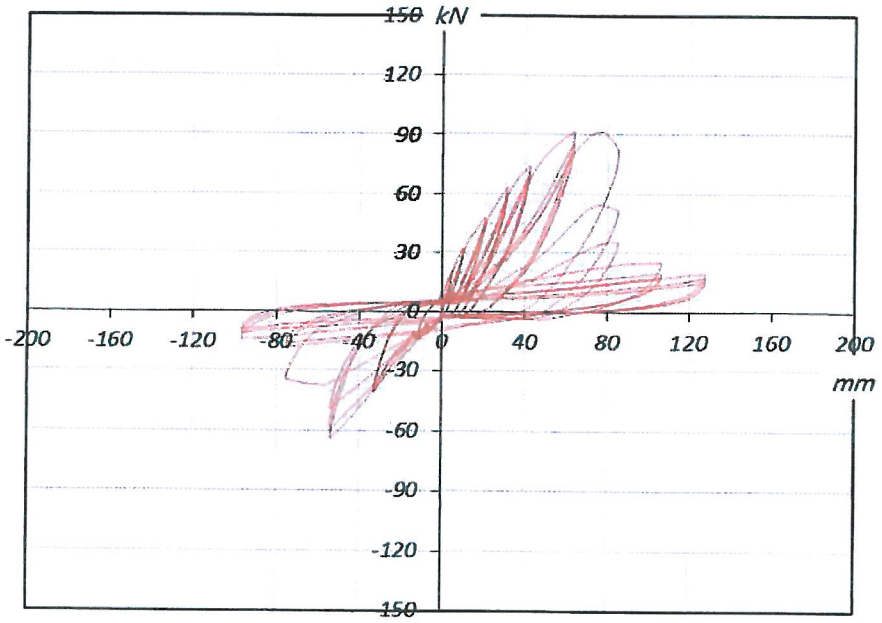


Fig 12. load - displacement curve(VS-2)

Shear Ladder를 이용한 RC 슬래브의 전단거동

Shear Behavior of RC Slab using Shear Ladder

우 종 렬* 이 병 한** 신 승 훈*** 윤정배****

Woo, Jong Ryeol Lee, Byeong Han Shin, Seong Hun Yoon, Jeong Bae

ABSTRACT

Two way shear resisting behaviors are represented for RC Slab using Shear ladder Experimental and analytical results show that performance of Shear ladder is equal or better than existing Stirrup and Studrail type reinforcements. FEM analysis results using ATENA show good agreements with experimental results.

요 약

RC 슬래브의 전단 보강재로 Shear ladder형 강판 보강재를 사용하여 2방향 전단거동을 실험과 해석을 통하여 평가하였다. 기존 Stirrup형 전단보강재와 전단 Stud형 보강재와 비교하여 동등이상의 전단능력을 나타내었으며, ATENA-3D를 이용한 FEM해석결과는 실험결과와 대체로 일치하였다.

1. 서 론

무량판의 취성파괴를 방지하고 연성적 거동을 향상시키기 위한 방법으로 전단보강재를 적용하며, 이는 무량판의 구조적 성능을 향상시키고 경제적인 시공을 가능하게 하는 방법이다. 미국에서는 우리나라와 유사한 내진설계 지역인 뉴욕과 시카고 초고층 무량판구조가 모멘트 연성골조로 널리 활용되고 있으며, 접합부 설계방법의 개선 및 전단보강 시스템의 개발로 점점 강진지역에서도 활발하게 이용되고 있다. 본 연구에서는 새롭게 개발된 전단보강재 Shear ladder에 대하여 2방향 전단보강성능을 평가하였다. 이를 위하여 기존의 전단보강재를 사용하는 실험체를 동시에 제작하여 성능을 비교하고 구조해석프로그램 ATENA-3D를 이용하여 해석하였다.

2. 2방향 뚫림 전단실험

1000kN 용량의 엑츄에이터를 사용하여 기둥상부에 가력을 진행하였다. 단순지지 경계조건을 만족하도록 시험체의 네 단부에 강재 롤러를 설치하여 시험체를 지지하였다. 시험체 단면은 그림 1 과 같다.

* 정회원, 힐 엔지니어링 구조기술사사무소, 소장, 기술사, 공박
** 정회원, 경상대학교, 건축구조연구실, 석사과정
*** 정회원, 경상대학교, 건축구조연구실, 석사과정
**** 정회원, 경상대학교, 건축공학과, 교수, 공박

표 1. 시험체의 종류

시험체 명	전단 보강재 종류
SG01	무보강(NSR)
SG02	철근스터럽(Stirrup)
SG03	스터드레일(Studrail)
SG04	쉬어래더(Shearladder)

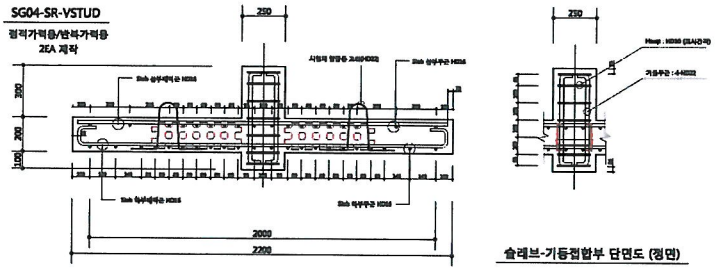


그림 1. 이방향 전단보강 시험체 단면도

3. 실험과 해석결과의 비교

각 시험체별 실험결과와 해석결과를 그래프를 통하여 그림2와 3에 각각 나타내었다.

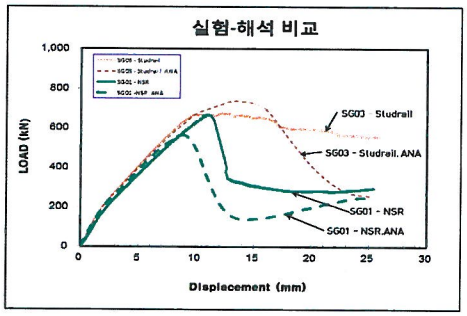


그림 2. 무보강과 Studrail 의 하중-처짐곡선

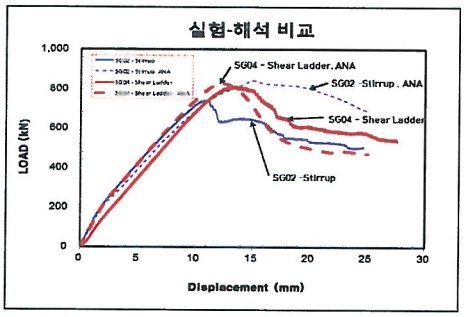


그림 3. Stirrup과 Shearladder 의 하중-처짐곡선

4. 결론

본 실험에서는 2방향 슬래브의 전단구간 내에 전단보강된 시험체의 성능실험을 통하여 전단능력을 평가한 결과 쉬어래더(Shearladder)로 전단보강한 시험체는 스터럽으로 보강한 시험체나 쉬어스터드(Shear rail)로 보강한 시험체 이상의 전단성능을 나타내었으며, ATENA-3D의 해석결과는 실험에서 나타난 시험체의 거동을 비교적 잘 묘사하였다.

참고문헌

1. 우종렬, 홍성욱, 박승환, 김신, 신찬호, 철근콘크리트 무량판 슬래브의 일체형 SL 전단보강재에 관한 실험적 연구, 한국건축시공학회 춘계 학술발표대회 논문집(산업계), v.11 No.1, 2011.5
2. 최정욱, 윤정배, 송진규, 조합하중을 받는 무량판 구조의 강성감소 계수, 대한건축학회 논문집(구조계), v.19 No.6, 2003.6
3. 최정욱, 송진규, 윤정배, 이수곤, 횡하중을 받는 RC 무량판 구조의 골조해석 모델, 대한건축학회 논문집(구조계) : v.18 No.3, 2002.3
4. ATENA Program Documentation, Cervenka Consulting, Prague, Czech Republic, 2000

철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재의 수평하중에 대한 실험적 연구

An Experimental Study on Lateral Load of Vertically Suspended Shear Reinforcement for Reinforced Concrete Flat Plate slab

우 종 열* 김 재 웅** 유 충 근*** 강 수 민**** 이 병 한*****
Woo, Jong-Yeol Kim, Jae-Ung Yoo, Choong-Geun Kang, Su-Min Lee, Byeong-Han

Abstract

This study is concerned with the VS shear reinforcement that it can be installed easily in filed as product at the factory and seismic performance can be achieved. The method of study is as follows. first, we researched constructability and economy of existing construction method. Secondly, we made specimen and were examined structural performance tests in order to verify the performance of the shear reinforcement for lateral force like seismic load. As a result, developed VS shear reinforcement increased in shear strength and stiffness of reinforcement, structural safety is judged to be increased.

키 워 드 : VS 전단보강재, 무량판 슬래브, 전단보강 시험체, 뚫림전단파괴, 수평하중
Keywords : VS(Vertically Suspended) Shear Reinforcement, Flat Plate Slab, Specimen, Punching Shear Failure, Lateral Load

1. 서 론

1.1 연구의 목적

무량판 슬래브의 전단보강재로 개발한 수직걸림형 전단보강재(VS)의 수평하중에 대한 성능을 비교·검토하기 위하여 무보강 시험체, 철근스터럽 시험체, 그리고 당사에서 개발한 수직걸림형 시험체를 제작하고 수평하중에 대한 성능실험을 수행한 후 내력특성을 분석하는 것에 본 연구의 목적이 있다.

1.2 연구의 필요성

무량판 구조의 접합부가 구조적으로 취약하여 전단성능을 보강하기 위한 방법으로 전단보강재가 사용되는데, 기존 전단보강재가 철근과 철근 사이에 설치하게 되므로 철근공사와의 공정상 간섭이 일어나는 등 설치작업이 어려운 단점이 있었다. 따라서 지금까지의 시공보다 공사과정을 단순화하고 공기단축, 공사비 감소효과를 가져 올 수 있는 전단보강재 개발이 절실히 필요한 실정이다.

2. 실험

2.1 실험개요

전단보강근을 사용하지 않은 무보강 시험체(NSR), 재래식 스터럽 전단보강재(STIR)와 개발된 수직걸림형 전단보강재(VS)를 사용하여 총 3개의 시험체를 제작하였다. 전단보강재의 수평하중에 대한 성능을 실험하기 위하여 무량판 슬래브 형태와 동일하게 이방향 슬래브로 제작하였으며, 시험체 중앙기둥상부에 수평하중을 가력하여 파괴하는 실험을 통하여 전단보강재의 성능을 비교, 검토하고자 한다. 그림 1은 시험체 제작현황, 표 1은 시험체 제작 일람표를 나타낸 것이다.

* (주)힐엔지니어링 대표이사, 공학박사(hat21@chol.com)
** (주)동아대학교 건축공학과, 교수, 공학박사
*** (주)힐엔지니어링 과장, 공학학사
**** (주)동아대학교 건축공학과, 석사과정
*****(주)힐엔지니어링 대리, 공학석사



그림 1. 시험체 제작 현황

표 1. 시험체 일람표

시험체명	비고
NSR (무보강)	슬래브 상/하부근 : HD13+16@100/HD13@200 기둥주근 : 12-HD25, 띠근 : 18-HD10 (철근 항복 강도: $f_y = 400\,MPa$) 시험체 크기 : 3000 × 3000 × 180 mm (콘크리트의 설계 강도 : $f_{ck} = 24\,MPa$)
STIR	스터럽 : 8-D10@100 ($f_y = 400\,MPa$)
VS (수직걸림형)	수직걸림형 전단보강근 : 16-T2@100 ($F_y = 305\,MPa$)

3. 실험결과

3.1 시험체 최종 파괴 형태 및 하중 변위 관계

그림 3은 시험체의 최종 파괴후 절단한 단면과 하중 변위 그래프를 나타낸 것으로서 최종파괴단면을 살펴보면, 무보강의 경우 기둥 단면끝선에서 사선으로 뚫림전단 형태로 파괴되었으나 전단보강된 시험체의 경우는 기둥에서 일정한 거리까지 수평으로 균열이 확장된 후, 뚫림전단파괴가 일어난 것으로 나타나고 있어서 확실하게 전단보강 효과가 있는 것이 확인이 되었다. 균열의 파괴형상은 VS시험체가 가장 양호한 파괴형태를 나타내고 있는 것으로 확인되었다.

하중-변위 관계에서는 NSR이 취성적으로 파괴에 도달한 것과는 달리, 전단보강재를 사용한 시험체는 최대하중에 도달한 이후에도 변형이 증가하면서 감소하여 연성적인 거동을 나타내었다. 그 중에서 STIR보다 VS시험체로 전단보강된 실험체가 최대내력이 크게 나타났으며, 양호한 이력거동을 나타나고 있음을 알 수 있었다.



그림 2. 시험체 최종 파괴 단면

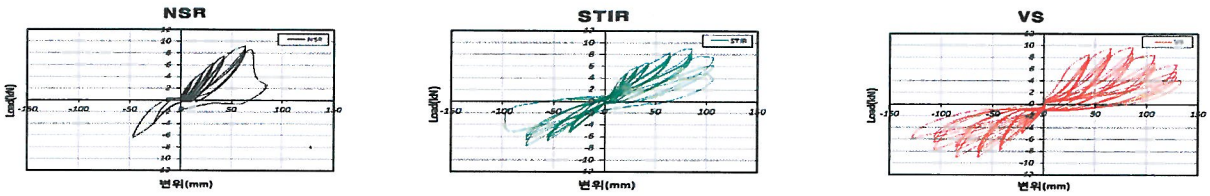


그림 3. 시험체 하중-변위 그래프

4. 결론

본 연구에서는 전단보강재의 종류에 따른 무량판 구조의 기둥-슬래브 접합부에서의 수평방향 거동에 관하여 반복가력 실험을 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 전단보강된 시험체의 파괴형태을 비교한 결과, STIR보다 VS가 위험단면에서 균열이 더 넓게 확산되어 파괴됨으로서 전단보강 효과가 우수한 것으로 나타났다.

(2) 하중-변위 결과를 비교한 결과, STIR보다 VS로 전단보강된 시험체가 최대내력이 더 크게 나타났으며 양호한 이력거동을 나타나고 있으므로 VS가 STIR보다 동등 이상의 성능이 있는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 송호범, CFT 기둥과 무량판 슬래브 접합부의 횡저항 성능, 전남대학교 대학원 박사학위 논문, 2010

2. 오상원, 횡하중을 받는 CFT기둥-RC 무량판 접합부의 내진성능에 관한 해석적 고찰, 전남대학교 석사학위논문, 2009

3. 김재봉, 무량판 전단보강재의 정착부 파괴메커니즘에 따른 뚫림전단 강도에 관한 연구, 부산대학교 박사학위논문, 2010

특 허 증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-1343790 호
(PATENT NUMBER)

출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2013-0078560 호
출 원 일 (FILING DATE:YY/MM/DD)	2013년 07월 04일
등 록 일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)	2013년 12월 16일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)

기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체

특허권자 (PATENTEE)

등록사항란에 기재

발명자 (INVENTOR)

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2013년 12월 16일

특 허 청 장 김 영 필
COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

연차등록료 납부일은 설정등록일 이후 4년차부터 매년 12월 16일까지이며 등록원부로 권리관계를 확인바랍니다.

등 록 사 항

특 허 등록 제 10-1343790 호

(PATENT NUMBER)

특허권자 (PATENTEE)

주식회사 힐 엔지니어링(180111-0******)
부산광역시 사상구 광장로 103, 2층(괘법동)

(주)중앙엔지니어링(180111-0******)
부산광역시 동래구 아시아드대로 111-1, 3층 (사직동,국일빌딩)

발명자 (INVENTOR)

우종열(620127-1******)
부산광역시 사상구 주례동 10-21 반도보라매머드타운 102-1101

유충근(800613-1******)
부산광역시 북구 모분재로149번길 53
,102동201호(구포동,태평양그린아파트)

양진국(751121-1******)
부산광역시 부산진구 복지로 70
,210동503호(개금동,개금현대I아파트)

이민현(700710-1******)
부산광역시 동래구 쇠미로40번길 55
,205동1504호(사직동,사직2차쌍용예가)

【명세서】

【발명의 명칭】

기둥－슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체{Shear reinforcement device for junctional region of column-slab}

【기술분야】

<0001> 본 발명은 본 발명의 출원인에 의해 선출원되어 등록(대한민국 등록특허공보 제10-0947339호)된 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 개량한 것으로, 그 흔들림을 효율적으로 방지할 뿐만 아니라 슬래브철근과의 체결력 및 시공 편의성을 더욱 향상시킬 수 있도록 하는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체에 관한 것이다.

【발명의 배경이 되는 기술】

<0002> 일반적으로, 여러 층으로 건축되는 철근 콘크리트 구조물의 경우 각 층의 바닥을 형성하면서 일정한 면적을 제공하는 슬래브와 상기 슬래브를 지지함과 동시에 건축물의 자체 하중 및 각 층에서 발생되는 사용 하중을 기초부로 분산하여 전달하는 다수의 기둥을 포함하여 구성된다.

<0003> 이와 같은 철근 콘크리트구조물에 있어서, 기둥과 슬래브가 만나는 접합부인 기둥의 주두부(柱頭部)의 경우 기둥 주변을 따라 슬래브와의 사이에서 전단력이 작용하는바, 이 접합부에 대한 내력이 충분하지 못하게 되는 경우 전단파괴가 발생할

우려가 있게 된다.

<0004> 특히, 거더(Girder)나 보를 설치하지 않고 오직 기둥에 의해서만 슬래브가 직접 지지되는 무량판 구조에서의 기둥과 슬래브간 접합부는 보와 기둥 접합부와는 달리 기둥의 주변에 과도한 응력집중현상이 발생하고, 이로 인하여 슬래브는 역사다리꼴의 표면을 형성하는 2방향 전단파괴(펀칭전단파괴)를 유발하게 된다.

<0005> 이와 같은 전단파괴는 다른 형태의 파괴양상과는 달리 매우 취성적(Brittle)이어서 기둥과 슬래브간 접합부의 안전성에 대단히 치명적이며, 구조설계시 기둥과 슬래브간 접합부에 특별한 주의를 기울여 전단파괴가 일어나지 않도록 충분한 조치를 취하여야 하는 것이다.

<0006> 따라서, 상기한 무량판 구조에서 기둥과 슬래브간 접합부를 보강하여 전단내력을 키우기 위한 방법으로는 기둥 주위에 지판(Drop panel) 및 주두(Capital)를 설치하는 방식이 통상적으로 사용되고 있다. 그러나, 지판이나 주두를 설치함으로써 단면의 확대를 통하여 전단응력도(Shear stress)를 저감시킬 수는 있지만, 이러한 지판이나 주두의 형성을 위한 거푸집의 제작이 번거로울 뿐 아니라 보강성능의 측면에서도 그다지 효과적이지 못하다는 문제가 있다.

<0007> 이를 개선하기 위하여 기둥과 슬래브간 접합부의 전단성능을 보강하기 위한

방법으로서 접합부위에 별도의 전단보강체와 같은 보강부재를 설치하여 전단내력을 증가시키는 방식이 제안되었으며, 이에 대한 종래의 기술로는 대표적으로 스터럽(Stirrup:늑근)을 이용하는 방식, 전단 헤드를 설치하는 방식 및 전단 스터드(Stud)를 설치하는 방식을 들 수 있다.

<0008> 현재 시공현장에서 가장 널리 사용되는 스터럽(늑근)을 이용하는 방식은 도 1(a)에 도시된 바와 같이, 기둥(1)과 슬래브(2, 도 3참조) 간 접합부를 가로질러 배치된 상하측 슬래브철근(3)에 스터럽(4)을 감아 이것이 전단내력을 보강하도록 하는 방식이다.

<0009> 상기의 스터럽(4)은 일반적으로 직경 10㎜의 이형철근을 공장 또는 시공현장에서 절곡·가공하여 사용하기 때문에 전단보강체의 구성을 위한 별도의 자재를 마련할 필요가 없어 비교적 자재수급이 간편하고, 경제적이라는 장점이 있는 반면, 스터럽(4)이 상하측 슬래브철근(3)의 바깥둘레를 감싸는 형태로 시공됨에 따라 슬래브의 피복두께를 적절하게 유지하기 어렵다는 단점이 있고, 만일 슬래브의 피복두께를 유지하려고 하면 상하측 슬래브철근(3)의 간격이 줄어들 수 밖에 없어 슬래브의 휨저항 능력이 감소하게 되는 문제가 있다.

<0010> 따라서, 스터럽(4)을 이용하여 전단내력을 증대하는 방식은 두께가 얇은 슬래브에 적용하기 어려우며, 나아가 다수의 스터럽을 결속함에 따라 작업공수가 많

아져 시공성이 상대적으로 떨어진다는 문제가 있다.

<0011> 한편, 전단헤드를 설치하여 전단내력을 증대시키는 방식은 도 1(b)에 도시된 바와 같이, H형강(5) 또는 채널을 종·횡으로 접합하여 전단보강체를 격자(格子) 형태로 구성하고, 이를 기둥(1)과 슬래브(2, 도 3참조)의 접합부에 설치함으로써 전단력에 대한 내력을 분담하도록 하는 방식이다.

<0012> 그러나, 이 같은 전단헤드 설치방식은 형강재의 사용에 따라 필요 이상의 강재가 소요됨은 물론, 건물의 자체 하중이 커지게 된다는 문제가 있다.

<0013> 또한, 전단 스터드를 설치하는 방식은 도 1(c)에 도시된 바와 같이, 스트립(Strip)의 형태로 가공된 평철판(6)의 상부에 다수의 스터드 볼트(7)를 용접한 것을 조립하여 전단보강체를 구성하고, 이를 기둥(1)과 슬래브(2, 도 3참조) 접합부에 설치함으로써 전단 내력이 보강되도록 하는 방식이다.

<0014> 이 방식의 경우, 실험에 따르면 스터드 볼트의 머리부와 강판에 의한 접착성능 향상에 의하여 굽힘 철근 또는 스터럽 보강재보다 효과적인 것으로 나타났으나, 다수개의 스터드 볼트(7)에 대한 용접 작업이 필요하므로 제작이 번거롭다는 문제가 있다.

<0015> 상기한 종래의 기둥과 슬래브간 접합부에 대한 전단내력 보강방식의 문제점을 개선하기 위하여 여러 형태의 전단보강체가 개발되고 있으며, 최근에는 특허등록 제10-676627호(슬래브-기둥 접합부의 전단보강체 및 이를 이용한 전단보강구조), 공개특허 제10-2007-53836호(기둥 슬래브간 접합부 전단 보강체 및 그의 제조방법), 공개특허 제10-2004-76644호(철근콘크리트 보강재 및 이를 포함하는 철근 콘트크리트구조물 건축방법)이 선행기술로 제안되었다.

<0016> 상기 특허등록 제10-676627호의 선행기술은 상현재와 하현재가 윗쪽과 아랫쪽에서 일정 간격을 두고 나란하게 배치되고, 연속적인 파형을 가지도록 절곡된 웨부재가 상기 상현재와 하현재의 양쪽에서 동시에 수직으로 접합되어 평면 트러스트 형태로 이루어지며, 상기 웨브재 한 쌍의 파형 절곡부가 지그재그로 엇갈리도록 배치된 구조로 이루어지는 것이나, 이 경우 구조가 복잡하고 제조가 까다롭다는 문제가 있다.

<0017> 또한, 상기 공개특허 제10-2007-53836호의 선행기술은 수평의 상부재와 수직의 중간재 및 수평의 하부재가 연속적으로 반복 형성된 구조로 이루어져 슬래브내부의 상하방향 주철근을 감싸도록 배치되나, 이 경우 타설된 콘크리트가 상대적으로 치밀하게 충진되지 못한다는 문제가 있다.

<0018> 또한, 상기 공개특허 제10-2004-76644호의 선행기술은 몸통부와 레일상에 고

정결합되는 결합부와 몸통부 보다 넓은 단면적을 갖는 헤드부로 이루어지는 다수의 스터드가 스트립 형상의 레일위에 일정 간격으로 세워져 설치되도록 구성된 것이나, 이 경우 스터드를 레일에 하나하나 용접방식으로 접합해야 하기 때문에 제조공정이 까다롭다는 문제가 있다.

<0019> 이와 같은 종래의 기둥과 슬래브간 접합부에 적용되는 전단보강체의 경우, 구성요소들이 대부분 용접에 의하여 접합되기 때문에 제조공수가 많아지고, 운반과정이나 시공과정에서 외력이 작용하는 경우 용접부위가 탈리(脫離)되면서 단면손실이 발생될 염려가 있다.

<0020> 따라서, 본 발명의 출원인 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 새로운 형태의 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 선출원하여 등록(대한민국 등록특허공보 제10-0947339호)받은 바 있다.

<0021> 구체적으로는 도 2a, 2b 및 3에 도시된 바와 같이, 철근 콘크리트 구조물을 이루는 기둥(1)과 슬래브(2)가 서로 접합되는 부위에서 수평으로 배근되는 슬래브철근(3)에 수직으로 설치되어 전단파괴에 대한 저항력을 증대시키게 되는 기둥-슬래브 접합부의 전단보강체(100)에 있어서, 상기 슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 제1 전단보강용 바(bar)(22)와, 상기 제1 전단보강용 바(22)의 상단에 수평되게 위치되고 상기 제1 전단보강용 바(22)보다 넓거

나 또는 동일한 수평 단면적을 갖는 제1 상부헤드(24) 및, 상기 제1 전단보강용 바(22)의 하단에 수평되게 위치되고 상기 제1 전단보강용 바(22)보다 넓거나 또는 동일한 수평 단면적을 갖는 제1 하부헤드(26)로 이루어진 제1 서브프레임(20)과, 상기 슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 제2 전단보강용 바(bar)(42)와, 상기 제2 전단보강용 바(42)의 상단에 수평되게 위치되고 상기 제2 전단보강용 바(42)보다 넓거나 또는 동일한 수평 단면적을 갖는 제2 상부헤드(44) 및, 상기 제2 전단보강용 바(42)의 하단에 수평되게 위치되고 상기 제2 전단보강용 바(42)보다 넓거나 또는 동일한 수평 단면적을 갖는 제2 하부헤드(46)로 이루어진 제2 서브프레임(40);이, 서로 이격되게 위치되어 상기 제1 서브프레임(20)과의 사이에 삽입공간(30)이 형성되도록 구성되고, 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40) 사이 삽입공간(30)을 가로질러 상기 삽입공간(30)의 상단이 폐쇄되도록 하는 연결편(60)의 양측이 상기 서로 이격된 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)각각에 고정되어 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)을 결합시켜 구성되는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 제공함으로써, 상기 슬래브철근(3)을 시공한 후, 상기 슬래브철근(3)의 상측에서 수직으로 하강시켜 설치하여 상기 연결편(60)이 상기 삽입공간(30)을 통과하는 상기 슬래브철근(3)에 걸리어 고정되도록 하고, 이로 인해 슬래브철근(3)에 간편하게 걸림고정됨에 따라, 슬래브철근(3)에 대한 전단보강체의 시공이 간편하고 용이하게 이루어지는 한편, 슬래브의 강도보강효율이 향상될 수 있도록 하는 것이다.

<0022> 하지만, 본 발명의 출원인에 의해 선출원되어 등록된 상기 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체는, 시공 시, 상기 각각 독립된 제1 서브프레임과 제2 서브프레임의 흔들림으로 인해 시공 편의성이 저하되고, 슬래브철근과의 체결력 또한 미비한 문제점이 있었다.

【선행기술문헌】

【특허문헌】

<0023> (특허문헌 1) : 대한민국 특허등록공보 제10-676627호 "슬래브-기둥 접합부의 전단보강체 및 이를 이용한 전단보강구조"

(특허문헌 2) : 대한민국 공개특허공보 제10-2007-53836호 "기둥 슬래브간 접합부 전단 보강체 및 그의 제조방법"

(특허문헌 3) : 대한민국 공개특허공보 제10-2004-76644호 "철근콘크리트 보강재 및 이를 포함하는 철근 콘크리트구조물 건축방법"

(특허문헌 4) : 대한민국 등록특허공보 제10-0947339호 "기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체"

【발명의 내용】

【해결하고자 하는 과제】

<0024> 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해, 본 발명의 출원인에 의해 선출원되어 등록(대한민국 등록특허공보 제10-0947339호)된 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 개량한 것으로, 연결편의 하부면(철근 삽입면)에 체결돌

기를 형성시키고, 연결편의 측방향(철근 진행방향)으로 체결편을 일체 또는 별도로 형성시켜, 상기 체결돌기 및 체결편이 슬래브철근에 결착되어 고정시킬 수 있도록 함으로써, 그 흔들림이 방지되고 슬래브철근과의 체결력을 더욱 향상시킬 수 있도록 하는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 제공함을 과제로 한다.

【과제의 해결 수단】

<0025> 본 발명은 슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 제1 전단보강용 바(bar)(22)와, 상기 제1 전단보강용 바(22)의 상단에 수평되게 위치되고 상기 제1 전단보강용 바(22)보다 넓거나 또는 상기 제1 전단보강용 바(22)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제1 상부헤드(24) 및, 상기 제1 전단보강용 바(22)의 하단에 수평되게 위치되고 상기 제1 전단보강용 바(22)보다 넓거나 또는 상기 제1 전단보강용 바(22)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제1 하부헤드(26)로 이루어진 제1 서브프레임(20);

<0026> 상기 슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 제2 전단보강용 바(bar)(42)와, 상기 제2 전단보강용 바(42)의 상단에 수평되게 위치되고 상기 제2 전단보강용 바(42)보다 넓거나 또는 상기 제2 전단보강용 바(42)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제2 상부헤드(44) 및, 상기 제2 전단보강용 바(42)의 하단에 수평되게 위치되고 상기 제2 전단보강용 바(42)보다 넓거나 또는 상기 제2 전단보강용 바(42)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제2 하부헤드(46)로 이루어지고, 상기 제1 서브프레임(20)에서 이격되게 위치되어 상기 제1 서브프레임(20)과의

사이에 삽입공간(30)이 형성되도록 하는 제2 서브프레임(40); 및

<0027> 서로 이격된 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40) 양측에 양단부가 고정되어 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)을 결합시키고, 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40) 사이 삽입공간(30)을 가로질러 상기 삽입공간(30)의 상단이 폐쇄되도록 하는 연결편(60);을 포함하여,

<0028> 철근 콘크리트 구조물을 이루는 기둥(1)과 슬래브(2)가 서로 접합되는 부위에서 수평으로 배근되는 상기 슬래브철근(3)을 시공한 후, 상기 슬래브철근(3)의 상측에서 수직으로 하강시켜 상기 연결편(60)이 상기 슬래브철근(3)에 걸리어 고정되도록 설치함으로써, 기둥(1)과 슬래브(2) 접합부의 전단파괴에 대한 저항력을 증대시키는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체에 있어서,

<0029> 상기 연결편(60)의 하부면에 체결돌기(60b)를 삽입공간(30) 측으로 돌출시켜 형성시키고,

<0030> 상기 연결편(60)의 측방향으로 체결편(60a)을 일체로 형성시키는 것을 특징으로 하는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 과제의 해결 수단으로 한다.

<0031> 아울러, 슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 제1 전단보강용 바(bar)(22)와, 상기 제1 전단보강용 바(22)의 상단에 수평되게 위치되고 상기 제1 전단보강용 바(22)보다 넓거나 또는 상기 제1 전단보강용 바(22)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제1 상부헤드(24) 및, 상기 제1 전단보강용

바(22)의 하단에 수평되게 위치되고 상기 제1 전단보강용 바(22)보다 넓거나 또는 상기 제1 전단보강용 바(22)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제1 하부헤드(26)로 이루어진 제1 서브프레임(20);

<0032> 상기 슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 제2 전단보강용 바(bar)(42)와, 상기 제2 전단보강용 바(42)의 상단에 수평되게 위치되고 상기 제2 전단보강용 바(42)보다 넓거나 또는 상기 제2 전단보강용 바(42)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제2 상부헤드(44) 및, 상기 제2 전단보강용 바(42)의 하단에 수평되게 위치되고 상기 제2 전단보강용 바(42)보다 넓거나 또는 상기 제2 전단보강용 바(42)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제2 하부헤드(46)로 이루어지고, 상기 제1 서브프레임(20)에서 이격되게 위치되어 상기 제1 서브프레임(20)과의 사이에 삽입공간(30)이 형성되도록 하는 제2 서브프레임(40); 및

<0033> 서로 이격된 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40) 양측에 양단부가 고정되어 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)을 결합시키고, 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40) 사이 삽입공간(30)을 가로질러 상기 삽입공간(30)의 상단이 폐쇄되도록 하는 연결편(60);을 포함하여,

<0034> 철근 콘크리트 구조물을 이루는 기둥(1)과 슬래브(2)가 서로 접합되는 부위에서 수평으로 배근되는 상기 슬래브철근(3)을 시공한 후, 상기 슬래브철근(3)의 상측에서 수직으로 하강시켜 상기 연결편(60)이 상기 슬래브철근(3)에 걸리어 고정되도록 설치함으로써, 기둥(1)과 슬래브(2) 접합부의 전단파괴에 대한 저항력을 증대시키는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체에 있어서,

<0035> 상기 연결편(60)의 하부면에 체결돌기(60b)를 삽입공간(30) 측으로 돌출시켜 형성시키고,

<0036> 상기 연결편(60)의 상면에 연결플레이트(60c)가 결합되고, 상기 연결플레이트(60c)의 양끝단에 체결편(60a)이 형성되는 것을 특징으로 하는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 과제의 다른 해결 수단으로 한다.

<0037> 한편, 상기 연결편(60)의 상면 중, 체결돌기(60b)가 형성되는 부분과 대응되는 부분은 삽입공간(30) 측으로 절개부가 형성되어 상기 체결돌기(60b)가 형성되도록 하는 것이 바람직하다.

<0038> 또한, 상기 체결편(60a)은, 슬래브 철근(3)을 감싸는 형태로 탄성을 가지는 것이 바람직하다.

【발명의 효과】

<0039> 본 발명은 본 발명의 출원인에 의해 선출원되어 등록(대한민국 등록특허공보 제10-0947339호)된 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 개량한 것으로, 연결편의 하부면(철근 삽입면)에 체결돌기를 형성시키고, 연결편의 측방향(철근 진행방향)으로 체결편을 일체 또는 별도로 형성시켜, 상기 체결돌기 및 체결편이 슬래브철근에 결착되어 고정시킬 수 있도록 함으로써, 그 흔들림이 방지되고 슬래브 철근과의 체결력을 더욱 향상시킬 수 있도록 하는 효과가 있다.

【도면의 간단한 설명】

<0040> 도 1의 (a), (b), (c)는 일반적인 기둥-슬래브 접합부의 전단보강체를 보여주기 위한 평면도

도 2a 및 도 2b는 본 발명의 출원인에 의해 선출원되어 등록받은 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체의 기술적 사상을 보여주기 위한 도면

도 3은 본 발명의 출원인에 의해 선출원되어 등록받은 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체가 기둥-슬래브 접합부 주변으로 배근된 슬래브철근에 설치되는 상태를 보여주기 위한 도면

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체의 사시도

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체의 측면도

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 연결편의 사시도

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체의 평면도

도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체와 슬래브철근과의 결착상태를 나타낸 사시도

【발명을 실시하기 위한 구체적인 내용】

<0041> 상기 본 발명의 목적과 특징 및 장점은 첨부도면 및 다음의 상세한 설명을

참조함으로서 더욱 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

<0042> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체의 사시도이고, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체의 측면도이며, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 연결편의 사시도이고, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체의 평면도이며, 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체와 슬래브철근과의 결착상태를 나타낸 사시도

<0043> 본 발명에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체(100)는 삽입공간(30)을 사이에 두고 양측으로 서로 대칭되는 형상의 서브프레임(20)(40)이 위치되고, 이와 같이 위치된 한쌍의 서브프레임(20)(40)은 각각 수직으로 배치되는 전단보강용 바(22)(42)와, 전단보강용 바(22)(42)의 상하단으로 전단보강용 바(22)(42)보다 수평 단면적이 크거나 같은 상부헤드(24)(44) 및 하부헤드(26)(46)를 가지는 형상으로 이루어지는데, 이에 따라 슬래브(2)를 이루는 콘크리트에 매설된 본 발명에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체(100)는 삽입공간(30)를 사이에 둔 한쌍의 서브프레임(20)(40)과 서브프레임(20)(40)의 상부헤드(24)(44) 및 하부헤드(26)(46)에 의해 상기 콘크리트와 일체로 견고하게 결합되고, 이로써 전단력에 대한 저항력이 상기 콘크리트와 일체로 견고하게 결합된 서브프레임(20)(40)과 서브프레임(20)(40)의 상부헤드(24)(44) 및 하부헤드(26)(46)에

의해 더욱 증대된다.

<0044> 이와 더불어 본 발명에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체(100)는 슬래브(2)에 대한 수직방향의 압축력에 대한 저항력도 상하단의 상부헤드(24)(44) 및 하부헤드(26)(46)에 의해 보강될 수 있도록 하고 있다.

<0045> 상기와 같이 본 발명에 따른 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체(100)는 상하부가 측방향으로 돌출된 형태로 이루어지고, 상하부를 연결하는 연결부가 수직으로 형성된 형상의 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40) 및, 이와 같은 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)을 결합시키기 위한 연결편(60)으로 이루어진다.

<0046> 제1 서브프레임(20)은 제1 전단보강용 바(22)와, 제1 상부헤드(24) 및 제1 하부헤드(26)로 이루어지고, 제2 서브프레임(40)은 제2 전단보강용 바(42)와, 제2 상부헤드(44) 및 제2 하부헤드(46)로 이루어진다.

<0047> 여기서, 제1 전단보강용 바(22)와 제2 전단보강용 바(42)는 슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 것으로, 제1 서브프레임(20)의 제1 전단보강용 바(22)와 제2 서브프레임(40)의 제2 전단보강용 바(42)는 서로 동일한 형태와 동일한 크기로 형성되는 것이 바람직한데, 이는 본 발명에 따른 기

둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체(100)의 구조적 안정성을 위한 것이다.

<0048> 그리고, 제1 상부헤드(24)와 제2 상부헤드(44)는 전단보강용 바(22)(42)의 상단에 수평되게 위치되고, 전단보강용 바(22)(42)보다 넓거나 전단보강용 바(22)(42)와 동일한 수평 단면적을 갖는 것으로, 사각단면을 비롯한 다각형 단면 형상의 평판, 원형 단면 형상의 평판, 상단부가 절단된 각뿔이나 원뿔형상 등 다양한 형태를 가질 수 있으며, 이와 같은 제1 서브프레임(20)의 제1 상부헤드(24)와 제2 서브프레임(40)의 제2 상부헤드(44)는 서로 동일한 형태와 동일한 크기로 형성되는 것이 본 발명에 따른 전단보강체(100)의 구조적 안정성을 부여하는데 바람직하다.

<0049> 또한, 제1 하부헤드(26)와 제2 하부헤드(46)는 제1 전단보강용 바(22)의 하단에 수평되게 위치되고, 전단보강용 바(22)(42)보다 넓거나 전단보강용 바(22)(42)와 동일한 수평 단면적을 갖는 것으로, 사각단면을 비롯한 다각형 단면 형상의 평판, 원형 단면 형상의 평판, 상단부가 절단된 각뿔이나 원뿔형상 등 다양한 형태를 가질 수 있으며, 이와 같은 제1 서브프레임(20)의 제1 하부헤드(26)와 제2 서브프레임(40)의 제2 하부헤드(46)는 서로 동일한 형태와 동일한 크기로 형성되는 것이 본 발명에 따른 전단보강체(100)의 구조적 안정성을 부여하는데 바람직하다.

<0050> 더불어 제1 상부헤드(24)와 제1 하부헤드(26), 제2 상부헤드(44)와 제2 하부헤드(46)도 각각 서로 동일한 형태와 동일한 크기로 형성되는 것이 본 발명에 따른 전단보강체(100)의 구조적 안정성을 부여하는데 바람직하다.

<0051> 상기와 같이 이루어지는 본 발명에 따른 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)은 서로 이격되게 위치되어 제1 서브프레임(20)의 제1 전단보강용 바(22)와 제2 서브프레임(40)의 제2 전단보강용 바(42) 사이에 상하방향으로 삽입공간(30)이 형성된다.

<0052> 이와 같은 삽입공간(30)의 상측은 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)을 결합시키는 연결편(60)에 의해 폐쇄되고, 삽입공간(30)의 하측은 개방되어 있다. 이에 따라, 슬래브철근(3)이 삽입공간(30)의 하측을 통과하여 삽입공간(30)의 상측에서 연결편(60)에 걸리게 된다.

<0053> 본 발명에 따른 연결편(60)은 서로 이격되어 위치된 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)을 결합시키기 위한 것으로, 이와 같은 연결편(60)은 양단이 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)에 고정된다.

<0054> 한편, 본 발명은 도 4 내지 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 연결편(60)의 하부면에 체결돌기(60b)를 삽입공간(30) 측으로 각각 돌출시켜 형성시키고, 연결

편(60)의 측방향(철근 진행방향)으로 체결편(60a)을 일체로 연장하여 형성시킴으로써, 상기 체결돌기(60b) 및 체결편(60a)이 슬래브철근(3)에 결착되어 견고하게 고정시킬 수 있도록 함으로써, 그 흔들림을 방지할 수 있게 된다.

<0055> 이때, 상기 연결편(60)의 상면 중, 체결돌기(60b)가 형성되는 부분과 대응되는 부분은 도 4 내지 7에 도시된 바와 같이, 삽입공간(30) 측으로 절개부가 형성되어 상기 체결돌기(60b)가 형성되도록 한다.

<0056> 그리고, 상기 체결편(60a)은 슬래브철근과 결착될 수 있는 다양한 형태를 가질 수 있으나, 일 실시예로써 도 4, 5 및 6에 도시된 바와 같이, 슬래브 철근(3, 도 8참조)을 감싸는 형태로 탄성을 가지는 체결편(60a)을 적용할 수 있다.

<0057> 한편, 상기와 같이 구성되는 체결편(60a)은 도 4 내지 7에서와 같이 연결편(60)의 측방향(철근 진행방향)에서 연장되어 일체로 형성될 수도 있으나, 다른 실시예로써 도 8에 도시된 바와 같이, 연결편(60)과 별도로, 연결플레이트(60d)를 연결편(60)의 상측에 결합시킨 후, 상기 연결플레이트(60c)의 (철근 진행방향) 양 끝단에 체결편(60a)을 형성시킬 수도 있다.

<0058> 또한, 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것은 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위내에서 여러가지

치환, 변형 및 변경이 가능함은 본 발명이 속하는 기술분야에서의 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백할 것이다.

【부호의 설명】

<0059>

1 : 기둥

2 : 슬래브

3 : 슬래브철근

3a : 리브

20 : 제1 서브프레임

22 : 제1 전단보강용 바

24 : 제1 상부헤드

26 : 제1 하부헤드

30 : 삽입공간

40 : 제2 서브프레임

42 : 제2 전단보강용 바

44 : 제2 상부헤드

46 : 제2 하부헤드

60 : 연결편

60a : 체결편

60b : 체결돌기

60c : 연결플레이트

100 : 수직걸림형 전단보강체

【특허청구범위】

【청구항 1】

슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 제1 전단보강용 바(bar)(22)와, 상기 제1 전단보강용 바(22)의 상단에 수평되게 위치되고 상기 제1 전단보강용 바(22)보다 넓거나 또는 상기 제1 전단보강용 바(22)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제1 상부헤드(24) 및, 상기 제1 전단보강용 바(22)의 하단에 수평되게 위치되고 상기 제1 전단보강용 바(22)보다 넓거나 또는 상기 제1 전단보강용 바(22)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제1 하부헤드(26)로 이루어진 제1 서브프레임(20);

상기 슬래브철근(3)에 대하여 수직으로 배치되도록 정해진 길이로 형성되는 제2 전단보강용 바(bar)(42)와, 상기 제2 전단보강용 바(42)의 상단에 수평되게 위치되고 상기 제2 전단보강용 바(42)보다 넓거나 또는 상기 제2 전단보강용 바(42)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제2 상부헤드(44) 및, 상기 제2 전단보강용 바(42)의 하단에 수평되게 위치되고 상기 제2 전단보강용 바(42)보다 넓거나 또는 상기 제2 전단보강용 바(42)와 동일한 수평 단면적을 갖는 제2 하부헤드(46)로 이루어지고, 상기 제1 서브프레임(20)에서 이격되게 위치되어 상기 제1 서브프레임(20)과의 사이에 삽입공간(30)이 형성되도록 하는 제2 서브프레임(40); 및

서로 이격된 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40) 양측에 양단부가 고정되어 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40)을 결합시키고, 상기 제1 서브프레임(20)과 제2 서브프레임(40) 사이 삽입공간(30)을 가로질러 상기 삽

입공간(30)의 상단이 폐쇄되도록 하는 연결편(60);을 포함하여,

철근 콘크리트 구조물을 이루는 기둥(1)과 슬래브(2)가 서로 접합되는 부위에서 수평으로 배근되는 상기 슬래브철근(3)을 시공한 후, 상기 슬래브철근(3)의 상측에서 수직으로 하강시켜 상기 연결편(60)이 상기 슬래브철근(3)에 걸리어 고정되도록 설치함으로써, 기둥(1)과 슬래브(2) 접합부의 전단파괴에 대한 저항력을 증대시키는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체에 있어서,

상기 연결편(60)의 하부면에 체결돌기(60b)를 삽입공간(30) 측으로 돌출시켜 형성시키고, 상기 연결편(60)의 측방향으로 체결편(60a)을 일체로 형성시키되,

상기 연결편(60)의 상면 중, 체결돌기(60b)가 형성되는 부분과 대응되는 부분은 삽입공간(30) 측으로 절개부가 형성되어 상기 체결돌기(60b)가 형성되도록 하며,

상기 체결편(60a)은, 슬래브 철근(3)을 감싸는 형태로 탄성을 가지는 것을 특징으로 하는 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체.

【요약서】

【요약】

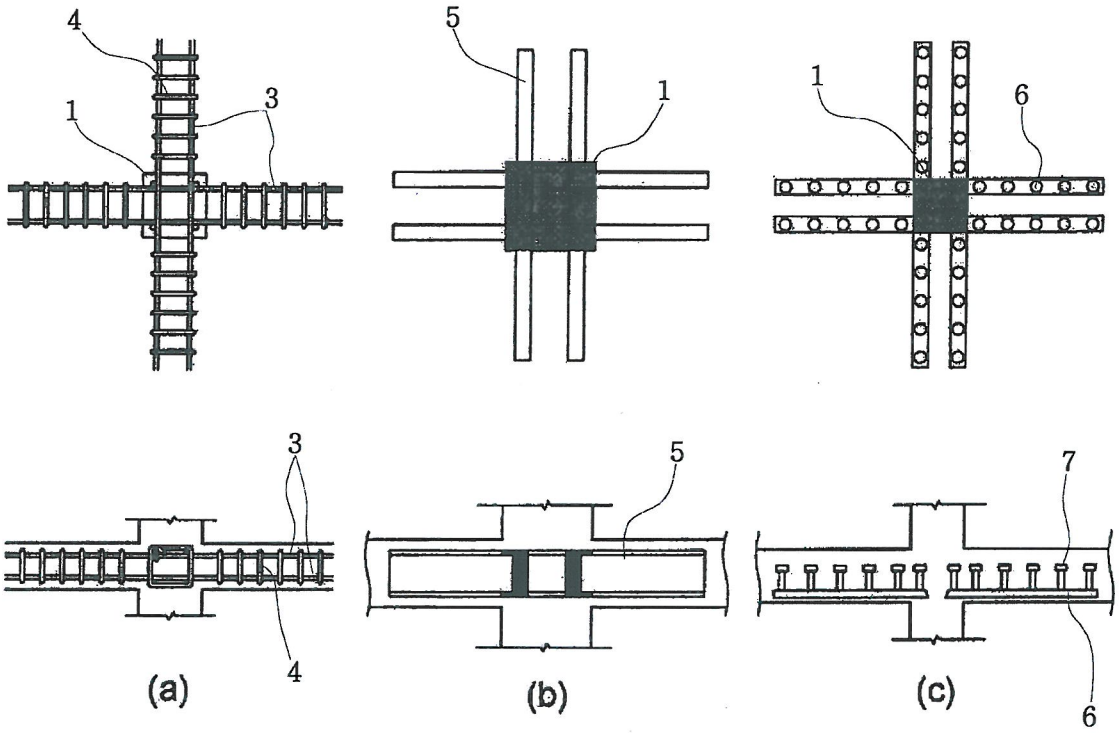
본 발명은 기둥－슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체에 관한 것으로, 구체적으로는 본 발명의 출원인에 의해 선출원되어 등록(대한민국 등록특허공보 제10-0947339호)된 기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체를 개량하여, 연결편의 하부면(철근 삽입면)에 체결돌기를 형성시키고, 연결편의 측방향(철근 진행방향)으로 체결편을 일체 또는 별도로 형성시켜, 상기 체결돌기 및 체결편이 슬래브 철근에 결착되어 고정시킬 수 있도록 함으로써, 그 흔들림이 방지되고 슬래브철근과의 체결력을 더욱 향상시킬 수 있도록 하는 기둥－슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체에 관한 것이다.

【대표도】

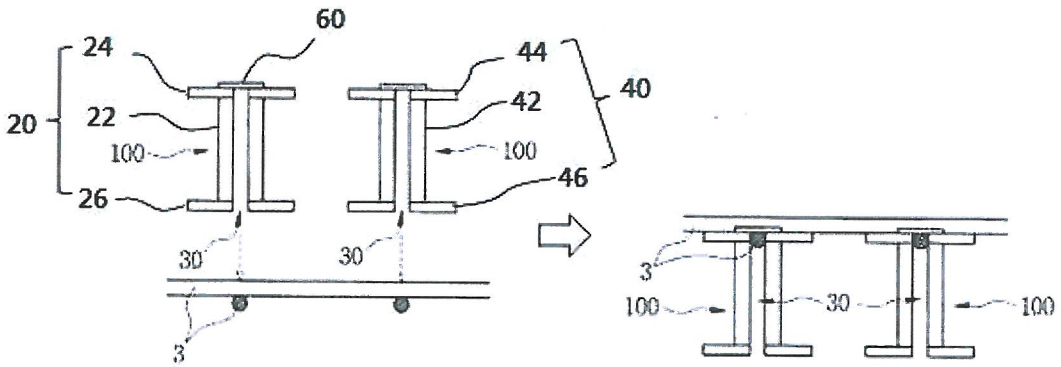
도 4

【도면】

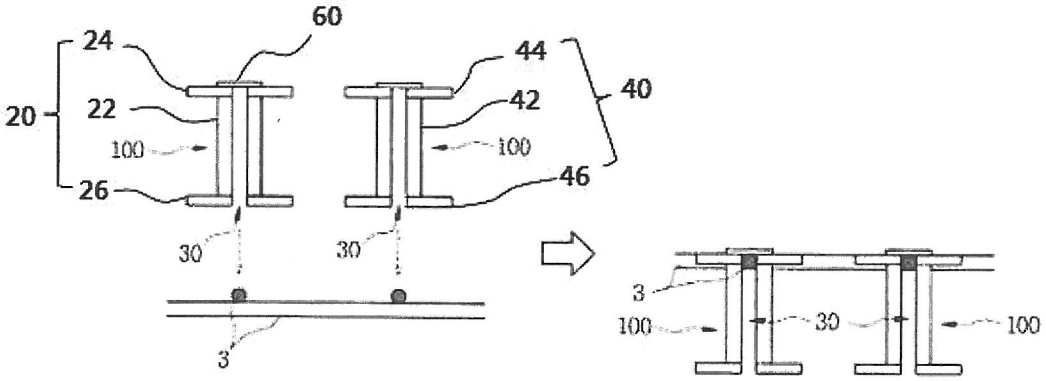
【도 1】


4
1
3
5
1
1
6
3
4
5
7
6
(a)
(b)
(c)

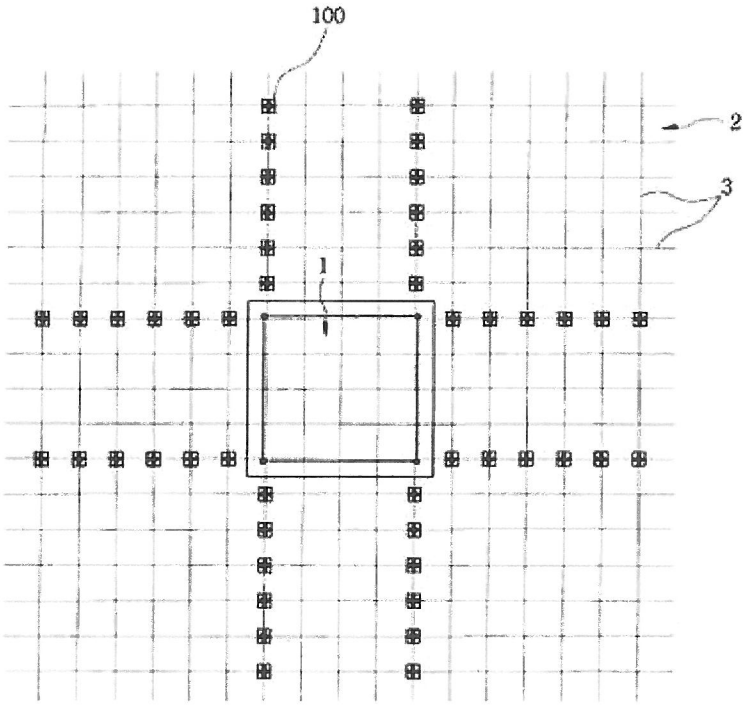
【도 2a】


60
24
20
22
100
26
44
42
40
100
46
30
30
3
3
100
30
100

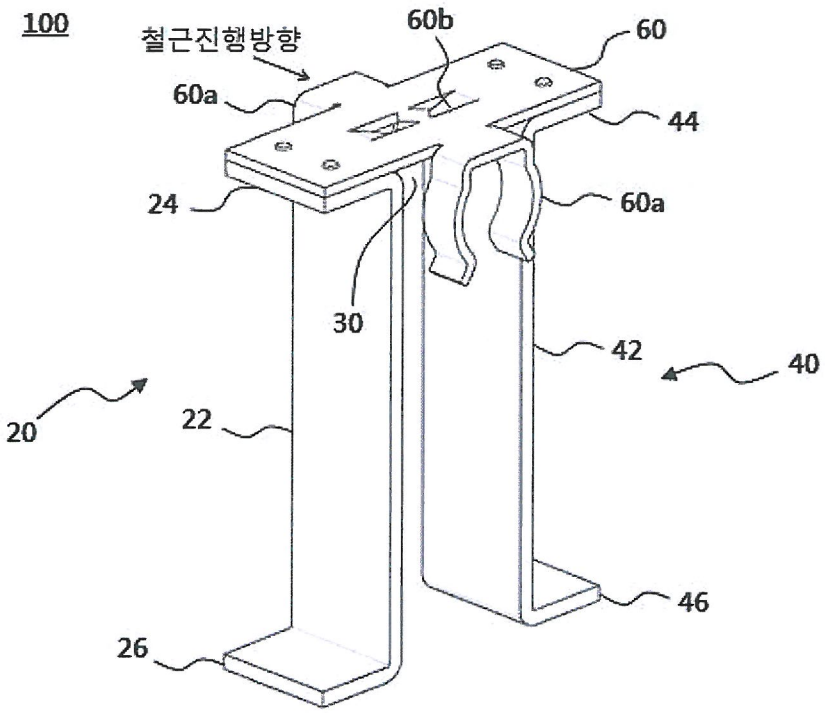
【도 2b】



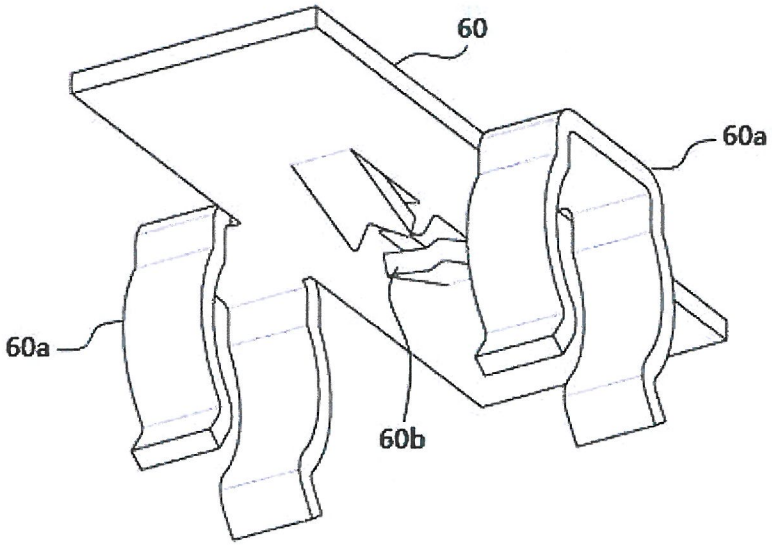
【도 3】



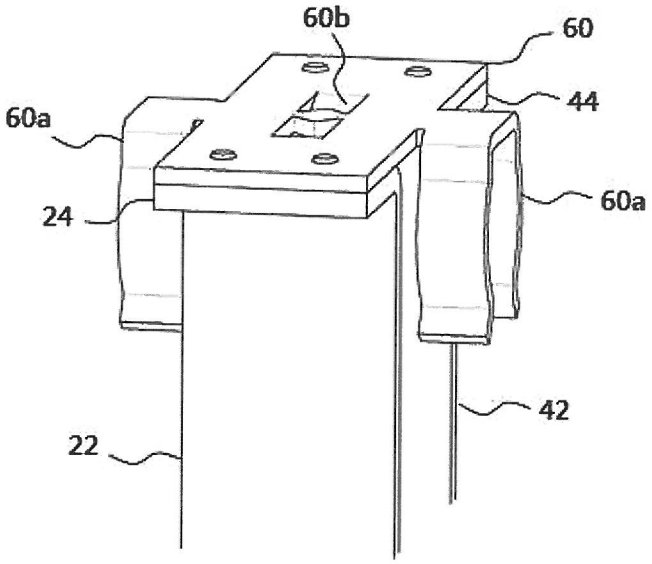
【도 4】



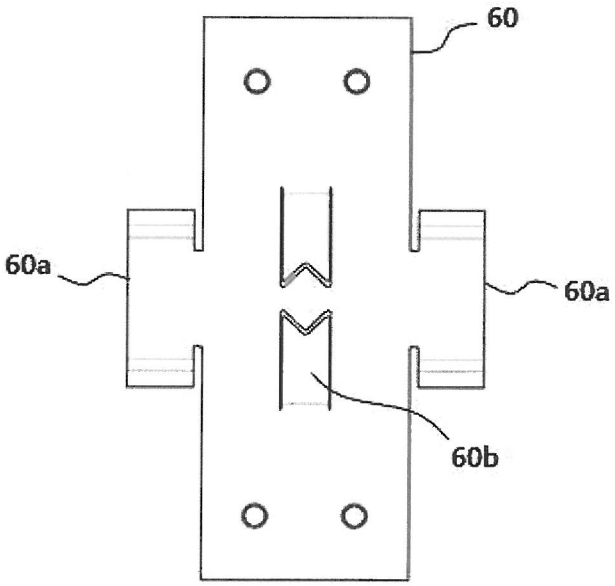
【도 5】



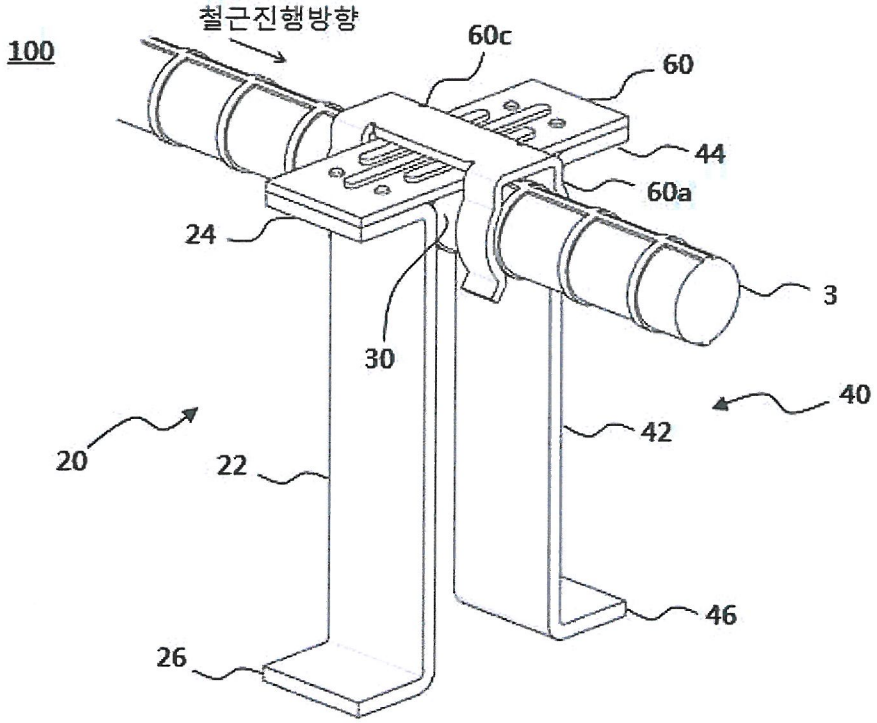
【도 6】



【도 7】



【도 8】



제 706 호

NET 신기술인증 NEW EXCELLENT TECHNOLGY

신기술지정증서

○ **명　　칭** : 수직걸림형 전단보강재를 이용한 철근콘크리트 무량판구조의 슬래브-기둥 접합부 전단보강공법

○ **개 발 자** : (주)토문엔지니어링건축사사무소, (주)상지엔지니어링건축사사무소, (주)힐엔지니어링

○ **보호기간** : 2013. 7. 23. ~ 2018. 7. 22. (5년)

○ **기술개요**

이 신기술은 슬래브의 상·하부 철근배근을 완료한 후 강판을 절곡 가공하여 일체형 단위모듈로 제작된 수직걸림형 전단보강재를 설치간격에 따라 슬래브 상부철근 위에서 하부철근방향으로 수직으로 삽입하여 설치하고, 콘크리트를 타설 양생하여 콘크리트와 전단보강재가 동시에 슬래브에 발생하는 전단응력에 저항하도록 한 철근콘크리트 무량판구조의 슬래브-기둥 접합부 전단보강공법이다.

○ **기술범위**

슬래브의 상·하부 철근배근을 완료한 후 강판을 절곡 가공하여 일체형 단위모듈로 제작된 수직걸림형 전단보강재를 슬래브 상부철근 위에서 하부철근방향으로 수직으로 삽입하여 설치하는 철근콘크리트 무량판구조의 슬래브-기둥 접합부 전단보강공법

○ **보호내용**

- 기술개발자는 신기술을 사용한 자에게 기술사용료를 받을 수 있음
- 발주청에게 신기술과 관련된 신기술장비 등의 성능시험, 시공방법 등의 시험시공을 권고할 수 있음
- 신기술의 성능시험 및 시험시공의 결과가 우수한 경우 발주청이 시행하는 건설공사에 신기술을 우선 적용하게 할 수 있음

건설기술관리법 제18조의 규정에 의하여 위의 기술을 신기술로 지정합니다.

2013년 7월 23일

국토교통부장관 국토교통부장관인

[별지 제3호] ※별도의 작성 없이 온라인(활용실적등록 > 특허/실용신안관리)에서 바로 출력가능

건설기술에 관한 특허·실용신안 활용실적 증명(신청)서

처리기간: 즉 시

신청인	① 상 호	(주)힐엔지니어링	② 대 표 자	우종열
	③ 본사 소재지	부산시 사상구 주례동 76-2 5층	④ 전화번호	051 - 323 - 7084

설 계 및 공 사 내 역

⑤ 특허·실용신안 등록번호	⑥ 특허·실용신안 기술의 명칭	기성실적
제 10 - 0947339 호	기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체	3,000,000원

※⑦ 발주형태	⑧ 용역명	⑨ 계약금액	⑩ 계약일자	⑪ 용역기간
-	-	-	-	-

※⑫ 공사발주형태	⑬ 공 사 명	⑭ 공사 계약금액	⑮ 공사 계약일자	⑯ 공사 기간
지명	경주 태지움 신축공사 중 무량판 슬라브의 일체형 쉬어라더 전단보강체 제작 설치공사	3,000,000원	2010.11.15	2010.11.15~2010.12.20

이행비율	기성률	기성실적
100 %	100 %	3,000,000원

※<신청인 확인란임>

활용실적을 신청합니다.

2012 년 09 월 일

신청인(대표자) (주)힐엔지니어링 우종열 (인)

※<발주자 확인란임>

위 사실을 증명합니다.

2012년 08월 31일

기 관 명 (주)힐건설
기 관 장 김 준 태
주 소 대구시 남구 봉덕동 [illegible] 8 5층
담 당 자 이 현 진
담당자전화번호 053-472-7722
담당자전자메일 hill7722@hanmail.net

[주]

-건설기술에 관한 특허·실용신안기술을 권리 유지기간 내에 공공공사의 설계에 적용하고, 공사에 반영되어 동 기간 내에 실제 활용한 실적(해당기술의 공사기성 완료시점)

-공공공사라함은 건설기술관리법 제2조제5호에서 정한 발주청에서 발주한 공사에 한함.

[※별 표] ⑦, ⑫발주형태 분류 : 일반(1),지명(2),제한(3),수의(4),대안입찰(5),설계시공일괄입찰(6),BTL · BTO(7),기타(8) 중 해당되는 형태를 기재한다.
[관련근거] 건설기술관리법 시행규칙 제12조 및 설계 등 용역업자의 사업수행능력 세부평가기준 제3조
[주 의] 수정하는 경우에는 수정된 부분에 발주자등이 날인하여야 한다.

[별지 제3호] ※별도의 작성 없이 온라인(활용실적등록 > 특허/실용신안관리)에서 바로 출력가능

건설기술에 관한 특허·실용신안 활용실적 증명(신청)서

처리기간
즉 시

신청인	① 상 호	(주)힐엔지니어링	② 대 표 자	우종열
	③ 본사 소재지	부산광역시 사상구 냉정로 110, 5층	④ 전화번호	051) 323 – 7085

※<신청인 확인란임>
활용실적을 신청합니다.
2012 년 월 일
신청인(대표자) 우 종 열 (인)

설 계 및 공 사 내 역

⑤ 특허·실용신안 등록번호	⑥ 특허·실용신안 기술의 명칭	기성실적
제2012-0013682호	기둥 슬래브 접합부의 수직겹림형 전단보강체	83,599,230원

※⑦ 발주형태	⑧ 용역명	⑨ 계약금액	⑩ 계약일자	⑪ 용역기간

※⑫ 공사발주형태	⑬ 공 사 명	⑭ 공사 계약금액	⑮ 공사 계약일자	⑯ 공사 기간
수의	코모도 에스테이트 신축공사	83,599,230원	2012.11.12	2011.10.18~2013.10.30

이행비율	기성률	기성실적
20%	20%	16,780,390원

※<발주자 확인란임>
위 사실을 증명합니다.
2012 년 월 일
기 관 명 남풍건설(주)
기 관 장 박명우, 문태경 (참여) (인)
주 소 부산 진구 부전동 168-651
담 당 자 최 희 균
담당자전화번호 051-467-1870
담당자전자메일 chkun1004@naver.com

[주]
-건설기술에 관한 특허·실용신안기술을 권리 유지기간 내에 공공공사의 설계에 적용하고, 공사에 반영되어 동 기간 내에 실제 활용한 실적(해당기술의 공사기성 완료시점)

-공공공사라함은 건설기술관리법 제2조제5호에서 정한 발주청에서 발주한 공사에 한함.

[※별 표] ⑦, ⑫발주형태 분류 : 일반(1),지명(2),제한(3),수의(4),대안입찰(5),설계시공일괄입찰(6),BTL · BTO(7),기타(8) 중 해당되는 형태를 기재한다.
[관련근거] 건설기술관리법 시행규칙 제12조 및 설계 등 용역업자의 사업수행능력 세부평가기준 제3조
[주 의] 수정하는 경우에는 수정된 부분에 발주자등이 날인하여야 한다.

[별지 제3호] ※별도의 작성 없이 온라인(활용실적등록 > 특허/실용신안관리)에서 바로 출력가능

건설기술에 관한 특허·실용신안 활용실적 증명(신청)서

처리기간
즉 시

신청인	① 상 호	(주)힐엔지니어링	② 대 표 자	우종열
	③ 본사 소재지	부산광역시 사상구 주례동 76-2, 5층	④ 전화번호	051 - 323 - 7085

※<신청인 확인란임>

활용실적을 신청합니다.

2012 년 09 월 일

신청인(대표자) (주)힐엔지니어링 우종열 ㊞

설 계 및 공 사 내 역

⑤ 특허·실용신안 등록번호	⑥ 특허·실용신안 기술의 명칭	기성실적
제 10 - 0947339 호	기둥-슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체	11,000,000원

※⑦ 발주형태	⑧ 용역명	⑨ 계약금액	⑩ 계약일자	⑪ 용역기간
-	-	-	-	-

※⑫ 공사발주형태	⑬ 공 사 명	⑭ 공사 계약금액	⑮ 공사 계약일자	V 공사 기간
지명	주약동 407-10번지 근린생활시설 신축공사	11,000,000원	2012.02.28	2012. 8. 31

이행비율	기성률	기성실적
100 %	100 %	11,000,000원

※<발주자 확인란임> V

위 사실을 확인합니다.

2012년 9월 3일

기 관 명 영광건설(주)

기 관 장 전 학 수

주 소 경남 창원시 상대동

담 당 자 서 해 림

담당기관전화번호 055) 263-0100

담당기관확인일

[주]

-건설기술에 관한 특허·실용신안기술을 권리 유지기간 내에 공공공사의 설계에 적용하고, 공사에 반영되어 동 기간 내에 실제 활용한 실적(해당기술의 공사기성 완료시점)

-공공공사라함은 건설기술관리법 제2조제5호에서 정한 발주청에서 발주한 공사에 한함.

[※별 표] ⑦, ⑫발주형태 분류 : 일반(1),지명(2),제한(3),수의(4),대안입찰(5),설계시공일괄입찰(6),BTL · BTO(7),기타(8) 중 해당되는 형태를 기재한다.
[관련근거] 건설기술관리법 시행규칙 제12조 및 설계 등 용역업자의 사업수행능력 세부평가기준 제3조
[주 의] 수정하는 경우에는 수정된 부분에 발주자등이 날인하여야 한다.

[별지 제3호] ※별도의 작성 없이 온라인(활용실적등록 > 특허/실용신안관리)에서 바로 출력가능

건설기술에 관한 특허·실용신안 활용실적 증명(신청)서

처리기간
즉 시

신청인	① 상 호	(주)힐엔지니어링	② 대 표 자	우종열
	③ 본사 소재지	부산광역시 사상구 냉정로 110, 5층	④ 전화번호	051) 323 – 7085

설 계 및 공 사 내 역

⑤ 특허·실용신안 등록번호	⑥ 특허·실용신안 기술의 명칭	기성실적
제2012-0013682호	기둥 슬래브 접합부의 수직길이형 전단보강재	38,500,000원

※⑦ 발주형태	⑧ 용역명	⑨ 계약금액	⑩ 계약일자	⑪ 용역기간

※⑫ 공사발주형태	⑬ 공 사 명	⑭ 공사 계약금액	⑮ 공사 계약일자	⑯ 공사 기간
수의	수영동 주거복합 신축공사 전단보강재 공급	38,500,000원	2012.10.05	2012.05.01~2013.09.30

이행비율	기성률	기성실적
25.83%	25.83%	9,946,200원

※<신청인 확인란임>

활용실적을 신청합니다.

2012 년 월 일

신청인(대표자) 우 종 열 (인)

※<발주자 확인란임>

위 사실을 증명합니다.

년 월 일

기 관 명 (주)엔스타건설

기 관 장 장 수 기 (직인)

주 소 부산 시구 구덕로 30번길 56-2

담 당 자 : 임 경 욱

담당자전화번호 : 051-202-3850

담당자전자메일 : nstarlim@naver.com

[주]

-건설기술에 관한 특허·실용신안기술을 권리유지기간 내에 공공공사의 설계에 적용하고, 공사에 반영되어 동 기간 내에 실제 활용한 실적(해당기술의 공사기성 완료시점)

-공공공사라함은 건설기술관리법 제2조제5호에서 정한 발주청에서 발주한 공사에 한함.

[※별 표] ⑦, ⑫발주형태 분류 : 일반(1),지명(2),제한(3),수의(4),대안입찰(5),설계시공일괄입찰(6),BTL · BTO(7),기타(8) 중 해당되는 형태를 기재한다.
[관련근거] 건설기술관리법 시행규칙 제12조 및 설계 등 용역업자의 사업수행능력 세부평가기준 제3조
[주 의] 수정하는 경우에는 수정된 부분에 발주자등이 날인하여야 한다.

[별지 제3호] ※별도의 작성 없이 온라인(활용실적등록 > 특허/실용신안관리)에서 바로 출력가능

건설기술에 관한 특허·실용신안 활용실적 증명(신청)서

처리기간
즉 시

신청인	① 상 호	(주)힐엔지니어링	② 대 표 자	우종열
	③ 본사 소재지	부산광역시 사상구 냉정로 110, 5층	④ 전화번호	051) 323 – 7085

※<신청인 확인란임>

활용실적을 신청합니다.

2012 년 월 일

신청인(대표자) 우 종 열 (인)

설 계 및 공 사 내 역

⑤ 특허·실용신안 등록번호	⑥ 특허·실용신안 기술의 명칭	기성실적 (부가세포함)
제2012-0013682호	기둥 슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체	64,900,000원

※⑦ 발주형태	⑧ 용역명	⑨ 계약금액	⑩ 계약일자	⑪ 용역기간

※⑫ 공사발주형태	⑬ 공 사 명	⑭ 공사 계약금액 (부가세포함)	⑮ 공사 계약일자	⑯ 공사 기간
수의	신정동 신우아파트 신축공사	64,900,000원	2012.11.05	2012.04.30~2013.12.31

이행비율	기성률	기성실적
100%	25%	16,225,000원

※<발주자 확인란임>

위 사실을 증명합니다.

2012 년 월 일

기 관 명 (주)신우개발

기 관 장 이 용 식 (직인)

주 소 울산 남구 정동로 16

담 당 자 김 신

담당자전화번호 052-276-3800

담당자전자메일 sw2763810@hanmail.net

[주]

-건설기술에 관한 특허·실용신안기술을 권리 유지기간 내에 공공공사의 설계에 적용하고, 공사에 반영되어 동 기간 내에 실제 활용한 실적(해당기술의 공사기성 완료시점)

-공공공사라함은 건설기술관리법 제2조제5호에서 정한 발주청에서 발주한 공사에 한함.

[※별 표] ⑦, ⑫발주형태 분류 : 일반(1),지명(2),제한(3),수의(4),대안입찰(5),설계시공일괄입찰(6),BTL · BTO(7),기타(8) 중 해당되는 형태를 기재한다.

[관련근거] 건설기술관리법 시행규칙 제12조 및 설계 등 용역업자의 사업수행능력 세부평가기준 제3조

[주 의] 수정하는 경우에는 수정된 부분에 발주자등이 날인하여야 한다.

[별지 제3호] ※별도의 작성 없이 온라인(활용실적등록 > 특허/실용신안관리)에서 바로 출력가능

건설기술에 관한 특허·실용신안 활용실적 증명(신청)서

처리기간
즉 시

신청인	① 상 호	(주)힐엔지니어링	② 대 표 자	우종열
	③ 본사 소재지	부산광역시 사상구 광장로 103, 2층	④ 전화번호	051) 323 – 7085

※<신청인 확인란임>

활용실적을 신청합니다.

2013 년 05 월 06 일

신청인(대표자) 우 종 열 (서명)

설 계 및 공 사 내 역

⑤ 특허·실용신안 등록번호	⑥ 특허·실용신안 기술의 명칭	기성실적
제2012-0013682호	기둥 슬래브 접합부의 수직걸림형 전단보강체	20,240,000원

※⑦ 발주형태	⑧ 용역명	⑨ 계약금액	⑩ 계약일자	⑪ 용역기간

※⑫ 공사발주형태	⑬ 공 사 명	⑭ 공사 계약금액	⑮ 공사 계약일자	⑯ 공사 기간
수의	한일빌딩 신축계획(진주평거3지구 907번지) 전단보강재 공급	20,240,000원	2013.01.22	2012.11.01~2013.12.31

이행비율	기성률	기성실적
100%	100%	20,240,000원

※<발주자 확인란임>

위 사실을 증명합니다.

2013 년 05 월 06 일

기 관 명 우연종합건설(주)

기 관 장 정 종 술 (서명)

주 소 경남 진주 칠암동 528-26 아이비하우스5층 502

담 당 자 김 기 종 과장

담당자전화번호 055-753-2150

담당자전자메일 ivy2051@korea.com

[주]

-건설기술에 관한 특허·실용신안기술을 권리 유지기간 내에 공공공사의 설계에 적용하고, 공사에 반영되어 동 기간 내에 실제 활용한 실적(해당기술의 공사기성 완료시점)

-공공공사라함은 건설기술관리법 제2조제5호에서 정한 발주청에서 발주한 공사에 한함.

[※별 표] ⑦, ⑫발주형태 분류 : 일반(1),지명(2),제한(3),수의(4),대안입찰(5),설계시공일괄입찰(6),BTL · BTO(7),기타(8) 중 해당되는 형태를 기재한다.
[관련근거] 건설기술관리법 시행규칙 제12조 및 설계 등 용역업자의 사업수행능력 세부평가기준 제3조
[주 의] 수정하는 경우에는 수정된 부분에 발주자등이 날인하여야 한다.

[별지 제3호] ※별도의 작성 없이 온라인(활용실적등록 > 특허/실용신안관리)에서 바로 출력가능

건설기술에 관한 특허·실용신안 활용실적 증명(신청)서

처리기간
즉 시

신청인				
	① 상 호	(주)힐엔지니어링	② 대 표 자	우종열
	③ 본사 소재지	부산광역시 사상구 광장로 103, 2층	④ 전화번호	051) 323 – 7085

※<신청인 확인란임>

활용실적을 신청합니다.

2013 년 06 월 21 일

신청인(대표자) 우 종 열 (인)

설 계 및 공 사 내 역

⑤ 특허·실용신안 등록번호	⑥ 특허·실용신안 기술의 명칭	기성실적
\ 제2012-0013682호	기둥 슬래브 접합부의 수직결림형 전단보강체	47,960,000원

※⑦ 발주형태	⑧ 용역명	⑨ 계약금액	⑩ 계약일자	⑪ 용역기간

※⑫ 공사발주형태	⑬ 공 사 명	⑭ 공사 계약금액	⑮ 공사 계약일자	⑯ 공사 기간
수의	신정동 팔등로 주거복합 신축공사 전단보강재 공급	47,960,000원	2013.02.28	2013.02.28 ~2013.10.20

이행비율	기성률	기성실적
100%	100%	47,960,000원

※<발주자 확인란임>

위 사실을 증명합니다.

2013 년 06 월 21 일

기 관 명 성안건설(주)

기 관 장 박 수 헌 (직인)

주 소 울산 북구 명촌8길 22

담 당 자 장진석

담당자전화번호 052)287-6770

담당자전자메일 sunganct@hanmail.net

[주]

-건설기술에 관한 특허·실용신안기술을 권리 유지기간 내에 공공공사의 설계에 적용하고, 공사에 반영되어 동 기간 내에 실제 활용한 실적(해당기술의 공사기성 완료시점)

-공공공사라함은 건설기술관리법 제2조제5호에서 정한 발주청에서 발주한 공사에 한함.

[※별 표] ⑦, ⑫발주형태 분류 : 일반(1),지명(2),제한(3),수의(4),대안입찰(5),설계시공일괄입찰(6),BTL · BTO(7),기타(8) 중 해당되는 형태를 기재한다.
[관련근거] 건설기술관리법 시행규칙 제12조 및 설계 등 용역업자의 사업수행능력 세부평가기준 제3조
[주 의] 수정하는 경우에는 수정된 부분에 발주자등이 날인하여야 한다.

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 국토교통기술사업화지원사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.