

# 신형 SRC 복공판의 개발에 관한 연구

## A Study on the Development of New SRC Lining Board

권 범 준\* · 박 도 옥\*\* · 김 용 수\*\*\*

Kown, Beom-Jun · Park, Do-Uk · Kim, Yong-Su

### 요 약

본 연구는 지하 시설 공사 시 도로면을 복개하기 위하여 사용되고 있는 복공판이 공사차량이나 화물차량 통행 시 반복되는 과하중을 견디지 못하여 피로에 의해 파괴되는 문제점을 분석, 이를 보완하는 신형 SRC 복공판을 제시하고자 한다. 이를 위해 현재 노면복공에 사용되고 있는 기존 복공판의 형상을 통해 문제점을 분석하여 신형 SRC 복공판을 제안하고 정재하실험과 피로 실험을 통하여 신형 SRC 복공판의 활용가능성을 검증하였다. 이와 같은 과정을 통한 본 연구의 결과는 다음과 같다: 1) 기존 복공판의 문제점을 보완하기 위해 단면강성이 큰 H형강을 병렬배치 하여 복공판 상부에 400kgf/cm<sup>2</sup> 강도의 콘크리트를 타설, 콘크리트 포장 표면에 그루빙(Grooving) 처리하여 기존 복공판에 비해 미끄럼방지 성능을 향상시킬 수 있는 신형 SRC 복공판을 개발하였다. 2) 정재하실험결과 기존 복공판이 최대하중 27.01tonf에서 변형되어 용접부분이 파괴되는 것에 비해 신형 SRC 복공판이 최대하중 78.8tonf에서 변형되어 기존 복공판보다 우수한 것으로 분석되었다. 또한 피로실험결과 기존 복공판이 3,900회의 피로실험 시 용접부위의 국부적인 균열이 발생한 것에 비해 신형 SRC 복공판의 100만회 피로실험결과 특별한 변형이 일어나지 않아 기존 복공판보다 강성이 우수한 것으로 분석되었다.

키워드 : 복공판, 가설공사, 지하철 건설, 용접가공

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

노면복공은 가설교인 동시에 공공목적의 가진 중요한 지하매설물(상하수도, 가스, 전기, 전화 등)의 피복보호의 역할을 하는 중요한 가설구조물이다. 노면복공의 구조물 중 하나인 복공판은 지하철 건설과 같은 지하 시설 공사 시 도로면을 복개하기 위하여 사용되고 있다. 하지만 공사차량이나 화물차량의 통행 시 반복되는 과하중으로 인하여 피로에 의해 파괴되는 문제점이 발생하고 있다. 이와 함께 형강을 용접·가공하는 단계에서도 많은 어려움이 발생하고 있다. 또한 복공판은 상부가 강철판으로 노출되어 있어 우천 시 차량이 미끄러지는 위험이 발생되고 있으며 이러한 사고 발생의요소를 포함한 복공판 사용으로 인한 안전사고 발생 가능성이 제기되면서 보다 안전성이 검증된 복공판의 개발 및 사용이 요구되고 있다.

복공판과 관련된 기존의 연구들은 복공판의 문제점을 구조적, 역학적으로 제안하고 기존 복공판을 재해석, 또는 개선하여 문제점을 보완하는 것이다. 이에 기존 복공판의 문제점인 안전사고, 쾌적한 주행성 미확보, 미끄러지는 위험 발생, 소음발생 등의 문제점을 명확히 분석하여 미연에 예방 할 수 있는 신형 복공판의 개발이 필요하다.

이에 본 연구에서는 현재 노면복공에 사용되고 있는 기존 복공판의 형상 및 제작방법을 통해 문제점을 분석하여 이를 보완할 수 있는 신형 복공판을 제시하고자 한다.

상기와 같은 배경으로 수행될 본 연구의 구체적인 목적을 정리하면 다음과 같다.

(1) 지하시설공사 시 도로면을 복개하기 위해 사용되는 기존 복공판의 문제점을 분석하고, 신형 SRC (Steel Ready mixed Concrete) 복공판을 제안한다.

(2) 신형 SRC 복공판의 실험 분석을 통해 활용 가능성을 검증한다.

### 1.2 연구의 절차 및 방법

본 연구는 다음 그림1과 같은 절차 및 방법에 따라 진행한다.

\* 학생회원, 중앙대학교 대학원 석사과정

\*\* 일반회원, 중앙대학교 건설대학원

\*\*\* 중신회원, 중앙대학교 건축공학과 교수, 공학박사

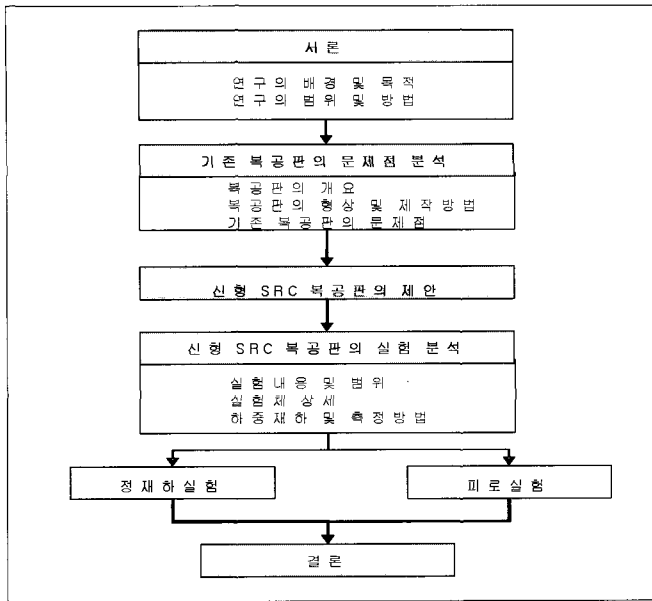


그림 1. 연구의 절차

상기의 그림 1과 같은 연구의 수행절차 및 방법을 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

첫째, 노면복공에서 사용되고 있는 기존 복공판의 개요 및 형상을 고찰하고 이를 통해 기존 복공판의 문제점을 분석한다.

둘째, 분석된 기존 복공판의 문제점을 보완하고 본 연구의 목적에 부합하는 신형 복공판을 제시한다.

셋째, 제시된 신형 복공판에 대한 정재하실험과 피로실험을 통하여, 결론을 도출한다.

## 2. 기존 복공판의 문제점 분석

### 2.1 기존 복공판의 형상

일반적으로 복공판은 지하철 건설과 같은 지하시설 공사를 위해 도로를 굴착하는 경우에 사용한다. 또한 건설교량을 설치했을 경우 교통량에 미치는 영향을 최소화 하기 위해 노면을 복개하는데 사용된다.

종래의 복공판은 다수의 C 형강을 나란하게 배열한 상판과, 상판의 양 끝단 배면에 각각 고정되는 한 쌍의 측판과, 상판의 길이 방향을 따라 상판의 배면에 고정되는 보강판을 구비한다. 이러한 복공판은 통상 강철로 제작된다.

다음 그림 2는 기존 복공판의 상세이다.

상판의 'C' 형강은 수평판과 수평판에서 수직하게 절곡된 측면부로 구성된다. 측면부는 다른 'C' 형강의 측면부와 대면된다. 대면된 다수의 'C' 형강의 측면부를 용접으로 일체화시킴으로서 상판이 제작된다.

측판은 'L' 자 형태로서 상판의 양끝단에 배열된 'C' 형강의 측

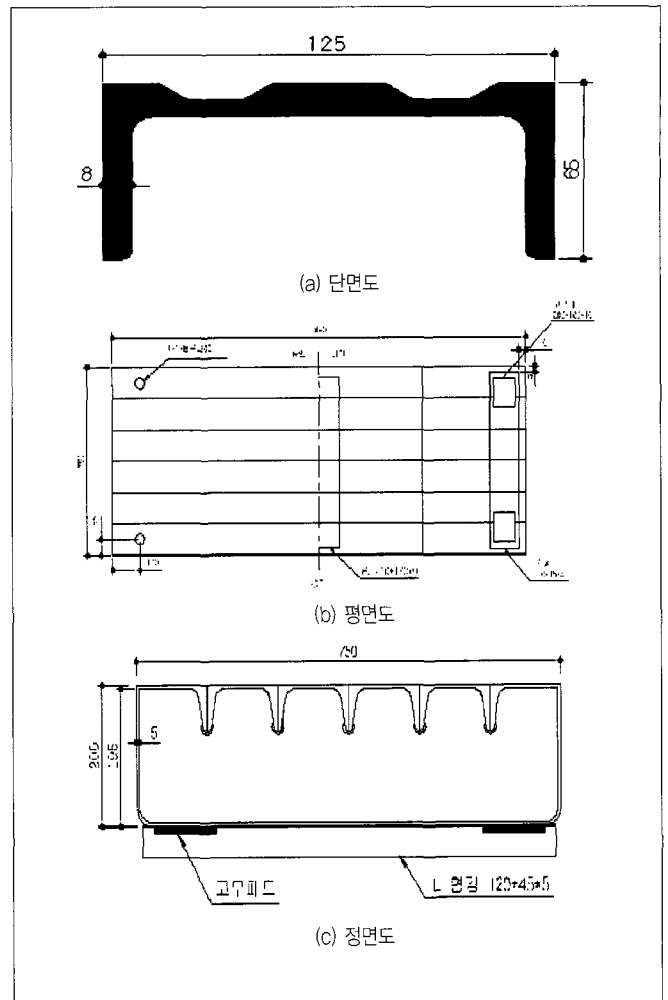


그림 2. 기존 복공판의 상세

벽부에 고정되어 상판을 지지한다. 이러한 상판의 양끝단에 배열된 'C' 형강과 측판 사이에는 지주대가 설치되어 상판을 지지하게 된다.

리브판은 상판에 가해지는 하중에 의한 상판의 휨을 방지하는 역할을 한다. 보강판은 측판의 길이방향과 직교하게 설치되어 리브판을 지지함과 아울러 측판이 바깥쪽으로 벌어지는 것을 방지한다.

이와 같이 기존의 복공판에는 복공판 시공 시 복공판의 유동을 방지하기 위하여 복공판의 양끝단부에 측판의 길이방향과 직교하게 'J' 자 형태의 앵글이 측판의 배면에 설치된다. 또한 복공판의 앵글에는 복공판 자체의 미끄러짐방지 및 충격 흡수를 위한 고무패드가 설치된다.

### 2.2 기존 복공판의 문제점

상기와 같은 기존의 복공판은 지하철 건설과 같은 지하 시설 공사 시 도로면을 복개하기 위해 사용되며 공사차량이나 화물차량 등 과하중의 차량 통행 시 반복되는 과하중을 견디지 못하여

피로에 의해 파괴되는 문제점이 있다.

기존의 복공판이 파괴되는 이유는 반복되는 과하중 이외에 복공판의 주 재료인 강재의 용접연결에서 나타난다. 블로우홀(Blowhole), 용입부족(Incomplete of Penetration), 슬래그 혼입 등과 같은 미시적 용접결함이나 제2의 상(the hard phase), 내재 균열 등의 혼입에 의한 구조부재의 내적결함 등이 있다.<sup>1)</sup>

또한 복공판의 재질이 강재이기 때문에 주행시나 제동·시동시 타이어와의 마찰이 부족하여 미끄러짐이 발생한다. 이에 대한 보완으로 기존 복공판 상판에 페타이어와 같은 고무류의 제품을 입혀서 미끄러짐을 방지하고 있으나 이러한 제품들은 마모에 견디지 못하여 단 시간 내에 이탈되거나 그 성능을 못하게 되는 문제가 발생하게 된다.

### 3 신형 SRC 복공판의 제안

#### 3.1 신형 SRC 복공판의 개발 목적

기존 복공판의 문제점인 노면의 미끄러짐 현상과 계속적인 반복 하중 작용 시 피로 파괴에 취약한 점을 보완하여 안전한 복공판을 개발하는데 본 연구의 목적이 있다. 이를 위하여 기존 복공판이 C형강으로 구성되어 강성이 취약한 점을 보완하기 위해 본 연구에서는 단면강성이 큰 H형강을 병렬 배치하여 구성하였으며 콘크리트를 타설 함으로서 강성 및 피로하중에 대한 안전성을 확보하고자 한다. 또한 콘크리트에 표면을 그루빙(Grooving) 처리하여 내마모성이 크고 미끄러짐방지 성능이 우수한 복공판을 개발하고자한다.

#### 3.2 신형 SRC 복공판의 구성 및 작용

기존 복공판이 'C'형강으로 구성되어 강성이 취약한 점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 단면강성이 큰 H형강을 병렬 배치하여 구성하였다. 병렬 배치된 H형강은 용접으로 일체화 시키며 양측면에는 C형강 또는 C형으로 절곡한 강판을 용접하여 일체화 시키고 배면에는 보강판을 두었다. 또한 복공판의 이탈을 방지하기 위하여 배면의 가장가리에 L자형 이탈방지 부재를 배치하였다.

다음 그림 3 신형 SRC 복공판의 상세도면이다.

복공판의 미끄러짐방지 기능을 추가하기 위해 복공판 상부에 400kgf/cm<sup>2</sup> 강도의 콘크리트를 타설하였다. 콘크리트 포장 표면에 그루빙(Grooving) 처리하여 기존 복공판에 비해 미끄러짐방지 성능을 향상시켰다.

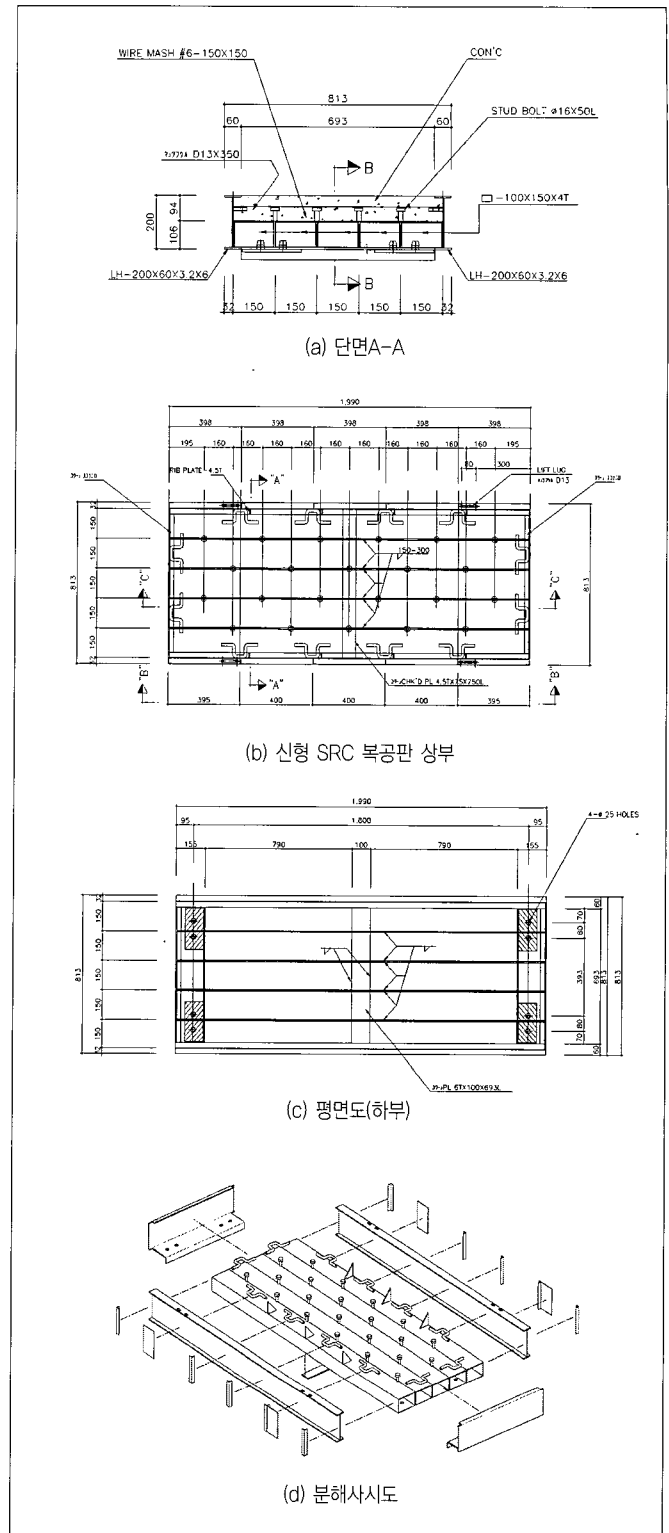


그림 3. 신형 SRC 복공판의 상세도면

그루빙(Grooving)은 일정한 규격의 홈을 형성하여 타이어 패턴과 같은 효과를 가진다. 미끄러짐방지 도로 안전기술로 수막현상 방지 및 배수성 향상에 다른 미끄러짐 방지, 결빙억제 및 주행 안전성 향상, 소음감소 대책 등을 위하여 적용하고 있다.

상기와 같은 그루빙(Grooving) 처리를 통하여 노면의 배수효

1) 장동일, 정영화, 강교량의 취성 및 피로파괴의 사례와 이에 대한 고려, 대한토목학회지, 대한토목학회 제26권, 제2호, pp34-44 1978

과 우수(약10배), 노면결빙억제, 수막현상 감소, 미끄럼 저항 증가(약0.14), 소음감소(0.86~1.3dB)효과 등 주요기관의 실험을 통해 분석되었다.<sup>2)</sup>

#### 4. 신형 SRC 복공판의 실험 분석 및 경제성 평가

##### 4.1 실험내용 및 범위

본 실험에서는 신형 SRC복공판의 정적재하실험·피로실험을 통하여 힘에 의한 응력 상태와 처짐의 데이터를 획득·축척하였다. 이로부터 구조체의 안전성을 평가 실시함으로써 구조물의 장기 계획수립 및 공용기간의 안전성을 확보하였고 유지관리에 효율성을 높이기 위함을 목적으로 표 1과 같은 실험을 실시하였다.

표 1. 실험내용 및 범위

시 험 범 위	시 험 내 용
1. 재하실험	센서부착 및 재하실험준비
	재하실험 ( 정적, 피로실험 )
	자료정리
2. 안전성 평가	신형 SRC 복공판 분석 고찰
	사용성 평가

\*참고 : 관련자료조사 - 사례검토  
 - 관련자료수집(시방서 등)  
 - 이력 및 설계도서 검토  
 - 파일수행계획수립

##### 4.2 실험체 상세

##### 4.2.1 실험체의 재료적 특성

신형 SRC 복공판은 SS400 강재로 기존 CHANNEL 복공판과 동일하며 재료 특성은 표 2와 같다.

표 2. 화학성분 및 기계적 성질<sup>3)</sup>

기호	화학성분(%)					인장실험		
	C	Si	Mn	P	S	인장강도(N/mm <sup>2</sup> )	항복점(N/mm <sup>2</sup> )	연신율(%)
SS400	-	-	-	0.050 max	0.050 max	400~510	245min	18min

##### 4.2.2 실험체 치수 및 형상

신형 SRC 복공판 치수는 표 3와 같다.

표 3. 신형 SRC 복공판 치수

치수(mm)			복개면적 (m <sup>2</sup> )	개당무게 (kg/piece)	단면적	단면계수(m <sup>2</sup> )	
길이(L)	폭(W)	높이(H)				Sx	Sy
750~950	190	1.627	1.62	330	195.7	303	97.9

##### 4.3 하중재하 및 측정방법

##### 4.3.1 정재하실험

###### (1) 실험목적

신형 SRC 복공판에 대한 정재하실험의 목적은 다음과 같다.

- \* 설계내용의 검토 (힘응력, 처짐)
- \* 이상응력, 이상처짐의 측정
- \* 내하력/사용성 평가의 기본자료 제공

###### (2) 실험절차

정재하실험의 절차는 다음의 그림 4와 같다.

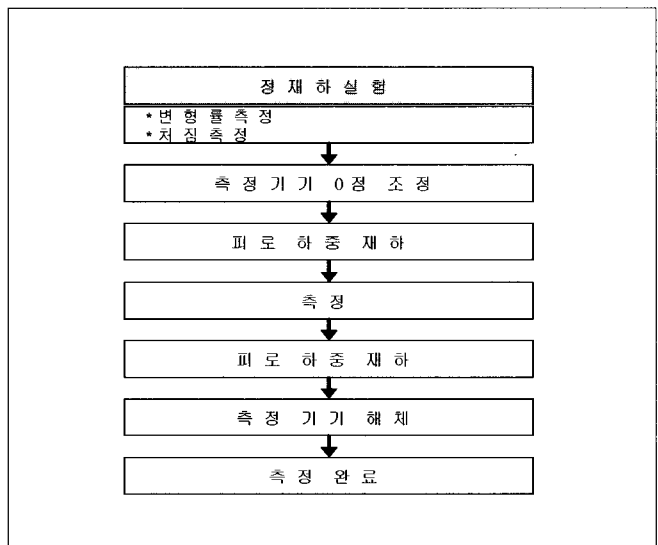


그림 4. 정재하실험 절차

###### (3) 실험방법

정재하실험은 Instron사의 100ton 용량(Stroke : ±50mm)의 피로실험기를 사용하였으며, 복공판의 중앙부에 가력판 (loading plate)을 사용하여 일점가력을 실시하였고, 변위제어로 하중이 감소할때까지 가력하였으며, 재하속도는 2mm/min로 재하하였다.

실험체의 변형률, 변위에 대해서 육안, 변형게이지 및 변위 측정기에 의해 실험체의 하중-처짐, 하중-변형률 관계를 측정하였다.

실험체에 하중을 재하하기 위하여 사용되는 가력판 (loading plate)은 도로교 설계기준 2.1.3 활하중판에 의하여 제작되었다.

도로교 설계기준에서 차륜의 접지면은 DB하중의 각 차륜에

2) 도로안전시설 설치 및 관리지침(1997. 8월 건설교통부 발행)-미끄럼방지 포장편  
 3) 이승수, H형 복공판과 Channel형 복공판의 정적해석 및 피로거동에 관한 실험적 연구, 서울산업대 산업대학원 석사학위 논문, 2002

대해 면적이  $\frac{5}{36} P(\text{cm}^2)$  인 하나의 직사각형으로 간주하며, 이 직사각형의 폭과 길이의 비는 2.5 : 1 로 한다. 여기서, P는 차륜의 중량(kg)이다. 접지면에 균일하게 분포하는 것으로 가정한다.

표 4. 기준하중 4)

하 중 W(tonf)	총 중량 1.8W(tonf)	전륜 하중 0.1W(kgf)	후륜 하중 0.4(kgf)
DB-24	43.2	2,400	9,600
DB-18	32.4	1,800	7,200
DB-13.5	24.3	1,350	5,400

DB-18 (충격계수 0.4)

$$P = 7.2 \times (1+0.4) = 10.08\text{tonf} \approx 11\text{tonf}$$

$$A = \frac{5}{36} P(\text{cm}^2) = \frac{5}{36} \times 10,080\text{kg} = 1400\text{cm}^2$$

가력판의 세로길이는 59.14cm이고 가로길이는 23.67cm 이다.

### 4.3.2 피로실험

#### (1) 실험목적

신형 SRC 복공판에 대한 피로실험의 목적은 다음과 같다.

- \* 설계내용의 검토 (힘응력, 처짐)
- \* 이상응력, 이상처짐의 측정
- \* 내하력의 기본자료 제공
- \* 내구년수의 추정
- \* 결함 및 측정결과에 따른 구조물의 안전도 분석 및 구조적 안전성 판단

#### (2) 실험절차

피로실험의 절차를 나타내면 그림 5와 같다.

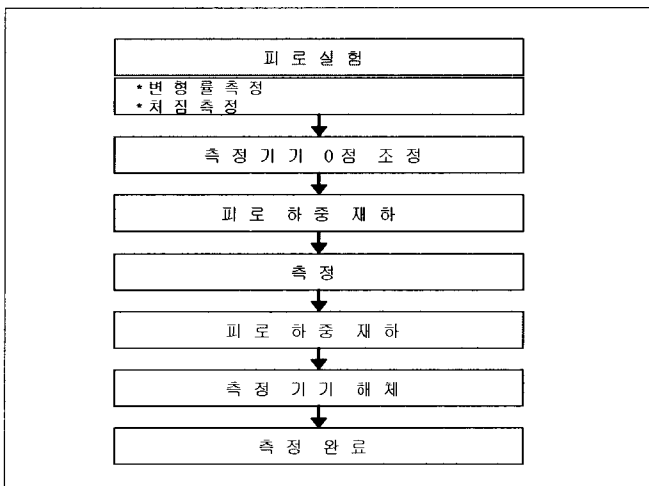


그림 5. 피로실험 절차

#### (3) 재하방법

피로실험은 Instron사의 100ton 용량(Stroke : ±50mm)의 피로실험기를 사용하였으며 실험기의 하중 재하 속도는 2Hz의 속도로 실험체가 파괴될 때까지 일정하게 재하 하였다.

재하 시 반복횟수 10회까지는 정적으로 재하하였으며, 그 이후 주기적으로 반복하중의 최소값과 최대 값을 일정하게 유지하면서 단진재하로 재하 하였다.

피로하중의 반복횟수에 따른 실험체의 변형률, 변위 그리고 실험체의 피로거동 및 균열진전사항을 측정하기 위하여 일정 반복횟수에 대해서 피로실험기를 정지시킨 후 정적으로 최대하중까지 하중을 500kgf씩 증가시키면서 육안, 변형 게이지 및 변위 측정기에 의해 실험체의 균열진전 상황, 반복횟수에 따른 하중-처짐, 하중-변형률 관계를 측정하였으며, 측정일련번호 및 측정 하중 반복횟수는 표 5와 같다.

표 5. 측정 일련번호 및 측정 하중 반복횟수

측정일련 번호	1	2	3	4	5	6	7	8
반복횟수	1	10	1,000	5,000	10,000	20,000	40,000	60,000
측정일련 번호	9	10	11	12	13	14	15	16
반복횟수	80,000	100,000	150,000	200,000	250,000	300,000	350,000	400,000
측정일련 번호	17	18	19	20	21	22	23	24
반복횟수	450,000	500,000	600,000	700,000	800,000	900,000	1,000,000	1,000,000 이상

가력하중은 최대하중 11ton, 최소하중 1ton으로 하였으며, 응력비 ( $P_{\max} / P_{\min}$ ) = 0.1로 일정하게 하였다.

실험체의 파괴는 처짐이 제어시키기 어려울 정도로 급속히 진전될 때와 육안으로 확인시 실험체의 균열폭이 실험체의 2/3점까지 진행되었을 때 실험체가 파괴된 것으로 측정되었다. 또한 피로실험에서 하중 재하를 위하여 사용된 가력판은 정하중재하에서 사용된 가력판과 동일한 것을 사용하였다.

### 4.3.3 변위계 및 Strain Gauge 부착위치

센서부착위치 : 센서부착위치는 다음의 그림 6과 같다.

## 4.4 실험결과 및 고찰

신형 SRC 복공판에 대하여 정하중 실험과 피로실험을 실시하여 하중-변위 및 실험체의 파괴양상 등을 종합하고 고찰하였다.

### 4.4.1 정재하실험 결과

SRC 복공판에 대하여 정재하 실험을 실시하여 얻어진 변위와 최대 하중은 다음의 표 6과 같다.

4) 도로교 설계기준 2.1.3 활하중

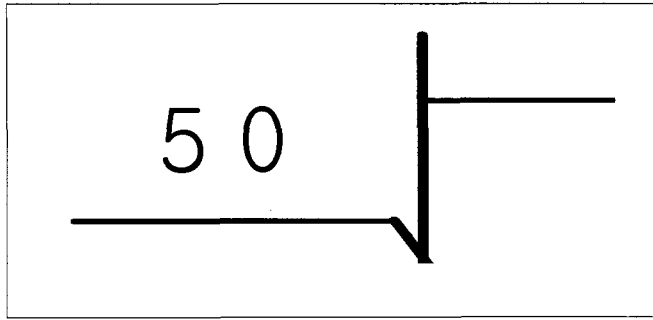


그림 6. 변위계 설치위치

표 6. 최대하중 재하시 신형 SRC 복공판의 최대하중과 변위

실험체명	위치	변위(mm)		최대변위	최재하중 (tonf)
		지점변위 보정전	지점변위 보정후		
SRC 복공판 (정재하실험)	DT1	11.93	18.78	18.78	78.8
	DT2	10.17	17.02		
	DT3	11.78	18.63		
	DT4	7.51	14.35		
	DT5	7.21	14.06		

다음의 표 7과 같은 신형 SRC 복공판의 정재하 실험 데이터를 정리한 것이다.

상기의 표 7과같이 신형 SRC 복공판의 정재하 실험결과 실험체의 중앙부분인 DT1에서 78.8tonf의 최대하중으로 가력 시 지점 보정 전 11.93mm, 지점보정 후 18.78mm의 결과가 도출되었다.

표 7. 신형 SRC 복공판의 정하중 실험 결과

No.	LOAD(kN)	DT1(mm)	DT2(mm)	DT3(mm)	DT4(mm)	DT5(mm)
1	0.08	0.00	-0.01	0.00	-0.01	0.00
2	24.40	0.82	0.85	0.95	0.86	0.81
3	49.79	1.58	1.54	1.76	1.58	1.46
4	69.55	2.09	2.01	2.29	2.03	1.90
5	89.17	2.53	2.41	2.74	2.41	2.28
6	109.09	2.95	2.80	3.19	2.76	2.66
7	128.22	3.33	3.14	3.60	3.07	3.00
8	143.03	3.57	3.35	3.87	3.27	3.21
9	174.55	4.10	3.82	4.42	3.70	3.65
10	196.20	4.47	4.16	4.81	4.01	3.96
11	220.47	4.84	4.49	5.20	4.31	4.26
12	228.19	4.97	4.60	5.33	4.41	4.36
13	219.06	5.01	4.62	5.35	4.45	4.38
14	228.80	5.14	4.73	5.47	4.54	4.47
15	237.61	5.26	4.84	5.60	4.64	4.56
16	226.87	5.33	4.87	5.62	4.65	4.58
17	243.10	5.59	5.07	5.86	4.83	4.75
18	251.24	5.72	5.18	5.99	4.93	4.85
19	272.51	6.11	5.52	6.38	5.24	5.14
20	294.21	6.51	5.85	6.77	5.53	5.42

표 7. 신형 SRC 복공판의 정하중 실험 결과(계속)

No.	LOAD(kN)	DT1(mm)	DT2(mm)	DT3(mm)	DT4(mm)	DT5(mm)
21	322.87	7.04	6.30	7.28	5.94	5.81
22	343.63	7.45	6.64	7.68	6.23	6.11
23	399.55	8.53	7.58	8.72	7.03	6.90
24	419.36	8.95	7.93	9.12	7.33	7.20
25	444.67	9.51	8.43	9.65	7.74	7.61
26	469.78	10.09	8.92	10.20	8.14	8.01
27	495.09	10.66	9.42	10.74	8.55	8.42
28	543.61	11.80	10.46	11.83	9.38	9.24
29	590.73	12.95	11.51	12.94	10.19	10.07
30	642.55	14.28	12.73	14.22	11.15	11.01
31	689.97	15.61	13.98	15.53	12.12	11.95
32	735.99	16.95	15.24	16.84	13.09	12.86
33	760.00	17.70	15.96	17.57	13.61	13.36
34	786.51	18.61	16.86	18.47	14.25	13.96
35	788.11	18.78	17.02	18.63	14.36	14.06
36	761.30	19.07	17.27	18.94	14.61	14.14
37	744.10	19.48	17.72	19.32	15.11	14.29
38	734.59	19.53	17.77	19.35	15.17	14.29
39	682.57	19.09	17.37	18.86	14.84	14.00
40	635.95	18.59	16.88	18.37	14.47	3.65
41	590.53	18.08	16.39	17.86	14.09	13.30
42	537.31	17.46	15.79	17.24	13.62	12.87
43	466.48	16.58	14.94	16.35	12.94	12.26
44	399.25	15.68	14.09	15.45	12.25	11.64
45	344.83	14.89	13.35	14.68	11.65	11.10
46	271.05	13.71	12.28	13.53	10.76	10.27
47	218.81	12.79	11.47	12.62	10.05	9.62
48	171.02	11.87	10.68	11.73	9.35	8.96
49	121.51	10.82	9.76	10.71	8.56	8.19
50	73.58	9.62	8.68	9.59	7.66	7.29
51	24.98	8.31	7.41	8.37	6.64	6.27
52	1.66	7.39	6.54	7.52	5.86	5.52

\* 하중 가력시는 약 25kN 최대하중을 지난 후에는 중앙부 변위 2mm마다 실험결과를 기록하였다

상기의 표 8과 같이 신형 SRC 복공판의 정재하실험 결과 35회 가력시 최대하중 78.8tonf, 실험체의 중앙부분인 DT1의 변형은 18.78mm, 17.02mm, 18.63mm의 결과가 도출되었다. 이는 기존 복공판이 최대하중 27.01tonf에서 변형되는 것에 비해 신형 SRC 복공판이 우수한 것으로 분석되었다. 또한 정재하실험 후 실험체의 파괴양상은 최대하중이 78.7tonf로서 신형 SRC 복공판이 전체적으로 파손되지 않은 형태였으며, 복공판의 상부 콘트리트 표면에 국부적인 파괴만이 있었다.

#### 4.4.2 피로실험 결과

신형 SRC 복공판의 피로실험 측정은 500kN급 Dynamic Actuator를 이용하여 다음의 표 8과 같이 측정하였으며 100만

회 피로실험 후 500kN급 Dynamic Actuator를 이용하여 9.8 ~441kN까지 3회 정적 가력으로 실험을 수행하였다.

표 8. 측정계획

구분	반복 회수	누적 반복회수	하중범위		목표 반복 회수까지 (Hz)	정적가력 속도	비고	
			하한 (kN)	상한 (kN)			가력 방법	측정 여부
1	1	1	9.8	107.9	2.8	-	정적	측정
2	8	9	9.8	107.9	2.8	-	동적	
3	1	10	9.8	107.9	-	10kN/40sec	정적	측정
4	89	99	9.8	107.9	2.8	-	동적	
5	1	100	9.810	7.9	-	10kN/40sec	정적	측정
6	899	999	9.8	107.9	2.8	-	동적	
7	1	1000	9.8	107.9	-	10kN/40sec	정적	측정
8	8999	9999	9.8	107.9	2.8	-	동적	
9	1	10000	9.810	7.9	-	10kN/40sec	정적	측정
10	29999	39999	9.8	107.9	2.8	-	동적	
11	1	40000	9.8	107.9	-	10kN/40sec	정적	측정
12	159999	199999	9.8	107.9	2.8	-	동적	
13	1	200000	9.8	107.9	-	10kN/40sec	정적	측정
14	799999	999999	9.8	107.9	2.8	-	동적	
15	1	1000000	9.8	107.9	-	10kN/40sec	정적	측정
16	1	-	0	441	-	10kN/40sec	정적	측정
17	1	-	0	441	-	10kN/40sec	정적	측정
18	1	-	0	441	-	10kN/40sec	정적	측정

상기와 같이 신형 SRC 복공판의 피로실험을 실시한 결과 다음의 표 9와 같다

표 9. 신형 SRC 복공판의 피로시험 결과

No.	LOAD(kN)	DT1(mm)	DT2(mm)	DT3(mm)	DT4(mm)	DT5(mm)
1	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	9.89	0.34	0.36	0.30	0.32	0.30
1	20.90	0.74	0.75	0.69	0.68	0.68
1	30.59	1.08	1.10	1.03	0.98	1.01
1	40.32	1.42	1.43	1.36	1.29	1.34
1	50.00	1.75	1.75	1.69	1.58	1.65
1	59.73	2.06	2.03	2.01	1.84	1.94
1	69.37	2.34	2.28	2.32	2.07	2.22
1	79.10	2.59	2.51	2.59	2.29	2.46
1	88.79	2.83	2.72	2.84	2.50	2.67
1	98.48	3.05	2.93	3.07	2.71	2.86
1	107.70	3.35	3.20	3.39	3.00	3.11
1	98.48	3.25	3.10	3.29	2.92	3.03
1	89.72	3.13	2.99	3.18	2.83	2.94
1	79.99	3.00	2.86	3.05	2.72	2.83
1	70.22	2.85	2.72	2.90	2.59	2.71
1	60.57	2.69	2.57	2.74	2.46	2.58
1	50.91	2.51	2.40	2.57	2.30	2.42
1	41.04	2.32	2.20	2.37	2.13	2.25
1	31.28	2.08	1.98	2.12	1.93	2.03
1	21.51	1.79	1.71	1.84	1.67	1.76
1	9.36	1.31	1.22	1.39	1.22	1.33
10	9.56	1.16	1.10	1.20	1.09	1.15
10	27.80	1.68	1.63	1.68	1.56	1.62

표 9. 신형 SRC 복공판의 피로시험 결과(계속)

No.	LOAD(kN)	DT1(mm)	DT2(mm)	DT3(mm)	DT4(mm)	DT5(mm)
10	49.72	2.19	2.13	2.19	2.01	2.10
10	68.05	2.59	2.49	2.60	2.34	2.45
10	89.79	2.99	2.87	3.02	2.69	2.81
10	107.35	3.33	3.19	3.36	2.99	3.09
10	90.24	3.13	3.00	3.16	2.83	2.93
10	68.43	2.81	2.70	2.85	2.57	2.67
10	50.27	2.51	2.41	2.54	2.31	2.42
10	28.23	2.03	1.95	2.06	1.89	1.98
10	9.39	1.36	1.26	1.44	1.26	1.38
100	9.50	1.32	1.25	1.37	1.23	1.33
100	28.96	1.81	1.77	1.79	1.68	1.74
100	51.40	2.31	2.26	2.30	2.12	2.21
100	75.54	2.79	2.70	2.80	2.53	2.63
1000	9.50	1.39	1.35	1.47	1.37	1.46
1000	29.46	1.91	1.92	1.92	1.85	1.91
1000	51.99	2.41	2.38	2.43	2.28	2.36
1000	75.98	2.87	2.81	2.90	2.67	2.76
1000	86.75	3.05	2.98	3.10	2.83	2.92
1000	107.63	3.41	3.31	3.46	3.14	3.21
1000	99.48	3.25	3.16	3.30	3.02	3.08
1000	72.73	2.96	2.89	3.01	2.78	2.85
1000	48.70	2.57	2.52	2.62	2.45	2.52
1000	26.93	2.11	2.08	2.15	2.05	2.11
10000	29.14	2.05	1.83	2.11	1.99	2.05
10000	51.56	2.53	2.28	2.59	2.41	2.47
10000	75.59	2.97	2.69	3.04	2.79	2.85
10000	95.48	3.31	3.01	3.37	3.07	3.12
10000	107.69	3.51	3.19	3.57	3.24	3.29
10000	93.54	3.34	3.03	3.41	3.11	3.16
10000	72.80	3.06	2.76	3.14	2.88	2.93
10000	48.73	2.67	2.40	2.75	2.56	2.61
10000	27.03	2.23	1.98	2.30	2.17	2.22
10000	9.37	1.60	1.26	1.79	1.55	1.71
40000	9.47	1.61	1.27	1.83	1.57	1.73
40000	30.22	2.15	1.93	2.24	2.11	2.16
40000	52.88	2.61	2.36	2.69	2.50	2.56
40000	76.84	3.04	2.77	3.13	2.87	2.92
40000	87.46	3.21	2.93	3.30	3.02	3.07
40000	107.63	3.54	3.23	3.61	3.29	3.33
40000	92.87	3.36	3.07	3.45	3.16	3.19
40000	71.84	3.07	2.79	3.17	2.93	2.96
40000	47.68	2.68	2.42	2.79	2.60	2.64
40000	26.19	2.25	2.00	2.37	2.23	2.27
40000	9.29	1.65	1.30	1.89	1.61	1.78
200000	9.45	1.67	1.23	1.87	1.59	1.77
200000	29.54	2.19	1.86	2.26	2.12	2.18
200000	52.08	2.65	2.29	2.71	2.51	2.57
200000	76.08	3.08	2.69	3.15	2.88	2.94
200000	86.80	3.27	2.87	3.33	3.03	3.09
200000	107.65	3.60	3.18	3.66	3.31	3.35
200000	93.14	3.43	3.02	3.50	3.19	3.23
200000	72.26	3.14	2.75	3.22	2.97	3.00
200000	47.92	2.75	2.38	2.83	2.64	2.68
200000	26.30	2.32	1.97	2.40	2.26	2.31
200000	9.44	1.74	1.27	1.96	1.65	1.85
1000000	9.44	1.77	1.39	1.81	1.75	1.79
1000000	27.40	2.25	1.88	2.26	2.18	2.20
1000000	49.37	2.71	2.30	2.75	2.57	2.62
1000000	67.60	3.05	2.62	3.09	2.86	2.91
1000000	89.49	3.43	2.98	3.46	3.20	3.22
1000000	107.28	3.71	3.25	3.74	3.44	3.45
1000000	90.30	3.51	3.07	3.55	3.29	3.29

표 9. 신형 SRC 복공판의 피로시험 결과(계속)

No.	LOAD(kN)	DT1(mm)	DT2(mm)	DT3(mm)	DT4(mm)	DT5(mm)
1000000	68.66	3.20	2.77	3.25	3.04	3.04
1000000	50.37	2.90	2.48	2.95	2.78	2.79
1000000	28.34	2.46	2.06	2.51	2.40	2.41
1000000	9.35	1.83	1.43	1.88	1.80	1.85

\* 하중 약 20kN마다 실험결과를 기록하였다.

실험 결과 후 상기의 데이터와 같이 100만회 피로실험 후 신형 SRC 복공판에는 특별한 변형이 일어나지 않았으며, 복공판 상부의 콘크리트 표면에 국부적인 파괴만이 있었다. 이는 기존 복공판이 3,900회의 피로실험 시 용접부위의 국부적인 균열이 발생한 것에 비해 신형 SRC 복공판이 우수한 것으로 분석되었다.

#### 4.5 신형 SRC 복공판의 경제성 분석

복공판 공사는 물론 건설업에서 소요되는 공사비용은 건설인력, 즉 노무자의 인건비나 사용장비의 가격, 사용자재의 가격, 기타 현장에서 발생 가능한 많은 문제와 공사기간 등의 원인으로 많은 차이를 보인다.

이에 본 장에서는 기존 복공판과 신형 SRC 복공판의 경제성을 분석, 그 차이를 알아봄으로써 신형 SRC 복공판의 활용에 있어 근거 자료를 제공하고자 한다.

신형 SRC 복공판과 기존 복공판의 경제성 분석을 실시한 결과는 다음의 표 10과 같다.

상기의 표 10과 같이 각각 4,500㎡의 면적에 복공판을 시공할 때 기존복공판이 3,000장(1.5㎡)소요로 900,000,000원으로 분석되었다. 그에 비해 신형 SRC 복공판은 2,250장(2.0㎡) 소요로 787,500,000원으로 분석되었다. 이는 신형 SRC 복공판이 기존복공판에 비해 성능은 물론 경제성까지 우수한 것임을 알 수 있다.

### 5. 결론

#### 5.1 연구의 요약 및 결론

본 연구는 노면복공에서 사용되고 있는 기존 복공판의 문제점을 분석하고, 이에 대한 문제점을 보완 할 수 있는 신형 SRC 복공판의 제안 및 활용성을 검증하는 것을 목적으로 진행되었다. 이를 위하여 신형 SRC 복공판의 정재하실험과 피로실험을 실시하였다. 이러한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

(1) 노면복공에 사용되고 있는 기존 복공판의 경우 공사차량이나 화물차량 등 과하중의 차량통행 시 반복되는 과하중을 견디지 못하고 피로에 의해 파괴되는 문제점이 발생하고 있다. 또한 복공판의 상부가 철판으로 노출되어 우천 시 차량이 미끄러지는 위험을 초래하고 있다. 이와 같은 기존 복공판의 문제점을 보완

표 10. 복공판의 경제성 분석

구분	기존 복공판	신형 SRC 복공판
수량	4,500m <sup>2</sup> /1.5m <sup>2</sup> =3,000장	4,500m <sup>2</sup> /2.0m <sup>2</sup> =2,250장
가격	200,000원/m <sup>2</sup> *4,500m <sup>2</sup> =900,000,000원	175,000원/m <sup>2</sup> *4,500m <sup>2</sup> =787,500,000원
교체율(파손)	* 사용수량의연3%이상파손(경험률적용) * 연간 교체수량: 90장	* 사용수량의 연 1% 이상파손
교체비용	* 월별 3회교체 가정 * 장비사용료:100,000원/일*36회=3,600,000원 * 노무비:2인*120,000원*36회=8,640,000원 * 총소요금액=12,240,000원+자재비 * 5년간총금액=61,200,000원+450장자재비	* 월별 1회 교체 가정 * 장비료:100,000원 * 12=1,200,000원 * 노무비:2인*120,000원 * 12=2,880,000원 * 교체소요금액=4,080,000원+자재비 * 마모보수금액:4,500m <sup>2</sup> *2,000원=9,000,000원 * 5년간총금액=65,400,000원+110장 자재비
소개	1)자재비=900,000,000원 2)교체비용=61,200,000원 3)교체자재비=135,000,000원 4)고철공제=450장*60,000원=27,000,000원 소개(1+2+3-4)=1,069,200,000원 5)1,069,200,000/4,500m <sup>2</sup> =237,600원/m <sup>2</sup> 100%	1)자재비=787,500,000원 2)교체비용=65,400,000원 3)교체자재비=38,500,000원 4)재사용공제=110장*127,000원/개=13,970,000원 소개(1+2+3-4)=877,430,000원 5)877,430,000원/4,500m <sup>2</sup> =194,984원/m <sup>2</sup> 82.1%
유류비 증가	26,000/m <sup>2</sup>	해당없음

하기 위해 단면강성이 큰 H형강을 병렬배치 하여 복공판 상부에 400kgf/cm<sup>2</sup> 강도의 콘크리트를 타설, 콘크리트 포장 표면에 그루빙(Grooving) 처리하여 기존 복공판에 비해 미끄럼방지 성능을 향상시킬 수 있는 신형 SRC 복공판을 개발하였다.

(2) 신형 SRC 복공판의 활용 가능성을 검증한 결과는 다음과 같다.

-정재하실험결과: 35회 가력 시 최대하중 78.8tonf, 실험체의 중앙부분인 DT1의 변형은 18.78mm, 17.02mm, 18.63mm의 결과치가 도출되었다. 이는 기존 복공판이 최대하중 27.01tonf에서 변형되어 용접부분이 파괴되는 것에 비해 신형 SRC 복공판이 우수한 것으로 분석되었다.

-피로실험결과 : 100만회 피로실험 후 신형 SRC 복공판에는 특별한 변형이 일어나지 않았으며, 복공판 상부의 콘크리트 표면에 국부적인 파괴만이 있었다. 이는 기존 복공판이 3,900회의 피로실험 시 용접부위의 국부적인 균열이 발생한 것에 비해 신형 SRC 복공판의 강성이 우수한 것으로 분석되었다.

#### 5.2 연구의 제약 및 향후 연구방향

본 연구에서 제시된 신형 SRC 복공판의 경우 정재하실험과 피로실험 통해 연구가 진행되었다. 복공판의 경우 가설재로 분류되어 복공판 실험에 대한 규정이 명확히 정해지지 않았기에



기존 복공판에서 사용되어지는 정재하실험과 피로실험을 실시했다. 향후 시행될 연구에서는 본 연구의 한계를 극복하기 위해 보다 다양한 실험방법을 통한 검증이 필요하다.

이와 함께 본 연구에서 제시된 신형 SRC 복공판의 자중을 줄이는 방안과 함께 안전성은 물론 소음감소 및 미관성을 겸비한 복공판이 개발에 관한 연구가 진행되어야 할 것이다.

**참 고 문 헌**

1. Rebert D. Cook, Finie Element Modeling for Stress Analysis, Wiley
2. Timoshenko, S. P. and Woinowsky-krieger, S., Theory of Plates and Shells, Mc Graw-Hill, New-York, 1973
3. Martin, H. C., "Plane Elasticity Problems and the Direct Stiffness Method" The Trend in Engineering, Vol 13, pp. 5-19
4. Daryl L. Logan, A First Course in the Finite Element Method, 3rd ed., pp.420-430
5. Zienkiewicz, O. C., The Finite Element Method, 3rd ed. Mc Graw-Hill, London,1977
6. Pilkey, W. D., Formulas for Stress, Strain, and Structural Matrices, John Wiley & Sons, New York
7. 장동일, 정영화, 강교량의 취성 및 피로파괴의 사례와 이에 대한 고려, 대한토목학회지, 토목학회 제26권 제2호, pp 34-44, 1978
8. 이승수, H형 복공판과 Channel형 복공판의 정적해석 및 피로거동에 관한 실험적 연구, 서울산업대 산업대학원 석사학위논문, 2002
9. 지하가설 구조물의 설계계산예, 건설도서, 1995
10. 강구조 공학, 한국강구조학회, 구미서관, 2002
11. 양동규, 외부 긴장된 H형 보의 휨거동, 한국강구조학회 논문집 제14권 1호
12. 도로설계기준, 건설교통부제정, 대한토목학회 발행
13. 장수명 합리화 바닥판 개발(II), 한국건설산업기술연구원, 2002
14. 도로안전시설 설치 및 관리지침-미끄럼방지 포장편, 건설교통부, 1997
15. 최재진, 구조재료실험법, 원창출판사, 1997
16. 강구조 공학, 한국강구조학회, 구미서관, 2002
17. <http://www.youngseong.co.kr>
18. <http://www.groovinginfo.net>
19. 이승수, 가설교량복공판 충격하중 복공강재, 서울산업대학교 석사학위논문, 2004
20. 김영세, 채널형 복공판 Channel-type 모델, 연세대학교석사학위논문, 2004

논문제출일: 2005.04.28

심사완료일: 2005.08.24

**Abstract**

The purpose of this study is to suggest a new SRC(Steel Ready mixed Concrete) lining board. The research method of this study includes problem analysis of existing lining boards a constant load test and a fatigue test. The results of this study are as follow : 1) the suggested new lining board improves the function and reduce slipperiness than existing lining boards. 2) the strength of the new SRC lining board is analyzed as superior than existing lining boards from the results of constant load test and fatigue test.

**Keywords :** lining board, temporary work, Subway Construction, welding processing