

I 형강 합성바닥판의 정적성능 평가

정영수^{1)*} · 박창규¹⁾ · 김용곤²⁾ · 이원표³⁾

¹⁾중앙대학교 토목공학과 ²⁾한경대학교 안전공학과 ³⁾현대건설 기술연구소

(2001년 3월 8일 원고접수, 2001년 8월 29일 심사완료)

Experimental Evaluation for Static Performance of I-Beam Concrete Slab System

Young-Soo Chung^{1)*}, Chang-Gyu Park¹⁾, Yong-Gon Kim²⁾, and Won-Pyo Lee³⁾

¹⁾ Dept. of Civil Engineering, Chung-Ang University, Ansung, 456-756, Korea

²⁾ Safety Engineering, Hankyong National University, Ansung, 456-749, Korea

³⁾ Hyundai Institute of Construction Technology, Yongin, 449-912, Korea

(Received on March 8, 2001, Revised on August 29, 2001)

ABSTRACT

Recently, there have been increased much concerns about repair and rehabilitation works for aged concrete structures. It is in particular known that due to repeated overburden vehicles, there are significantly increasing number of aged concrete bridge slabs, which are strongly needed to construct and rehabilitate by innovative construction method.

The objective of this research is to develop the new construction method of concrete slab in bridge superstructure, which can contribute to minimize a traffic congestion during repair and rehabilitation works of aged concrete slab, and can sufficiently assure the quality through the minimization of in-situ works at the site. I-beams with punch holes, which are substituted instead of main reinforcing steels in concrete slabs, can be manufactured in accordance with the specification in the factory, and be preassembled into the panel. After erecting the preassembled panels in the site, concrete will be poured into the slab panel.

This research is to investigate mechanical properties of I-beam with punch holes itself, and then to investigate structural properties of assembled I-beam panels through static test, of which result can be utilized for the development of the new constructional method for concrete slab in bridge superstructure.

Keywords : bridge slab, I-beam concrete slab, static test, fatigue test, bridge superstructure

1. 서 론

사회 간접자본 시설 중에 주요 구조물중 하나인 교량은 구조설계의 오류와 시공결함, 공용 기간동안 환경조건의 변화에 따른 성능저하, 무분별한 초과하중 등의 여러 가지 요인에 의해 성능이 저하되고 구조물의 수명이 단축된다. 또한 최근 교량상의 통과하중의 증대 및 교통량 폭증으로 공용중의 교량 바닥판은 가혹한 하중하에서 국부파괴가 발생하여 이에 대한 유지보수 비용의 증가와 보수에 따른 교통통제로 물류비용의 폭증 및 국민생활의 불편 등 사용상에 중대한 문제를 야기시키고 있다.

바닥판의 보수 혹은 교체 공사등의 증가는 보다 신속하고 보수시 교통통제를 최소화 할 수 있는 그리고 신뢰성이 있는 바닥판 공법을 요구하게 되었다. 이러한 연유로

본 연구에서는 Fig. 1에 나타낸 바와 같은 형식인 강·콘크리트 합성바닥판으로 주철근을 대신하여 I형강을 사용하고, 배력근으로써 기존 철근을 사용하며, 거푸집대용으로 아연저판을 사용한, I형강 합성바닥판공법에 관한 실험 및 해석 연구를 수행하게 되었다^{1,2)}.

한편, 주철근 대용의 I형강의 경우 국산품이 없는 실정이므로 본 연구에서는 일본에서 사용하고 있는 I형강을 변형하여 국내실정에 맞고, 고유한 Punch Hole 형상을 갖는 I형강을 설계 제작하였다. 제작된 I형강 시험편에 대한 정적 및 피로시험을 우선적으로 수행한 후 각종 실험 결과를 분석하여 I형강 합성바닥판을 설계 제작하였다.

한편, I형강 합성바닥판에 대한 정적 및 피로 실험 결과는 도로교설계기준(2000)³⁾에 따라 설계 제작된 RC 바닥판에 대한 실험결과들과 비교 분석하였으며, 본 논문에서는 I형강 자체에 대한 정적 및 피로실험결과, RC 및 I형강 합성바닥판에 대한 정적 비교 실험 분석 후 I형강 합성바닥판의 우수성을 제시하였다. 그리고 I형강 합성바닥

* Corresponding author

Tel : 031-670-3339 Fax : 031-675-9563

E-mail : chung47@cau.ac.kr

판에 대한 피로실험 결과 및 피로실험 후 정적파괴실험 결과 등은 별도의 논문으로 추후 발표하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

I형강 합성바닥판의 설계 혹은 제작을 할 때는 주부재인 I형강을 우선적으로 결정하여야 한다. 따라서, 본 연구에서는 I형강에 대하여 적절한 단면치수, Web상의 Punch Hole 형상, 배력근의 점용접 위치등을 결정하기 위해 Table 1의 I-170 형강 모델을 선정하여 정적 및 피로성능에 관한 실험 및 해석을 수행하였다.

I형강의 정적성능 비교에서는 I형강의 제원, I형강 Web상의 Punch Hole 형상에 따른 하중-변형률, 하중-처짐, 파괴현상 등을 분석하였으며, 피로성능비교에서는 I형강 Web상의 Punch Hole의 형상(반원형,삼각형), 점용접위치(하단부/측면부)에 따른 재하횟수-변형률, 응력집중의 관계를 비교하여 상대적 피로성능비교를 수행하였다.

또한, I형강에 대한 실험 결과를 토대로 선택된 I형강을 사용한 I형강 합성바닥판을 제작하여 기존 RC 바닥판과의 정적성능을 비교하였다. Table 1은 본 연구의 실험개요이다.

2.2 사용재료

2.2.1 강재

I형강 강재의 재질은 일반 구조용 강재 SS400을 일반적으로 사용하나, 본 실험에서는 제작상 용접이 불가피하여 허용응력과 항복응력이 동일한 SWS400으로 정하였으며, 철근은 SD30을 사용하였다.

2.2.2 콘크리트

RC 바닥판 및 I형강 합성바닥판 시험체에 사용된 콘크리트 배합은 Table 2와 같으며, 공시체 $\phi 10 \times 20$ cm에 의한 28일 압축강도는 Table 2와 같이 평균 약 287 kgf/cm² 이었다.

2.3 실험 및 해석 방법

본 연구는 I형강에 대한 정적·피로시험과 수치해석 그리고 RC 바닥판 및 I형강 합성바닥판에 대한 정적시험으로 수행되었으며, 시험체가 더 이상 외력에 저항하지 못할

때까지 재하하였다. 특히, I형강 피로시험의 경우 재하속도 2.5Hz로 정적시험에서 구한 항복하중의 10%에서 75%범위의 응력범위에서 시험체 파단시까지 실시하였다.

2.3.1 I형강(1열) 정적 재하시험

I형강 정적 재하시험의 시험체는 Table 3과 같이 3종류로서, I형강 높이가 170 mm이고 Web상의 Punch Hole 형상에 따라 반원형과 삼각형 모양의 I-170SC 및 I-170ST 시험체, 그리고 I형강 높이 150 mm인 I-150ST 시험체(일본 I형강과 유사한 단면성능을 가진 부재)이다.

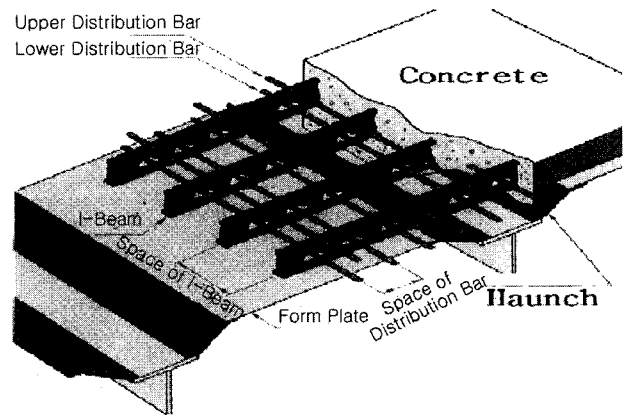


Fig. 1 I-beam concrete slab

Table 1 Experimental plan

	Specimens	Test
	I-BEAM (L=2.2m)	I-150*
I-170*		Static test
I-170 Double		Fatigue test
Concrete slab (2.2m×2.1m)	RC slab	Static test
	I-beam Concrete slab	Static test

* I : I-beam, 150 or 170 : Height(mm)

Table 3 Details of I-beam specimens

	I-170SC (Fig. 2)	I-170ST (Fig. 3)	I-150ST (Fig. 4)
Length (mm)	2,400	2,400	2,400
Height (mm)	170	170	150
Width of Lower/Upper Flange (mm)	44 / 22	44 / 22	53 / 35
I value (cm ⁴)	596	596	505
Shape of punch hole	Semi circle with bar saddle	Triangle with bar saddle	Triangle without bar saddle

Table 2 Mix proportion

Max. size of coarse agg. (mm)	Slump (cm)	W/C (%)	Fine coarse agg. ratio (%)	Unit weight (kg/m ³)				Compressive strength (kgf/cm ²)
				Water	Cement	Fine agg.	Coarse agg.	
25	8	54	44.1	178	330	698	1268	287

정적실험은 단면성능 및 Web상의 Punch Hole 형상에 따른 정적성능을 비교하기 위하여 계획하였고, 시험체의 구조제원은 Table 3과 Fig. 2~Fig. 4과 같다.

I형강 정적실험은 단순지지된 길이 2400 mm(경간거리 2200 mm)의 시험체 중앙에 선하중(Line load)형태로 재하 속도 25 kgf/sec로 3.0 tonf 까지는 하중제어로 재하하고, 3.0 tonf 부터 파괴시까지의 변위제어로 재하하였다.

2.3.2 I-170형강(2열) 시험체의 피로시험

피로시험체는 I-170FD와 I-170FM의 2종류로서 I-170FD는 배력근 점용접 위치에 따른 I형강의 피로성능 비교를⁴⁾ 위한 시험체로서 Fig. 2의 I-170SC 형강 2열에 상부 배력근은 상부플랜지 윗면에, 하부 배력근은 Web의 Punch Hole에 점용접하여 설치하였다. 특히, Fig. 5에 보인 바와 같이 I형강 시험체의 중앙으로부터 좌측 배력근은 Punch Hole 측면에 점용접하고 및 우측 배력근은 Punch Hole 하부에 점용접을 하였다. 나머지 1열은 반대 형태로 점용접하였다.

그리고, I-170FM 시험체는 I형강 Web의 Punch Hole 형상에 따른 피로성능을 비교하기 위하여 제작하였다. 한편, 실험오차를 줄이기 위하여 2열 I형강을 사용하였으며, Photo. 1에 보이는 바와 같이 1열은 시험체 중앙에서 좌측은 삼각형 형상을, 우측은 반원형 형상으로 제작하였으며, 나머지 1열은 반대 형상으로 제작하였다. 그리고 Punch Hole로 전달되는 용접영향을 배제하기 위하여 배력근은 배근하지 않았으나 2열 I형강의 일체화 거동을 위하여 상부에 띠강판으로 연결하였다⁵⁾.

본 실험은 정적 재하시험과 마찬가지로 단순 지지된 경간거리 2200 mm의 피로시험체 중앙에 선하중(Line load)으로 재하하였다. 재하하중 최대값(P_{max})은 항복하중(P_y)의 75%인 4.5 tonf으로 결정하였고, 최소값(P_{min})은 항복하중(P_y)의 10%인 0.6 tonf으로 설정하였으며, 재하속도는 2.5 H₂에서 시험체 파단시까지 반복 재하하였다.

2.3.3 I형강에 대한 수치해석

범용구조해석 프로그램인 SAP2000을 사용하여, I-150ST, I-170ST, I-170SC의 I형강을 정적 해석하였으며, 각각의 해석모델은 Web상의 Punch Hole 형상에 따른 최대응력 발생위치와 응력집중을 파악하기 위하여 Fig. 6과 같이 2개의 Punch Hole만을 포함한 I형강을 사용하였다.

본 해석에서 Boundary Condition은 실험과 동일한 조건인 Simple Support를 적용하였고, Element Type은 4절점 Plane Stress 요소로, 그리고 Punch Hole 주변은 9절점으로 해석하였다.

그리고 정적 성능 검토를 위하여 탄성 영역내에 선형거동을 고려하여 임의의 단위하중으로 100 kgf를 재하하여 최대응력이 발생하는 위치를 파악하여 정적실험에서 나타난 항복점 위치와 비교하였다.

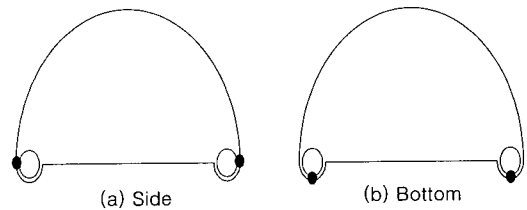


Fig. 5 Tag welding position of distribution bar



Photo 1 View of experiment

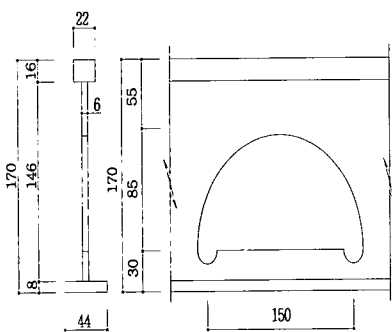


Fig. 2 I-170SC specimen

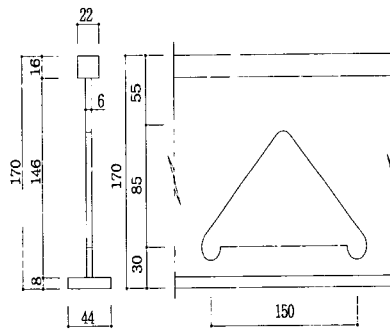


Fig. 3 I-170ST specimen

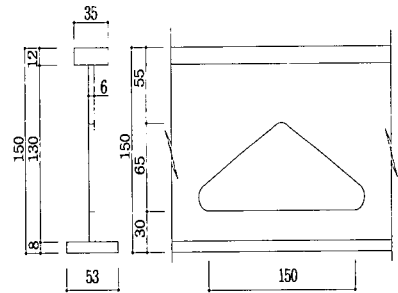


Fig. 4 I-150ST specimen

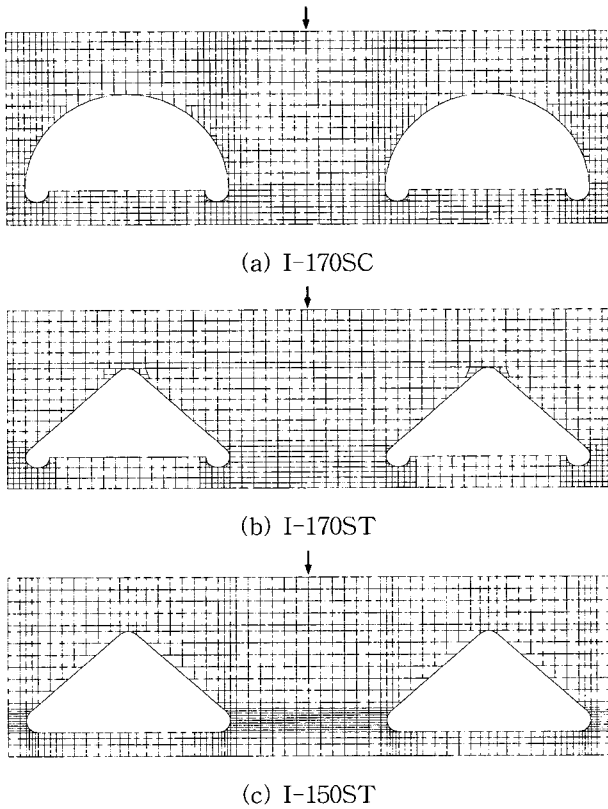


Fig. 6 Modeling of specimens

또한, Punch Hole 형상에 따른 Hole 주변의 절점에서 발생하는 응력값으로 응력집중계수를 구하여 피로성능을 비교하였다.

2.3.4 RC 및 I형강 SLAB에 대한 정적시험

정적시험은 RC 바닥판과 I형강 합성바닥판의 정적성능을 비교하고, 파괴형상을 조사하기 위하여 수행하였다.

시험체는 일반적인 RC 바닥판 주철근의 인장강도와 I형강 합성바닥판의 I형강의 하부플랜지가 유사한 인장강도를 갖도록 가정하여 설계하였다. RC 바닥판의 배근은 하부 주철근과 배력근은 D19에 중심 간격 15 cm, 상부 압축 철근 및 배력근은 시방서 규정대로 하부의 50%인 D19에 중심 간격 30 cm로 제작하였고, I형강 합성바닥판은 I형강 실험결과에 따라 I-170SC를 주부재료하여 중심 간격이 15 cm로 배치하고 배력근은 상부는 15 cm, 하부는 30 cm로 제작하였다⁶⁾.

그리고 I형강 합성바닥판은 하부의 균열 관측을 위하여 하부 및 측면에 아연저판을 설치하지 않았으며, 배력근은 3.2의 I형강 피로시험 결과에 따라 상부배력근은 I형강 상부플랜지 상면에, 하부배력근은 Web의 Punch Hole 측면에 점용접하였다.

본 실험은 단순지지된 경간거리 2200 mm x 폭 2100 mm의 시험체로 RC 바닥판의 두께는 250 mm이고, I형강 합

성바닥판의 두께는 우리나라에서는 I형강 합성바닥판에 대한 규정이 없기 때문에 도로교 설계기준에 있는 철근콘크리트 바닥판의 최소 두께 규정인 220 mm로 결정하였다³⁾.

하중은 시험체 바닥판의 중앙에 차량하중 타이어 면적인 200 mm x 500 mm로 30.0 tonf 까지는 하중체어로 그 이후 파괴시까지의 변위체어로 재하하였다.

Table 4에 RC 바닥판과 I형강 합성바닥판을 비교하였다.

3. 실험 결과 및 분석

3.1 I형강(1열) 정적실험

I형강 부재실험은 본 연구에서 계획한 I-170SC 부재와 I-150ST 부재와의 정적성능을 비교하고, 또한 Punch Hole의 형상에 따른 I형강 성능을 평가하는데 목적이 있다.

실험수행결과 시험체는 항복시까지의 휨거동을 하였으며 파괴는 제작변형과 편심하중으로 인한 Lateral Buckling으로 파괴되었다. 따라서 실험결과는 Table 5 및 Fig. 7, Fig. 8과 같이 항복하중은 강성이 다소 큰 I-170시험체가 높았으나, 파괴하중은 높이가 낮은 I-150 부재가 큰 것으로 나타났다. 또한, 항복위치는 모든 시험체가 Fig. 7에 표시한 것과 같이 하부플랜지가 아닌 Web상의 Punch Hole 우측하단에서 항복하였다. 그리고 I-170SC와 I-170ST의 Punch Hole 형상에 따른 결과는 단면 손실이 적은 I-170ST 부재의 항복하중이 다소 크게 나타났다.

3.2 I형강의 피로실험

Table 4 Major difference between R.C slab and I-beam concrete slab

	RC slab	I-beam Concrete slab
Tension steel	SD 30	SWS 400
Yield strength	3,000 (kgf/cm ²)	2,400 (kgf/cm ²)
Space	D19 @ 150	I-170 @ 150
Section area	19.1 cm ² /M	23.58 cm ² /M
I value	139,378 cm ⁴ /M	93,097 cm ⁴ /M
Tension capacity (T = A _s f _y) [*]	57.3 tonf	56.6 tonf
Thickness	25 cm	22 cm

* The tension capacity of I-beam concrete slab was calculated based on only the sectional area of lower-flange because of punch holes in the web.

Table 5 Static test results for I-beams

	I-170SC	I-170ST	I-150ST
Yield load	3.0 tonf	3.5 tonf	2.8 tonf
Failure load	3.7 tonf	4.4 tonf	5.2 tonf
Yield displacement	7.2 mm	7.3 mm	6.8 mm

Punch Hole 형상(삼각형, 반원형)의 피로 성능을 파악하기 위한 혼합형 Punch Hole I형강 시험체(I-170FM)와 하부배력근을 Punch Hole에 고정을 시키기 위해 점용접 위치(Hole하부, Hole측면)에 따른 피로성능을 파악하기 위한 반원형 Punch Hole I형강 시험체(I-170FD)에 대하여 피로실험을 수행하였다. 시험체는 실험오차를 줄이기 위하여 부재를 2열로 대칭을 이루어 제작하였다.

Fig. 9에서 보는 바와 같이 I-170FM의 경우 실험초기에는 양부재에서 정적실험과 동일하게 Punch Hole로 인하여 단면 손실이 큰 반원형에서 변형률이 다소 크게 나타났다. 그러나, 탄성영역에서 삼각형 단면이 반원형 단면보다 낮은 변형률이 꾸준히 유지되다가 32만회 근처에서 급격히 비탄성 거동을 보이며 항복한 것에 반하여 반원형 단면의 경우 탄성영역에서 꾸준한 증가 추세를 보이고 있다.

Table 6에 나타난 결과와 같이 피로횟수가 누적됨에 따라 반원형 Hole보다 삼각형 Hole의 변형률이 크게 증가하여, 삼각형 Hole에서 먼저 항복을 나타내었고 균열도 먼저 발생하였다.

Fig. 9의 "A"에서 나타난 변형률의 저하는 국부좌굴의 영향 및 지점 변위의 영향으로 판단되어 진다. 따라서 반원형이 정적강도는 다소 떨어지나 피로 성능은 우수한 것으로 나타났다.

그리고 I-170FD시험체는 Punch Hole 측면에 점용접한 경우의 균열은 변형률값과 육안관측으로 파악하였으며, Punch Hole 하부에 점용접한 경우에는 용접으로 인하여 Hole 하부에 gage 부착이 불가능하여 용접부 측면에 부착하였다. Fig. 10의 하부용접의 경우 약 10만회 이후부터 변형률의 값이 일정하게 감소되고 있으며 이는 육안으로 관측할 수 없는 미세 균열이 발생하고 있음을 의미하고 있다. 또한, 정확한 항복시점은 알 수 없지만 대략 10~15만회 사이에서 항복된 것으로 추측할 수 있다. 그리고, Fig. 10 및 Table 6에서 보인 바와 같이 측면 및 하부 점용접 경우의 육안관측에 의한 균열 발생시점 피로하중 횟수는 각각 19만회 및 16만회로 계속되었다.

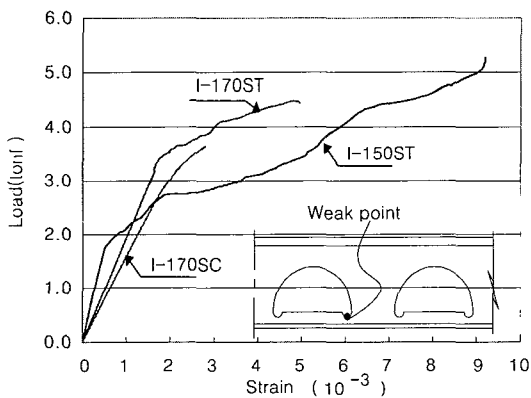


Fig. 7 P-ε curves at weak point

실험결과 양부재가 동일하게 하부측에 용접한 부분에서 균열이 먼저 발생하였다. 이는 휨모멘트와 전단응력이 조합하중으로 작용하는 곳인 Punch Hole 하부에 점용접으로 인한 응력집중이 발생하여, 상대적으로 조합응력이 집중되는 곳을 피해 Punch Hole 측면에 점용접한 부재보다 균열이 먼저 발생되었다. 따라서 배력근 점용접위치에 따른 피로수명에서는 Punch Hole 하부 보다 Punch Hole 측면에 점용접하는 경우가 피로에 우수함을 확인하게 되었다.

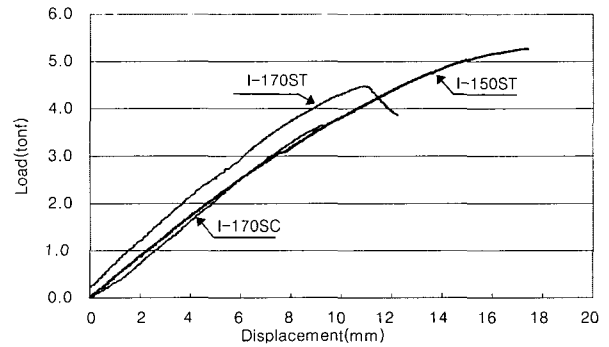


Fig. 8 P-δ curves at the middle of specimens

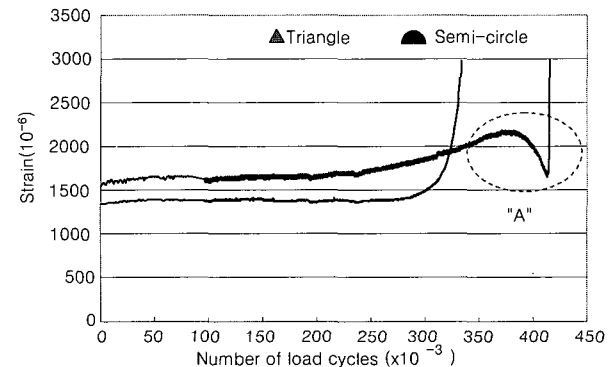


Fig. 9 Strain curves of I-170FM

Table 6 Number of load cycles for fatigue test

	I-170FM (x10 ³)		I-170FD (x10 ³)	
	Triangle	Semi-circle	Side	Bottom
Yield	320	420	170	***
Crack occurrence	340	430	190	160
Failure	470	*	**	265

* As shown in Photo 2, static test was ended due to the failure by the cracks which was initiated from the bar saddle of triangular punch hole in the web, and were extended to the lower flange.

** As shown in photo 3, static test was ended due to the failure by the cracks which was initiated from the tag welding point under the distribution bar, and was extended to the lower flange.

*** It was not possible to find a spot to attach a strain gauge under the tag welded area. Since the strain gauge was attached at the side of the tag welded point, therefore, the strain measurements could not compare with corresponding measurement of other test specimens.

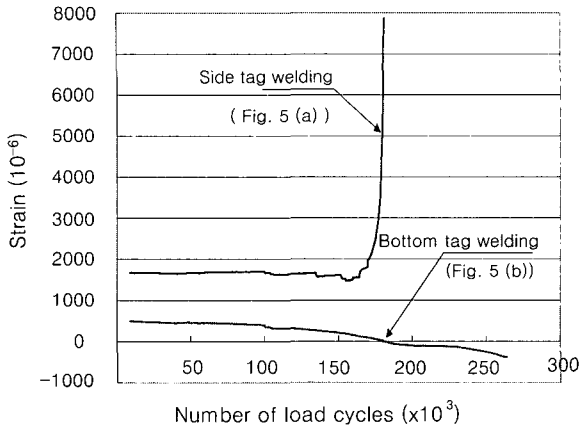


Fig. 10 Strain curves of I-170FD

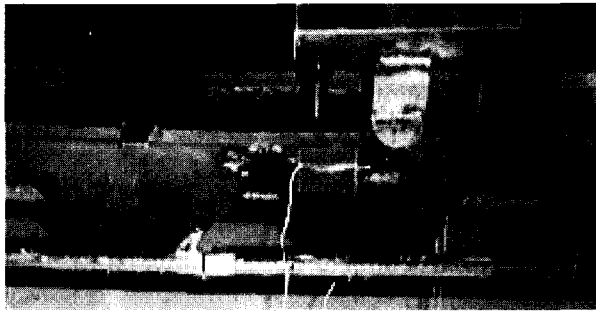


Photo 2 Fatigue test for I-170FM



Photo 3 Fatigue test for I-170FD

3.3 I형강에 대한 수치해석

본 해석에서 사용한 모델을 이용하여 단위하중 100 kgf에 대한 해석결과는 Fig. 11과 같이 최대응력 발생점은 I-170ST, I-170SC, I-150ST 모두 정적실험결과와 동일하게 부재 중앙 단면의 하단이 아닌 Web상의 Punch Hole의 외측 하단에서 최대 응력이 발생하였으며, 세 부재의 Stress값 또한 Table 7과 같이 실험결과와 동일하게 I-170ST, I-170SC, I-150ST 순으로 나타났다.

또한, 정적 재하 능력이 부족함에도 불구하고 뛰어난 피로성능을 보인 I-170SC의 반원형 Punch Hole형상과

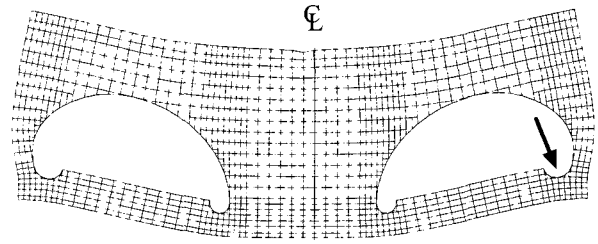


Fig. 11 Deformed shape of I-170SC

Table 7 Finite element analysis

Specimen	Max stress (kgf/cm ²)	Position at max stress
I-150ST	339	Outer bar saddle in punch hole
I-170SC	293	"
I-170ST	253	"

비교 대상인 I-170ST의 삼각형 Punch Hole형상에 관하여 피로 성능을 해석적으로 규명하였다.

해석 모델에 대하여 모의 시험하중을 입력하였을 때 동일한 재료 및 시험 조건에서 Punch Hole 우각부에서 발생하는 최대 응력 f_{max} 와 Punch Hole 둘레의 절점에서 발생하는 응력들의 평균으로 f_{nom} 을 구하여, Punch Hole 형상에 따르는 응력 집중계수 K 를 구하였는데, 이는 평균 응력과 최대 응력 간의 비율로 K 값이 작다는 것은 응력 집중의 효과가 크지 않다는 것을 의미한다.

$$K = \frac{f_{max}}{f_{nom}} \quad (1)$$

여기서, K 는 응력 집중계수, f_{max} 는 최대 응력 그리고 f_{nom} 은 평균응력이다.

따라서, 해석모델에 대하여 유한요소 해석을 수행한 후, Web Hole 형상에 따른 Punch Hole 주위 절점에서의 응력 분포를 조사하였다(Fig. 12 참조). 또한 Punch Hole 주위 절점 응력값들의 평균값(f_{nom})과 최대값(f_{max})을 구하여 응력 집중계수를 구하였다. (Table 8 참조)

분석 결과 Fig. 12에서와 같이 주어진 하중조건 하에서 단면 형상에 따라 발생할 수 있는 수치해석에 의한 응력 집중은 반원형 단면이 삼각형 단면보다 고른 응력분포를 나타내어, 우각부에 전달되는 응력을 효과적으로 분산시킨 것으로 판단되어 지며 Fig. 9에서 실험적으로 증명되었다. 즉, 삼각형 단면보다 반원형 단면이 피로하중에 대하여 응력 분산의 효과가 우수하여, 피로성능이 탁월함을 확인하

였다.

3.4 단순 바닥판 정적실험

본 실험은 교량 바닥판에서 일반적으로 쓰이는 RC 바닥판과 유사한 항복강도를 갖도록 설계한 I형강 합성바닥판의 정적성능을 비교하고, I형강 합성바닥판의 파괴mode를 파악하는데 그 목적이 있다.

정적 실험 결과를 정리하면, I형강 합성바닥판은 I형강 정적실험과 마찬가지로 항복위치는 Punch Hole 하부와 하부플랜지에 설치한 Strain gage의 값을 분석한 결과, 하부플랜지가 아닌 Punch Hole 하단에서 먼저 항복하였으며(Table 9 및 Fig. 13참조), RC 바닥판의 주철근과 I형강 합성바닥판의 I형강 Web상의 Punch Hole 하단의 항복하중은 다소 유사한 값을 보였다. 주철근의 경우 40.0 tonf 이고, I형강 Web상의 Punch Hole 하단은 46.0 tonf 에서 항복을 하였지만, 구조물이 항복하는 경우 RC 바닥판은 50.0 tonf, I형강 합성바닥판은 75.0 tonf으로 상당히 큰 차이를 보였다(Fig. 14). 이는 RC 바닥판은 주철근이 항복하면서 구조물 전체가 탄성범위를 넘어서지만, I형강 합성바닥판은 I형강의 Punch Hole 하부가 항복을 하여도 하부 flange가 탄성범위내에 있어서 구조물의 거동이 전체적으로 탄성체로서 거동을 한 것으로 판단되며, 하부 flange가 항복한 후에 구조물이 탄성범위를 넘어서는 것으로 판단된다.

Table 8 Coefficient of stress concentration for test specimens

	Semi-circle (I-170SC)	Triangle (I-170ST)
f_{max} (kgf/cm ²)	293	253
f_{nom} (kgf/cm ²)	37.5	32.0
Coefficient of stress concentration (K)	7.81	7.91

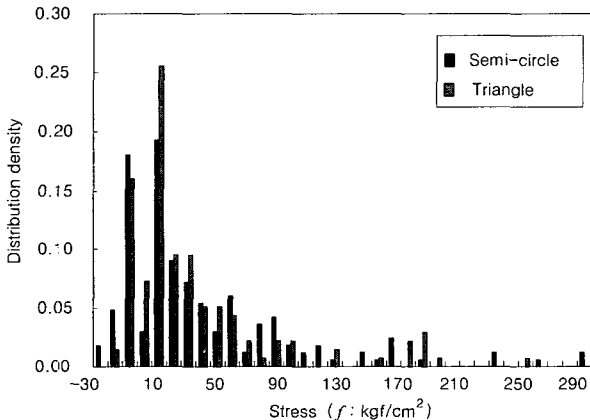


Fig. 12 Histogram of stress distribution density on the shape of punch hole

Table 9 Results of static test for slab

Specimen	Yield load	Failure load	Yield displacement
RC slab	40.0 tonf	63.7 tonf	5.88 mm
I-Beam concrete slab	46.0 tonf	*	4.86 mm

* I-beam concrete slab did not fail at 100 tonf which was the load capacity of the loading equipment

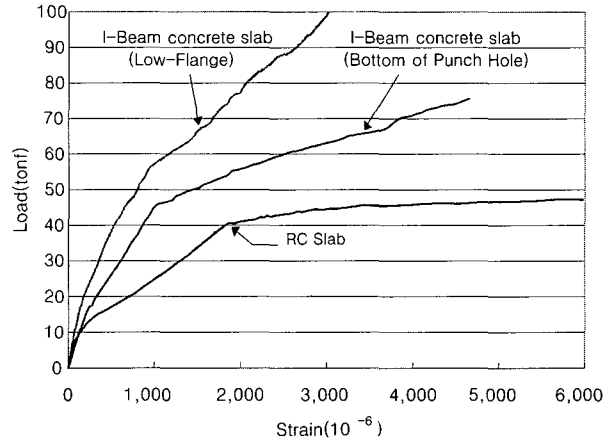


Fig. 13 P-ε Curves

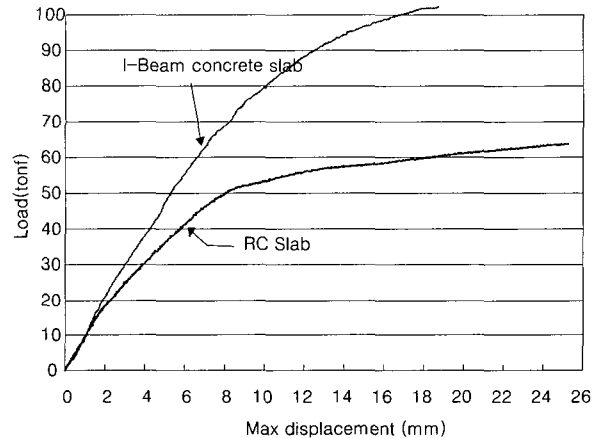


Fig. 14 P-δ Curves

4. 결 론

본 실험의 결과로 부터 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1) Punch hole 형상에 따른 정적 성능면에서 Table 5 및 Fig. 7에서 보인바와 같이 단면손실이 적은 삼각형 단면이 반원형 단면보다 우수하였으나, 피로성능은 Table 6 및 Fig. 9에서 보인바와 같이 반원형이 삼각형보다 우수하였음을 확인하였다.

2) 배력근의 점용접위치에 따른 피로성능은 Table 6 및 Fig. 10에서 보인바와 같이 점용접위치가 Punch Hole 하부보다 측면이 피로성능이 우수함을 확인하였다.

3) 정적 실험 결과 I형강 합성바닥판이 유사한 단면성능을 갖도록 설계한 RC 바닥판에 비하여 우수한 정적성능을 갖고 있다. 이는 I형강 합성바닥판이 대부분의 하중을 I형강이 효과적으로 받는 것으로 판단된다.

또한, 충격계수를 포함한 설계하중 (DB-24) 이하의 범위에서는 Fig. 13 및 Fig. 14에서 보이는 바와 같이 22 cm 두께의 I형강 합성바닥판과 25 cm 두께의 RC 바닥판의 변형률과 처짐이 매우 유사함을 알 수 있다. 따라서, 설계하중 범위에서는 I형강 합성바닥판은 두께가 감소되는 만큼인 12% 이상의 고정하중 감소 효과를 기대할 수 있다고 판단된다.

감사의 글

본 연구의 일부는 2000년 중앙대학교 교내연구비 지원 프로그램에 의하여 연구되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 松井繁之 외, "I 形鋼格子床版," 鋼橋と基礎 98-7, pp.45~51.
2. 大田孝二 외, "鋼少數主桁橋に適用するI形格子床版の設計法に関する考察," 鋼橋と基礎 98-7, pp.45~51
3. "도로교설계기준," 건설교통부, 2000.
4. "I 形鋼格子床版の少化疲労耐久性に関する研究," 構造係大セ"ミ資料, 1996.1.29.
5. "I 形鋼格子床版の劣化機構と疲労耐久性に関する研究," 構造係大セ"ミ資料, 1996.6.3.
6. "I 形鋼格子床版設計資料," 建設省土木研究所資料 第308号, 1967.4.
7. 정영수 외, "I 형강 격자 상판에 대한 실험적 연구," 한국콘크리트학회 학술발표회 논문집, 제12권 1호, 2000.5, pp458~463.
8. 정영수 외, "I 형강 격자 상판에 대한 실험적 연구," 대한토목학회 학술발표회 논문집(I), 2000. 10, pp377~380.

요 약

최근 교량상 통과하중의 증대 및 교통량증대로 공용중의 교량의 바닥판은 가혹한 하중하에서 편칭등의 파괴가 발생하여 사용상에 중대한 영향을 미치고 있는 실정이다. 이로 인한 바닥의 보수나 교체공사등이 급격히 증가되어 신속 간편하며, 보수시 교통통제를 최소화 할 수 있고 또한 신뢰성이 있는 바닥판 시공법이 필요하게 되었다. 따라서 본 연구의 목적은 교량구조물 바닥판의 신설/교체공사에 있어서 신속한 시공과 신뢰성 있는 품질관리, 교통통제의 최소화를 위해 공장 또는 제작장에서 바닥판 구조물의 주부재로서 I형강을 배치하고 거푸집(저판)을 조립하여 패널을 제작한 후 현장에서는 패널의 설치 및 연결부에 콘크리트를 타설하여 바닥판을 시공하는 공법을 개발하는데 그 목적이 있다.

따라서 본 연구에서는 I형강 합성바닥판 개발에 필요한 I형강 자체의 역학적, 구조적 특성에 대하여 기초적인 물성 실험인 정적·피로성능 실험을 수행하였으며, I형강 합성바닥판 및 유사한 성능의 바닥판 시험체를 제작하여 정적실험을 수행 비교하였다. 그리고 본 실험 연구 결과 I형강 합성바닥판의 우수성을 확인하였다.

핵심용어 : 교량 바닥판, I형강 합성바닥판, 정적실험, 피로실험, 교량 상부구조