

## 프리스트레스를 도입한 프리캐스트 콘크리트 교량바닥판의 편창전단강도

정철현<sup>1)</sup>\* · 류형근<sup>2)</sup> · 정운용<sup>3)</sup> · 김인규<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> 대우건설기술연구소 <sup>2)</sup> 서울대학교 지구환경시스템 공학부 <sup>3)</sup> 도로연구소

(2001년 11월 30일 원고접수, 2002년 6월 28일 심사완료)

## Punching Shear Strength of Prestressed Precast Concrete Deck

Chul-Hun Chung<sup>1)\*</sup>, Hyung-Keun Ryu<sup>2)</sup>, Un-Yong Jeong<sup>3)</sup>, and In-Kyu Kim<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Daewoo Institute of Construction Technology, Suwon, 440 210, Korea

<sup>2)</sup> Seoul National University, Seoul, 151 742, Korea

<sup>3)</sup> Highway Research Center, Seongnam, 461 703, Korea

(Received November 30, 2001, Accepted June 28, 2002)

### ABSTRACT

Recently, the failure case of the bridge deck slabs have been increasing in Korea and it was observed that the failure modes of most deck slabs collapsed were not caused by flexural moment but by local punching shear. The main reason of the failures was the punching shear failure of deck slabs under heavy truck traffics. This paper presents test results obtained from punching shear tests performed on prestressed precast deck specimens. Cracking patterns, failure modes, deflections, and stresses are included as well as discussion of the punching shear strength observed during punching shear tests. Static test specimens had punching shear failures at loads much higher than predicted by the current codes. Tests results indicate that current code provisions appear to be conservative.

**Keywords :** prestressed precast concrete deck, punching shear strength, failure mode

### 1. 서 론

지난 몇십년 동안 국내에 건설된 교량 바닥판의 대부분은 현장타설 RC바닥판으로서, 공용중인 많은 바닥판이 재료연화와 과다한 트럭통행 하중으로 인해 보수 및 보강의 필요성이 제기되고 있다. 교량구조물에서 바닥판은 윤하중에 의한 폐로하중을 대부분 받는 부재로서 교통량 증대 및 차량의 대형화에 따른 영향을 크게 받는다. 이와 같은 사실에도 불구하고 현재 교량바닥판은 폐로에 대한 설계가 미흡한 실정이다.

바닥판의 폐로하중은 콘크리트와 철근의 점진적인 손상을 유발한다. 기존 연구에서 철근콘크리트 바닥판의 폐로하중하에서의 파괴메커니즘에 대한 구명은 많이 이루어졌으나, 국내외적으로 프리스트레스 콘크리트 교량바닥판의 파괴메커니즘 및 폐로내구성에 대해서는 연구가 아주 미흡한 실정이다. 교축방향으로 도입되는 프리스트레스는 바닥판에서 교축직각 방향의 관통균열에 의한 RC바닥판의 보거동화를 억제시킴으로서 내구성 향상을 이루기 위한 효과적인 방법인 것으로 판단된다. 松井<sup>1)</sup> 등은 교축방향으로 프리스트레스가 도입된 바닥판의 폐로내구성을 평가

하는 연구를 수행하였으나, 시험체 바닥판의 두께가 6cm 정도로 실물의 1/3 모델에 의한 결과로서 실물 크기의 바닥판에서 나타나는 파괴거동 및 편창전단강도와는 크기효과로 인한 차이가 존재할 것으로 판단된다. 또한, 현재 RC바닥판의 편창전단강도를 평가하는 평가식을 프리스트레스가 도입되는 PSC바닥판에 대해서 동일한 방법으로 적용 가능한지는 검토가 필요하기 때문에 PSC바닥판의 편창전단내하력에 대해서 연구가 필요하다.

본 연구에서는 교축방향으로 프리스트레스가 도입되는 실물 크기의 프리캐스트 콘크리트 바닥판의 편창전단강도 실험을 수행하여 콘크리트 강도, 비부착식 및 부착식으로 교축방향으로 도입되는 프리스트레스가 편창전단내하력에 미치는 영향을 평가하였다.

### 2. RC바닥판의 편창전단

1975년 Batchelor 등은 편창전단파괴에 대한 수학적 모델을 가정하여 합성형 교량바닥판의 전단파괴하중과 바닥판의 유효높이, 지간/두께와의 상관관계를 유도하였다<sup>2)</sup>.

1990년 Fang 등은 원형교량을 시험용으로 제작하여 정적재하실험 및 폐로실험을 수행하여 바닥판의 휨강도 및 폐로하중하 강성변화를 평가하였다<sup>3)</sup>. 1988년 Perdikaris 등은 경간이 50 m인 교량을 1/6 축척을 갖는 모형교량으

\* Corresponding author

Tel : 031-250-1187 Fax : 031-250-1131

E-mail : chchung@mail.dwconst.co.kr

로 제작하여 고정하중과 이동하중이 교량바닥판에 미치는 차이를 분석하여 결과로서 바닥판의 등방배근을 제안하였다<sup>4)</sup>. 1992년 오사카 대학의 松井은 수년간의 현장조사를 통하여 교량바닥판의 거동을 파악하기 위해서는 이동하중에 의한 바닥판의 노후화 모델이 필요하다고 주장하여 윤하중주행시험기를 개발하여 광범위한 실내시험을 수행하였다. 이 연구결과를 통해서 이동하중에 의한 교량바닥판의 피로수명을 예측하는 모델 및 실험식을 유도하였다<sup>5)</sup>. 국내에서는 RC바닥판에 대해서 모형교량 실험<sup>6)</sup> 및 실교 바닥판<sup>7)</sup>에 대해서 편성전단 연구가 수행되었다. 이외에도 RC바닥판의 피로파괴에 대한 연구가 수행되었다<sup>8)</sup>.

현행 시방서에서는 식(1)과 같이 RC바닥판 편성전단에 대한 내하력 산정식을 규정하고 있으나<sup>9)</sup>, 편성전단에 영향을 미치는 주요 변수들이 적절히 고려되지 못하고 있다.

$$V_{KOREA(AASHTO)} = 0.27 \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f_{ck}} b_p d \quad (1)$$

여기서,  $\beta_c$  : 윤하중 접지면의 긴 변과 짧은 변의 비  
 $f_{ck}$  : 설계기준강도 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )  
 $b_p$  : 위험단면의 주변길이 (cm)  
 $d$  : 유효높이 (cm)

또 다른 평가식으로 실 교량의 윤하중실험을 통해서 얻어진 松井<sup>5)</sup>의 제안식은 바닥판의 실제 편성 전단파괴 메카니즘을 고려하여 유도된 것으로 평가받고 있으며, 식(2)와 같다.

$$P_s = \tau_{s \cdot \max} \{ 2(a + 2x_m)x_d + 2(b + 2x_d)x_m \} + \sigma_{t \cdot \max} \{ 2(4C_d + 2d_d + b)C_m + 2(a + 2d_m)C_d \} \quad (2)$$

$$\tau_{s \cdot \max} = 0.252\sigma_{ck} - 0.000246\sigma_{ck}^2 \quad (3)$$

$$\sigma_{t \cdot \max} = 0.583(\sigma_{ck})^{2/3} \quad (4)$$

여기서,  $P_s$  : 편성전단 내하력 ( $\text{kgf}$ )  
 $\tau_{s \cdot \max}$  : 콘크리트의 최대전단응력 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )  
 $\sigma_{t \cdot \max}$  : 콘크리트의 최대인장응력 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )  
 $\sigma_{ck}$  : 설계기준강도 ( $\text{kgf}/\text{cm}^2$ )  
 $a, b$  : 주철근 방향, 배력철근 방향 재하면의 변  
 장 (cm)  
 $x_m, x_d$  : 인장축 콘크리트를 무시한 주철근단면,  
 배력철근 단면의 중립축 거리 (cm)  
 $d_m, d_d$  : 인장축 주철근, 배력철근의 유효높이  
 (cm)  
 $C_m, C_d$  : 인장축 주철근, 배력철근의 덮개(cm)

국내 및 AASHTO 규정에 의해서 산정되는 편성전단 강도는 松井의 실험식보다 낮게 평가되며<sup>7)</sup>, 이는 시방서에 규정된 산정식에서는 압축강도, 바닥판의 유효높이, 윤하중 접지면의 둘레길이 등이 고려되고 있지만, 편성전단 내하력에 주요한 영향을 미치는 바닥판의 철근비, 주형의 간격 및 주형과 전단연결재 등에 의한 횡방향 구속력 등이 고려되지 못하기 때문이다.

### 3. PSC바닥판의 편성전단

국내에서 시공이 증가되고 있는 일방향 PSC바닥판의 편성전단 내하력 평가식은 현행도로교시방서에서 이에 대한 규정이 없는 실정이다. 松井<sup>1)</sup>은 두께 6 cm인 PSC바닥판 시험체의 실험결과를 이용해 RC바닥판에 대해서 제안한 식(2)를 PSC바닥판에 적용할 수 있는 평가식으로 확장하였다. 프리스트레스의 도입으로 변화되는 변수는 전단파괴면의 각도변화, 압축축 콘크리트부에서의 순전단강도의 변화, 인장축 철근부에서의 다웰효과에 의한 박리파괴 영역의 인장응력 분포의 변화, 바닥판 중립축의 변화 등으로서 이를 영향을 고려하여 편성전단 평가식이 제안되었으며, 식(5)와 같다.

$$\begin{aligned} P &= \tau_{1 \cdot \max} \{ 2(a + 2x_m/\tan \theta_m)x_d/\tan \theta_d \\ &\quad + 2(b + 2x_d/\tan \theta_d)x_m/\tan \theta_m \} \\ &\quad + \sigma_{1 \cdot \max} \{ 2(a + 2d_m/\tan \theta_m)C_d \\ &\quad + 2(b + 2d_d/\tan \theta_d + 2C_d)C_m \} \\ &\quad + \sigma_{1 \cdot \max} \{ n_{pm} \cdot 2C_{pm} \cdot 2C_{pm} + n_{pd} \cdot 2C_{pd} \cdot 2C_{pd} \} \\ \tau_{1 \cdot \max} &= 2.214 \sigma_{ck}^{0.553} \quad (\text{kg}/\text{cm}^2) \\ \sigma_{1 \cdot \max} &= 0.583 \sigma_{ck}^{(2/3)} \quad (\text{kg}/\text{cm}^2) \end{aligned} \quad (5)$$

여기서,  $\theta_m, \theta_d$  : 전단파괴면의 각도  
 $n_{pm}, n_{pd}$  : 전단파괴 영역에 있는 주철근, 배  
 력철근 방향의 PC 강재의 수  
 $C_{pm}, C_{pd}$  : 전단파괴 영역에 있는 주철근, 배  
 력철근 방향의 PC 강재로부터 인  
 장축 주철근, 배력철근까지의 거  
 리

식(5)는 프리스트레스의 도입으로 편성전단 파괴면의 각도가 작아져서 하중에 대한 저항범위가 넓어지게 되어 PSC바닥판의 편성전단 내하력이 향상된다. PSC바닥판의 편성전단 관련 실험자료가 거의 없어 바닥판 두께 6 cm의 실험결과를 통해서 유도된 식(5)의 적용범위를 명확히 하기 위해서는 자료의 축척이 필요하다.

## 4. 비부착 PSC바닥판의 편침전단 실험

### 4.1 합성형교량의 설계 및 제작

교축방향으로 프리스트레스가 도입되는 프리캐스트 바닥판을 갖는 2주형 합성형교량은 현행시방서의 1등교 수준으로 설계되었다. 경간장은 8.4 m이고 교폭은 3.9 m로서 바닥판의 두께는 20 cm이다. 바닥판 콘크리트의 설계강도는  $300 \text{ kgf/cm}^2$ 이며, 타설시 제작된 공시체의 28일 압축강도는  $430 \text{ kgf/cm}^2$ 이다. 바닥판에 사용된 철근은 SD40으로 주철근은 D19, 배력철근은 D13을 사용하였고, 3개의 시편에 대해서 인장실험을 수행한 결과 항복응력은 평균  $5605 \text{ kgf/cm}^2$ 이었다. 교축방향으로 도입되는 프리스트레스는 프리캐스트 바닥판 조립이 완료된 후, 포스트텐션 방식으로 바닥판에  $30 \text{ kgf/cm}^2$ 의 압축력을 도입하였으며, 사용된 긴장재는 직경이 24.3 mm인 7연선으로서 단면내에서 긴장재는 50 cm 간격으로 총 9개가 배치되었다. 긴장재의 재료실험은 별도로 수행하지 않고 제품 생산업체에서 제공한 실험결과를 이용하였다(인장하중 :  $56.3 \text{ tonf}$ , 항복점하중 :  $50.6 \text{ tonf}$ , 신장률 : 6.6 %, 탄성계수 :  $19300 \text{ kgf/mm}^2$ , 리랙세이션 : 0.71 %). 편침전단 실험에 사용된 합성형 교량의 단면형상은 Fig. 1과 같다.

### 4.2 실험방법 및 측정내용

본 실험을 통해서 교축방향으로 프리스트레스가 도입된 비부착 PSC바닥판의 편침전단강도를 평가하고, 설계하중에 대한 안전율을 평가하였다. 편침전단 실험은 3단계로 수행되었는데 I 단계로  $30 \text{ tonf}$ 을 기준으로 3회 재하하고, II 단계로  $60 \text{ tonf}$ 을 기준으로 3회 재하하여 균열의 양상을 각 단계별로 기록하였다. 마지막 III 단계에서는 변위제어로 편침전단이 일어날 때까지 하중을 증가시켜 파괴모드 및 파괴하중을 측정하였다. 하중은  $100 \text{ tonf}$  용량의 가력기를 사용하였고, 하중재하시 콘크리트 바닥판 상부와 맞닿는 부분은 차량의 접지면적을 모사하여  $200 \times 500 \text{ mm}$ 의 강판을 설치하였으며, 하중재하장치, 반력프레임 및 실험대상 교량의 형상은 Fig. 2와 같다.

### 4.3 실험결과

바닥판의 파괴실험을 통해서 편침전단강도, 파괴양상 및 파괴모드를 측정하였다. 바닥판의 편침파괴시 하중은 충격효과를 고려한 설계하중의 약 5.5배 수준인  $68.5 \text{ tonf}$ 으로 측정되었다.

하부의 파괴면을 살펴보면 횡방향으로는 현치부가 시작되는 지점까지 파괴면을 이루고 있으며, 하부 파괴면의 크기는 약  $156 \text{ cm} \times 200 \text{ cm}$ 의 크기로 나타났으며, 파괴시

상부의 파괴면과 하단면에 발생한 균열 형상은 Fig. 3과 같다. 이를 근거로 균열 경사각과 편침전단 파괴하중을 산정하는데 이용하였다. 그럼에서 I, II, III은 본문 중에서 설명된 하중 재하 단계이다.

최초 균열발생 하중은 약  $13 \text{ tonf}$ 으로 예상 균열하중  $10 \text{ tonf}$ 을 상회하는 수준에서 교축방향으로 균열이 처음 발생하였다.

파괴실험시 바닥판 상부에서 함몰된 양상을 보인 것이 Fig. 4(a)이고, 균열발생 부위를 제거한 후의 모습이 Fig. 4(b)이다.

파괴실험이 끝나고 바닥판을 해체한 후의 바닥판간 이음부 단면에서 관찰된 균열의 양상은 Fig. 5와 같다. 균열이 바닥판간 이음부에서 집중되지 않고 바닥판내로 분산 및 연속되는 것과 또한 최초 균열이 발생한 지점이 이음부가 아닌 바닥판내에서 예상 균열하중( $10 \text{ tonf}$ )보다 큰 하중( $13 \text{ tonf}$ ) 수준에서 발생된 것으로 미루어 프리캐스트 바닥판 사이의 연속성이 확보되는 것으로 판단된다.

PSC바닥판의 편침전단 파괴형상에서 보면 RC바닥판에 비해 전단파괴면의 각도가 작아져 파괴면의 범위가 RC바

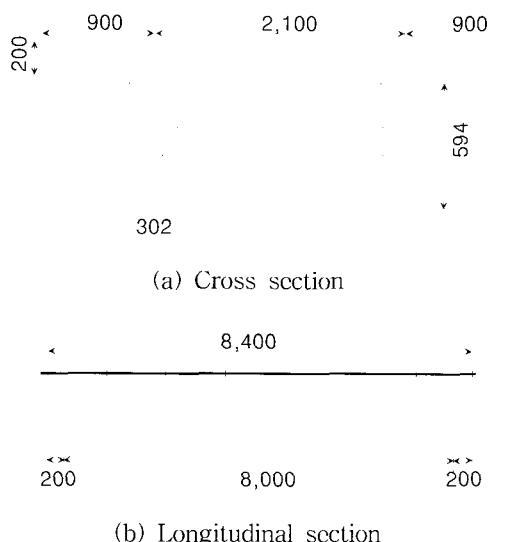


Fig. 1 Section of PSC deck bridge

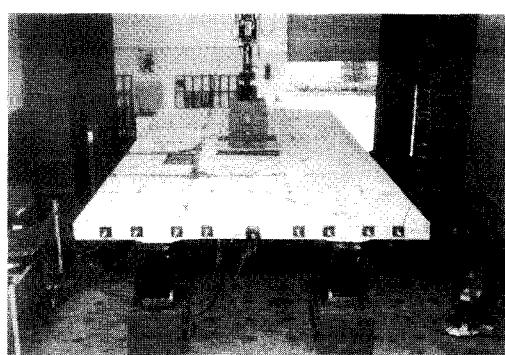


Fig. 2 One-point loading test view

탁판에서 나타나는 형상보다는 큰 범위로 확장되는 것으로 나타났으며, 이는 교축방향으로 도입된 프리스트레스의 효과 때문인 것으로 판단된다.

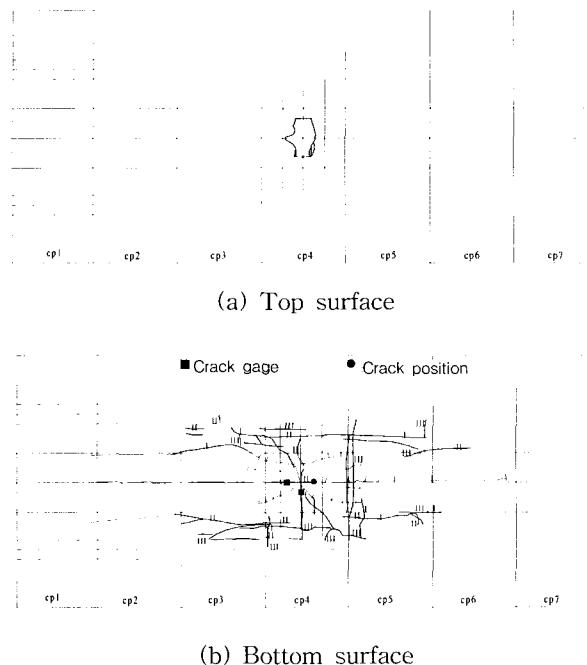
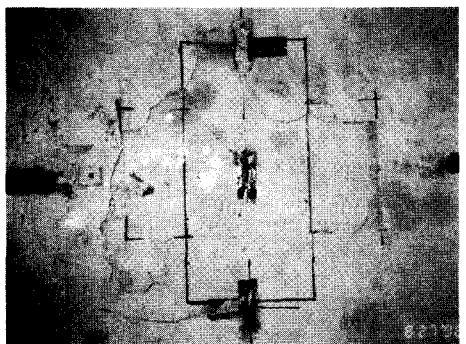
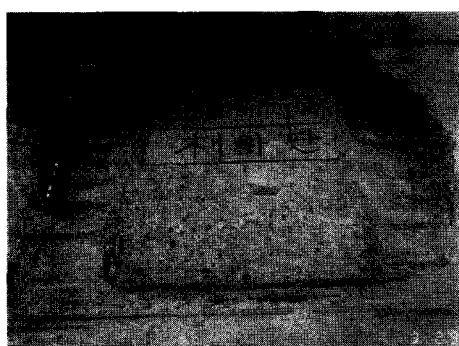


Fig. 3 Crack pattern after failure test



(a) Crack pattern at the top surface



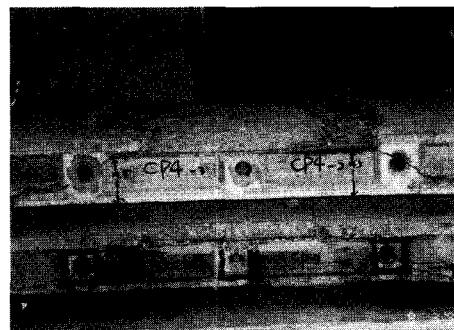
(b) Failure pattern at the top surface

Fig. 4 Failure pattern at the top of deck (non bonded case)

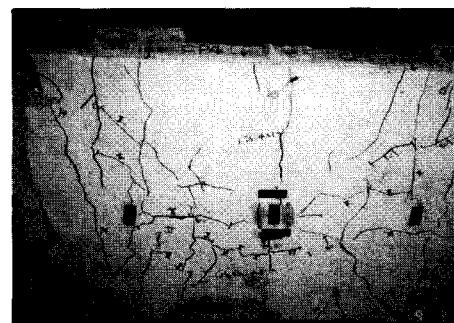
편평전단 실험을 하는 동안 강주형의 지간중앙 단면에서 측정된 응력분포를 보면 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 S1은 주형의 상부플랜지, S2는 복부 중앙, S3는 하부플랜지 강주형 중앙 경간에서 측정된 응력으로서 1단계 하중단계에서는 주형 하부의 인장응력이 탄성수준에 있음을 알 수 있다.

바닥판 중앙 하부 주철근과 배력철근의 응력 수준은 Fig. 7과 같다. 최대하중 근처에서 주철근의 응력이 감소하면서 배력철근의 응력이 증가하는 것을 볼 수 있는데 이는 콘크리트의 손상 때문인 것으로 판단된다.

실험에서 나타난 PSC바닥판의 편평전단강도는 충격효과를 포함한 설계하중의 5.5배 수준인 68.5 tonf으로 현행 시방 기준과 기존 연구자의 제안식의 결과와 비교하면 Table 1과 같다.



(a) Failure mode



(b) Crack pattern

Fig. 5 Deck crack pattern (non bonded case)

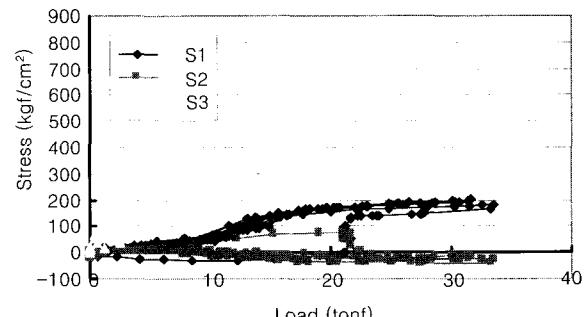


Fig. 6 Stresses at the section of mid-span girder

편침전단 파괴실험에서 측정된 편침전단강도는 식(5)의 결과보다 상당히 작은 값을 보이고 있으며, 현행 시방기준이 실제 보다 낮은 수준<sup>7)</sup>임을 감안해도 낮은 수준인 것으로 판단된다. 이 원인으로 생각할 수 있는 것은 교축방향 프리스트레스를 긴장후 쉬스판을 무수축모르터로 충진하고 않고 비부착 상태로 설계함으로서 발생되는 단면손실과 원활치 못한 하중분배 효과의 영향이 있는 것으로 판단된다. 또 다른 원인으로 실험시 하중재하 방법의 문제로서 편침전단강도에 영향을 미치는 가장 큰 요인은 전단면에서의 전단응력의 크기인데, 하중재하시 재하면에 일정한 크기의 분포로 하중이 재하되지 않고 재하판 모서리로 하중이 집중되었기 때문인 것으로 판단된다.

## 5. 부착 PSC바닥판의 편침전단 실험

### 5.1 합성형교량의 설계 및 제작

교축방향으로 프리스트레스가 도입되는 프리캐스트 바닥판을 갖는 개구제 강주형 합성형교량을 설계하였으며, 교축방향 프리스트레스가 도입된 후 쉬스판은 무수축모르터로 그라우팅하여 긴장재를 완전 부착시켰다. 실험에 적용된 교량은  $10\text{ m} + 10\text{ m} = 20\text{ m}$ 인 2경간 연속교로 단면형상은 Fig. 8, Fig. 9와 같다. 프리캐스트 바닥판 한 패널의 폭은 1470 mm, 교축방향으로 길이는 980 mm이다. 주형은 개구제 강주형(Fig. 8 참조)을 사용하였으며, 상부플랜지의 중심 간격은 900 mm이다. 교축방향으로 프리스트레스에 의해  $30\text{ kgf/cm}^2$ 의 압축응력이 바닥판에 도입되었다.

바닥판의 설계강도는  $300\text{ kgf/cm}^2$ 이며, 재료실험을 통해서 측정된 28일 압축강도는  $645\text{ kgf/cm}^2$ 이다.

### 5.2 실험방법 및 측정내용

200 tonf 용량 가력기를 이용하여 교축방향으로는 각 경간의  $1/2$  지점에 바닥판의 교축직각방향으로는 중앙에 편침전단 하중을 재하하였다. 하중은 차량의 접지면적을 모사하여  $200 \times 500\text{ mm}$  크기의 재하판을 이용하여 가하였다. 이때 재하판 모서리 부분의 국부 응력 집중으로 인한 과괴를 방지하기 위해 얇은 목재판을 여러장 겹쳐 재하판 밑에 설치하였다. 교량 및 하중재하장치의 형상은 Fig. 10과 같다.

### 5.3 실험결과

바닥판 파괴실험을 통해서 편침전단강도, 파괴양상 및 파괴모드를 측정하였다. 바닥판의 편침전단 실험은 두 가지 CASE에 대해서 수행되었으며, 본 실험에서도 선행 실험에서와 마찬가지로 파괴에 대한 뚜렷한 전조현상 없이

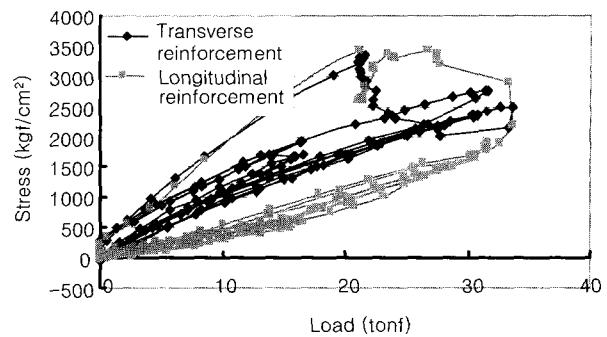


Fig. 7 Stresses at the bottom reinforcement bar in deck

Table 1 Punching shear strength of PSC deck (non bonded case)

	Punching shear strength (tonf)	Equation
Test result	68.5	
Korea, AASHTO	66.0	(1)
Matsui RC	98.0	(2)
Matsui PSC(bonded)	103.0	(5)

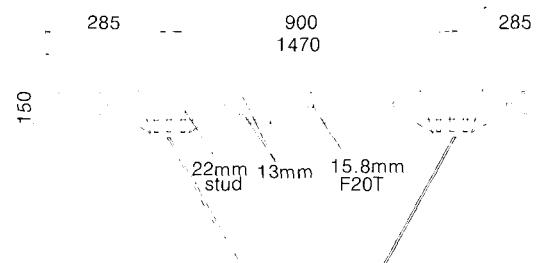


Fig. 8 Section of PSC deck composite bridge

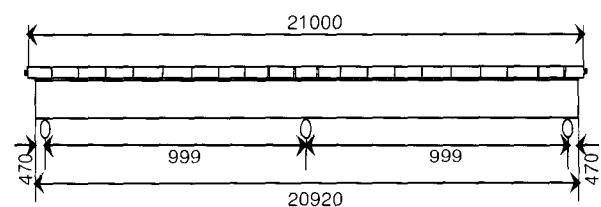


Fig. 9 Longitudinal view

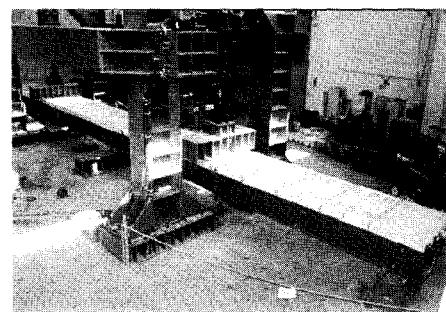


Fig. 10 Test bridge and loading device

편침전단 파괴가 발생되었다. 파괴시 하중은 충격효과를 고려한 설계하중의 약 6~7배 수준인 82.7 tonf, 102.0 tonf으로 측정되었으며, 현행시방 기준과 기존 연구자의 제안식과 비교하면 Table 2와 같다.

Table 2에서 보면, 실험결과의 평균값이 식(5)의 결과와 유사하나, 이는 두 실험의 평균값으로 각각의 실험결과와는 어느 정도의 편차를 갖고 있다. 따라서, 보다 많은 실험을 통한 확인이 필요하며, PSC 바닥판의 편침내하력에 대한 확률적 접근도 필요할 것으로 판단된다. 도로교 시방서 규정에 의해 산정된 편침강도가 낮은 것은 RC바닥판에 대해서 유도된 식으로 프리스트레스의 효과가 고려되지 못했기 때문이다.

상부 및 하부에 발생한 파괴면의 형상은 Fig. 11, Fig. 12와 같다. 하단면의 편침전단 파괴면은 비부착인 경우와 마찬가지로 교축방향 프리스트레스의 효과로 큰 범위에서 발생된 것이 확인되었다.

편침전단 실험을 하는 동안 주형의 하단면에서 측정된 변위는 Fig. 13과 같다. Fig. 13에서 보면 바닥판의 편침전단파괴는 전체 합성보의 강성을 탄성상태일 때 발생된 것으로 판단된다. 이로 미루어 편침전단파괴는 바닥판의

Table 2 Punching shear strength of PSC deck (bonded case)

	Punching shear strength (tonf)	Equation
Test result	82.7 102.0	CASE 1 CASE 2
Korea, AASHTO	42.7	(1)
Matsui, PSC(bonded)	91.2	(5)



Fig. 11 Failure pattern at the top surface (bonded case)

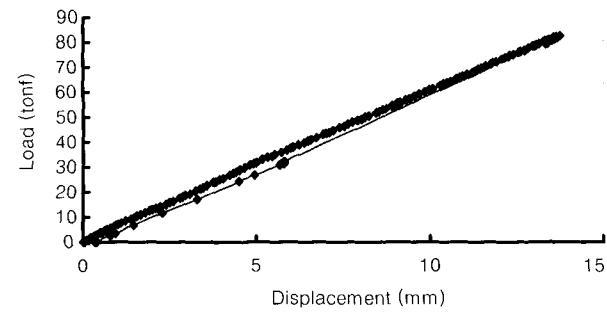


Fig. 12 Failure pattern at the bottom surface (bonded case)

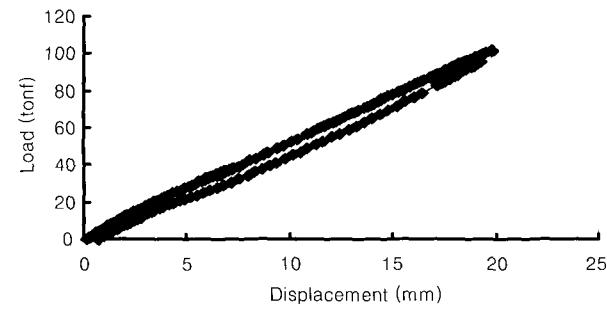
국부적인 파괴손상으로 편침전단이 발생하기 전에는 전체적인 관점에서 예측이 어렵다는 것을 알 수 있다.

본 실험에서 바닥판은 전형적인 편침전단 형태로 파괴되었지만, 재하 하중점 바로 밑의 바닥판에 배근된 주철근의 변형이 항복 변형을 상당히 초과한 후에 편침전단 파괴가 발생되었다.

Fig. 14는 하중 재하점 부근 바닥판에 배근된 주철근과

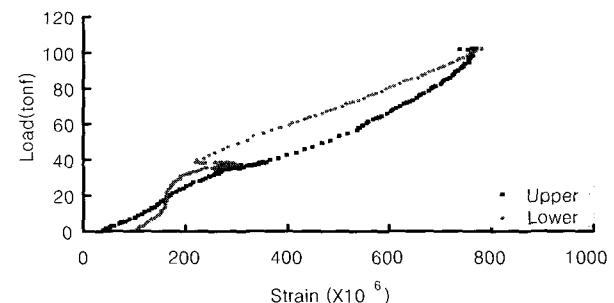


(a) CASE 1

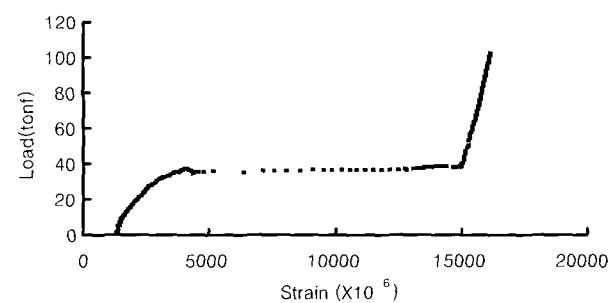


(b) CASE 2

Fig. 13 Mid-span deflections curve



(a) Longitudinal reinforcement bar



(b) Transverse reinforcement bar

Fig. 14 Strain at reinforcement bar in deck

배력철근에서 측정된 변형률이다. 주철근의 변형률이 배력 철근의 변형률보다 매우 크게 발생된 것으로 미루어 편칭 전단 하중이 증가함에 따라 주철근이 항복응력을 넘어 소성영역으로 진전되다가 부착력 저하로 인한 콘크리트의 박리현상, 또는 슬립현상을 보여주는 것으로 판단된다. 따라서, 바닥판 하부의 주철근은 편칭전단 내하력에 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

## 6. 결 론

본 연구에서는 교축방향으로 프리스트레스가 도입된 프리캐스트 콘크리트 바닥판에 대한 편칭전단 실험을 수행하여 PSC바닥판의 편칭전단강도를 평가하였다. 실험을 통해 확인된 결과는 PSC바닥판에서는 휨파괴가 아닌 편칭 전단에 의해서 파괴가 발생되었으며, 파괴에 대한 뚜렷한 전조현상 없이 파괴가 발생되는 것으로 나타났다. 또한, 바닥판의 현지 시작점까지 파괴면을 이루어 RC바닥판 보다는 더욱 넓은 범위에서 편칭파괴가 발생되는 것으로 확인되었다. 또한 교축방향으로 도입된 프리스트레스는 비부착인 경우는 쉬스관에 그라우팅한 부착인 경우에 비해 편칭전단 내하력이 감소하는 것으로 나타났다. 편칭전단에 의한 바닥판의 파괴는 국부 손상으로 합성 단면의 거동이 탄성상태인 것으로 미루어 합성단면 전체 강성에는 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

이상의 PSC바닥판의 편칭전단 파괴실험 결과에서 보면, 쉬스관에 무수축모르터가 충진되는 부착식인 경우, 현행 도로교시방서에 규정된 바닥판의 편칭전단강도 평가식은 전반적으로 실제 바닥판 편칭전단강도를 낮게 평가하는 안전측이었다. 도로교시방서의 평가식은 RC바닥판에 대해서 유도된 것으로, RC바닥판에 비해서 편칭전단 파괴의 범위가 넓고 편칭전단강도도 증가하는 부착식 PSC 바닥판에 대해서는 프리스트레스의 효과를 고려할 필요가 있으며, 이를 규정화하기 위해서는 실험 및 이론적인 추가

연구가 필요하며, 실교량에서의 윤하중 특성과 바닥판의 습윤상태를 고려한 연구도 필요한 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. 東山浩士, 松井, “橋軸方向プレストレスしたコンクリート床版の走行荷重に対する疲労耐久性に関する研究,” 上木學會論文集, No. 605/I-45, 1998, pp.79~90.
2. Barrington dev. Batchlor, Brain E. Hewitt, P. Csagoly, and M. Holowka, “Investigation of the Ultimate Strength of Deck Slabs of Composite Steel/Concrete Bridges,” Transportation Research Record 664, 1975.
3. Fang, I. K., Worley, J. A., Burns, N. H., and R. E., “Behavior of Isotropic R/C Bridge Decks on Steel Girders,” Journal of the Structural Engineering, ASCE, Vol. 116. No.5, March, 1990.
4. Perdikaris, P. C. and Beom, S., “RC Bridge Decks under Pulsating and Moving Load,” Journal of the Structural Division, ASCE, Vol. 114, No. 3, March, 1988.
5. 前川, 松井, “鐵筋コンクリート床版の押抜きせん断耐荷力の評價式,” 上木學會論文集, 第348号/V-1, 1984, pp.133~141.
6. 윤석구, “합성형 교량 철근콘크리트 바닥판의 피로거동 및 피로설계에 관한 연구,” 서울대학교 토목공학과, 박사학위논문, 1996.
7. 정철현, 김영진, 윤석구, “중차량 통행을 받는 도로교 바닥판의 피로수명평가,” 대한토목학회 논문집, 제18권 I-5호, 1998, pp.605~614.
8. 권혁문, “도로교 RC바닥판의 피로파괴에 관한 연구,” 콘크리트학회지, Vol. 5, No. 3, 1993, pp.116~124.
9. 건설교통부 제정, “도로교설계기준,” 2000.

## 요 약

최근들어, 국내에서 공용중인 교량바닥판의 파손사례가 증가되고 있으며, 파손된 바닥판의 주요 파괴모드는 반복되는 중트럭 하중에 의한 국부적인 편칭전단이 주원인이 되고 있다. 본 연구에서는 교축방향으로 프리스트레스가 도입된 프리캐스트 콘크리트 교량바닥판에 대해서 편칭전단 파괴실험을 수행하여 편칭전단 실험중에 일어진 균열양상, 파괴모드, 처짐 및 응력 특성, 편칭전단강도 등을 검토하였다. 정적 편칭전단 실험결과 교량바닥판의 편칭전단 파괴는 현행 시방서의 예측식에 값 보다 더 큰 하중 수준에서 발생되어 현행 시방서에서 규정하는 편칭전단 강도는 안전측의 결과를 보이는 것으로 판단된다.

**핵심용어 :** 프리스트레스 프리캐스트 콘크리트 바닥판, 편칭전단강도, 파괴모드