

텐던커플러를 사용한 프리스트레스트 콘크리트 교량부재의 이음부 응력분포 특성

오병환¹⁾ · 채성태^{2)*} · 김병석³⁾ · 이민섭⁴⁾

¹⁾서울대학교 토목공학과 ²⁾하이콘엔지니어링 ³⁾한국건설기술연구원 ⁴⁾VSL KOREA

(2000년 2월 27일 원고접수, 2001년 1월 18일 심사완료)

Stress Distribution in Construction Joint of Prestressed Concrete Bridge Members with Tendon Couplers

Byung-Hwan OH¹⁾ Sung-Tae CHAE^{2)*} Byung-Suk KIM³⁾ Man-Seop LEE⁴⁾

¹⁾ Dept. of Civil Engineering, Seoul National University, Seoul, 151-742, Korea

²⁾ Highcon Engineering, Namsung Bldg., Seoul, 138-130, Korea

³⁾ KICT, Koyang, 411-712, Korea

⁴⁾ VSL Korea, Seoul, 135-736, Korea

(Received on February 27, 2000, Revised on January 18, 2001)

ABSTRACT

Recently, prestressed concrete(PSC) bridge structures with many repetitive spans have been widely constructed using the segmental construction method in many countries. In these segmentally constructed PSC bridges, there exist many construction joints which is required coupling of tendons or overlapping of tendons to introduce continuous prestress through several spans of bridges.

The purpose of this paper is to investigate in detail the complicated stress distributions around the tendon coupled joints in prestressed concrete girders. To this end, a comprehensive experimental program has been set up and a series of specimens have been tested to identify the effects of tendon coupling. The present study indicates that the longitudinal and transverse stress distributions of PSC girders with tendon couplers are quite different from those of PSC girders without tendon couplers. It is seen that the longitudinal compressive stresses introduced by prestressing are greatly reduced around coupled joints according to tendon coupling ratios. The large reduction of compressive stresses around the coupled joints may cause deleterious cracking problems in PSC girder bridges due to tensile stresses arising from live loads, shrinkage and temperature effects. The analysis results by finite element method correlate very well with test results observed complex strain distributions of tendon coupled members. It is expected that the results of this paper will provide a good basis for realistic design guideline around tendon coupled joints in PSC girder bridges.

Keywords : coupled joint, overlapping tendon, prestressed concrete bridge, segmental construction, tendon coupler

1. 서 론

프리스트레스트 콘크리트(PSC) 교량의 시공법중 ILM 공법(Incremental Launching Method) 및 MSS 공법(Movable Scaffolding System)의 경우 시공 특성상 시공이음부가 발생하게 되며, 텐던의 연속적인 배치 방법에 대한 문제가 대두된다. 시공이음부에서 텐던의 연속적인 배치방법으로는 다이어프램 또는 시공이음부에 정착부를 설치하여 텐던을 겹침이음(overlapping)을 하거나 텐던커플러를

사용하여 연속적으로 이어주는 방법이 있으며, 국내외적으로 이들 두 방법이 빈번히 사용되고 있다.^{1,2)} 이들 중 텐던을 겹침이음해서 설치하는 경우는 텐던 정착부 부근에서 텐던 배치 형상이 복잡하게 되고 텐던의 연속화가 이루어지지 않아 추가적인 강재의 사용으로 경제성이 저하되는 문제가 있다. 시공적인 측면에서도 복잡한 텐던 배치로 인해 시공성이 떨어지게 된다. 텐던 커플러의 사용은 배근을 단순화하고 텐던사용량을 줄여 시공성과 경제성을 증진할 수 있다. 현재 PSC교량의 일반적인 정착부에 대한 연구는 많이 수행되었으나^{3,4)}, 텐던 커플러를 사용한 접속 이음부의 구조 거동에 대한 명확한 이론이나 실험은 거의 없는 실정이다. 또한 접속이음부 응력거동의 불확실성에 대한 문

* Corresponding author

Tel : 02-3402-2766 Fax : 02-3402-2769

E-mail : chaest@chollian.net

제를 현재 국내 지방서와 AASHTO, ACI, PTI 등은 자세하게 규정하지 않고 있으며 실제적인 구조거동을 반영하고 있지 않은 실정이다.⁵⁻¹¹⁾ 따라서 텐던 커플러를 사용한 PSC 부재의 이음부에서의 응력분포를 구명하고 이로 인해 나타나는 문제를 해결하는 것이 필요하다.

본 연구는 실제적으로 국내외에서 사용하고 있는 텐던커플러를 사용한 프리스트레스 교량에서의 접속이음부 응력분포를 구명하여 접속이음부의 해석 및 설계를 위한 기초 자료를 제공하여, 향후 텐던 커플러를 사용한 PSC 부재의 실제적인 구조 거동이 반영된 설계에 도움이 될 것으로 기대된다.

2. 접속이음의 특성

2.1 텐던커플러

시공이음부를 가로지르는 프리스트레싱 텐던을 연속적으로 연결하여 설치할 경우는 이미 시공된 세그먼트에 텐던을 정착한 후 접속이음장치인 텐던커플러를 사용하여 다음 세그먼트에 설치되는 텐던을 이어주고 세그먼트가 양생된 후 포스트텐션을 가해 텐던을 연속적으로 배치하게 된다. 이때 사용되는 텐던의 정착과 연결의 역할을 하는 장치가 텐던 커플러이다. 따라서 텐던커플러는 긴장정착구와 고정정착구의 역할을 함께 하게 되며, 분할 시공된 PSC교량의 설치된 접속이음부를 Fig. 1에 나타내었다.

2.2 접속이음부의 모델링

텐던 커플러를 사용한 접속이음은 일반적으로 모멘트 변곡부에 위치하고, 이 부위에서의 텐던은 곡선 또는 경사지게 설치된다. 본 연구에서는 곡선 또는 경사지게 텐던을 배치하는 경우는 곡률로 인한 영향이 나타나므로 이를 배제하고 텐던의 연속화로 인한 영향을 명확하게 하기 위해 텐던을 직선으로 배치하였다. 또한 실제 부재에서는 텐던 커플러가 설치된 접속이음부는 전단력의 작용으로 주응력의

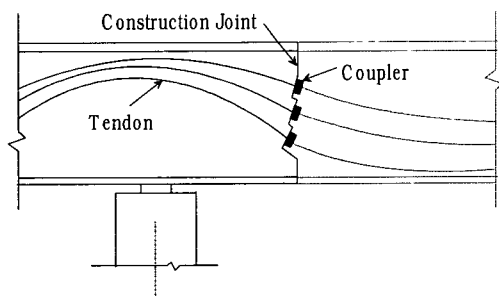


Fig. 1 Coupled construction joint in segmental bridge construction

방향 및 크기에는 변화가 생기나 종방향 응력의 크기와 방향에는 거의 영향을 주지 않으므로, 긴장력의 도입시 발생하는 프리스트레스에 의한 종방향 응력의 변화에 초점을 맞추었다. 접속이음부의 모델링시 St. Venant 원리에 의해 부재높이(d)만큼 떨어진 부분에서는 균일한 압축응력이 작용한다고 볼 수 있으므로 접속이음부만을 세그먼트 분할 시공과 프리스트레싱 단계를 고려하여 해석할 수 있다.^{3,12)}

먼저 세그먼트(세그먼트 1)의 정착부에 집중하중 P를 가하고 부재높이(d) 만큼 떨어진 면에서는 등분포 압축하중

$$f_{po} = \frac{P}{b \cdot d}$$

를 재하하며 이는 일반적인 정착부의 해석 방법과 동일하다.(Case 1)

세그먼트 1의 정착후 다음 세그먼트(세그먼트 2)에 배치되는 텐던은 텐던커플러로 이어져 있고 세그먼트 2의 완성 후 프리스트레싱을 하게 되며, 해석시에는 두 세그먼트를 연결한 부재의 텐던커플러 위치에서 집중하중 P를 세그먼트 2의 방향으로 작용시킨다. 이때 접속이음부에는 이미 시공되어 있는 세그먼트 1에 의한 구속효과가 발생하여 응력상태가 복잡하게 된다.(Case 2) 위의 두 가지 프리스트레싱 단계에 의한 응력상태를 중첩시키면 PSC의 세그먼트 분할 시공과 텐던의 접속이음의 영향이 고려된 접속이음부의 최종적인 응력분포를 구할 수 있다.(Case 1+2)

이러한 접속이음부 모델링을 간단히 요약하면 다음과 같으며 Fig 2에 그 모델링 단계를 제시하였다.

- ① 첫 번째 세그먼트의 포스트텐셔닝(Case 1)
- ② 두 번째 세그먼트의 포스트텐셔닝(Case 2)
- ③ 두가지 단계의 선형중첩(Case 1+2)

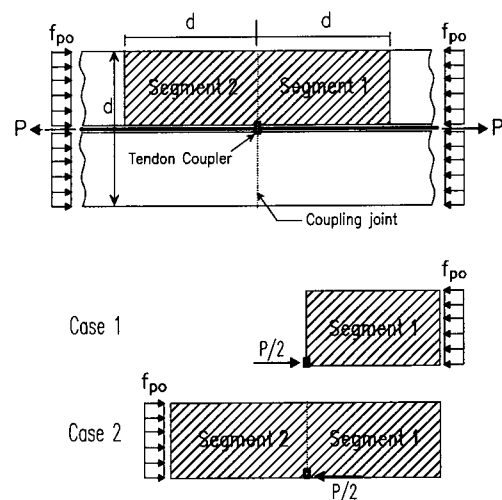


Fig. 2 Modeling of coupled joint

2.3 응력상태

2.3.1 종방향 응력

단일텐던이 설치된 접속이음부의 유한요소해석에 의해 나타나는 종방향 응력상태 및 횡방향응력 상태를 Fig. 3과 Fig. 4에 나타내었다.^{1,2)}

Case 1의 경우는 집중하중이 작용하고 있는 정착구에서의 전형적인 응력상태가 나타나고 있다.

Case 2의 경우에는 시공이음을 따라서 $0.5f_{po}$ 의 응력수준이 분포하고 있으며 세그먼트 1에는 인장응력이 세그먼트 2에는 압축응력이 작용하고 있다. 이러한 응력분포는 텐던커플러를 통해 세그먼트 2에 프리스트레스 하중이 작용할 때 이미 시공된 세그먼트 1의 구속작용으로 세그먼트의 접속이음부 부근에는 인장력이 작용하기 때문이다.

Case 1과 Case 2를 중첩한 접속이음부의 종방향응력분포를 살펴보면 부재의 높이와 비슷한 거리에서는 종방향 압축응력이 $f_{po} = \frac{P}{bd}$ 으로 균등하게 발생되고, 접속이음부 부근($x/d = \pm 0.4$)에서는 종방향 압축 응력이 줄어드는 현상을 볼 수 있다. 또한 접속이음부에서 세그먼트 1의 연단에서는 매우 국부적으로 $f_x/f_{po} = 0.3$ 정도의 압축 응력이 나타나고 있다.

접속이음부에 도입되는 종방향 압축응력의 감소는 구조물의 공용중 지속하중(사하중과 프리스트레스)의 변화 및 이차적인 온도효과, 크리프, 건조수축 등으로 인해 균열을 유발할 수 있으며 구조물의 사용성을 저해하는 문제를 안고있다.¹³⁾ 따라서 본 연구에서는 해석적으로 분석된 접속이음부의 구조거동을 텐던 커플러를 적용한 부재의 실험을

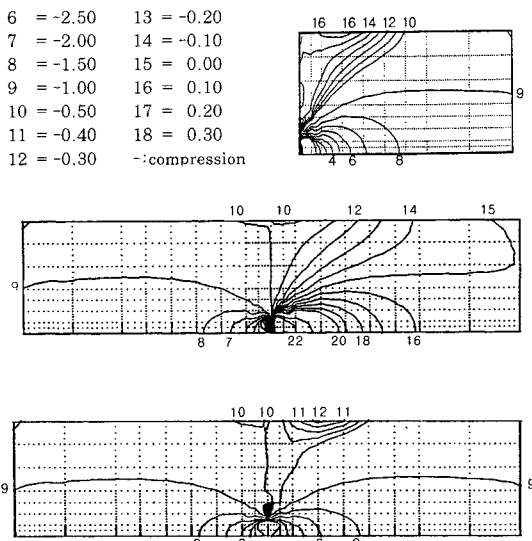


Fig. 3 Longitudinal stress distributions

통해 구명하고 접속이음부의 응력 상태를 분석하였다.

2.3.2 횡방향 응력

Case 1은 전형적인 정착부의 횡방향 응력분포를 보여주고 있으며 파열응력(bursting stress)과 박리응력(spalling stress)의 분포가 나타나고 있다. Case 2의 경우는 세그먼트 1과 세그먼트 2에서 크기는 같지만 부호가 반대인 대칭적인 응력상태가 나타나고 있으며 그 크기는 Case 1보다 약간 감소한 현상을 보이고 있다.

위 두가지 응력상태를 조합한 경우 세그먼트 1의 파열응력이 발생한 부분은 Case 2에서는 압축응력 상태가 도입되기 때문에 전체적으로 접속이음부에서는 파열응력의 크기가 줄어드는 것을 확인할 수 있다.

3. 접속이음부 응력거동 실험

3.1 실험개요

텐던 커플러가 사용되는 PSC 부재에 발생하는 응력 상태를 파악하기 위해 실제 세그먼트 시공순서와 같은 방법으로 시험 부재를 제작하여 프리스트레스 하중이 도입될 때 발생하는 변형률을 측정하여 응력 분포를 분석하였다.

접속이음단면에서의 압축응력의 분포는 텐던커플러의 사용비율과 도입되는 프리스트레스 하중의 크기에 따라 달라지게 된다. 이에 따라 본 연구에서는 접속이음부에서의 텐던커플러비율을 0%, 50%, 100%로 하여 실험 부재를 제작하였으며 실험변수에 따른 실험부재의 형상은 다음 Table 1과 같다. 시험부재 SP4, 5는 SP2, 3과 텐던커플러 비율은 각각 동일하나 세그먼트 2에 도입되는 프리스트레스 하중

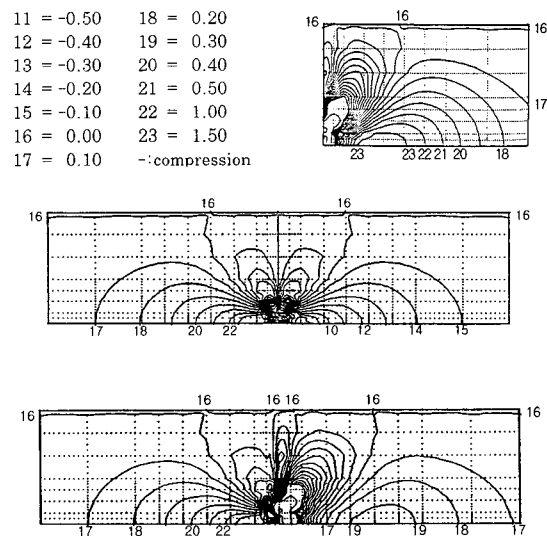


Fig. 4 Transverse stress distributions

은 크기를 다르게 하였으며 Table 2에 그 크기를 나타내었다.

3.2 실험부재의 설계

시험에 사용된 콘크리트 배합과 부재의 크기는 실제 사용되는 콘크리트 강도와 도입되는 프리스트레스 하중, 균등한 압축응력이 도입되는 영역이 발생할 수 있도록 정하였다. 한 개의 세그먼트 길이는 5m이며 접속이음장치에 의해 연결된 실험부재의 전체 길이는 10m로 부재의 두께는 40cm, 높이는 2m이다. 사용한 콘크리트의 설계 기준 강도는 450kg/cm^2 이며, 콘크리트의 배합은 물-시멘트비 28%, 시멘트 495kg/m^3 , 세골재 780kg/m^3 , 19mm 조골재 990kg/m^3 , AE제 0.4%, 유동화제 1.6%이다. PC 강연선은 7 와이어 스트랜드로서 인장강도 26.6 ton, 직경 15.2 mm 를 사용하였으며 탄성계수는 $1.95 \times 10^6\text{kg/cm}^2$ 이다. 정착구와 커플러는 VSL 제품으로 정착구는 EC 6-12 형, 커플러는 K 6-12 형을 각각 사용하였다.

시험에 사용된 철근은 항복강도 $4,000\text{kg/cm}^2$ 인 H10, H13, H16, H19의 이형철근이며 나선형 보강철근으로는 H16의 이형철근을 사용하였다. 한 개의 세그먼트의 철근배근 및 텐던 덕트 배치 상세는 Fig. 5와 같으며, 양 세그먼트의 배근은 동일하게 하였다.

3.3 실험방법 및 측정

3.3.1 실험방법

본 연구에서는 텐던커플러가 많이 사용되는 교량 공법중 이동식 지보공법(MSS)의 시공순서와 동일하게 부재를 제

Table 1 Tendon coupling ratio of test specimens

Specimen	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5
Coupling ratio	0%	50%	100%	50%	100%

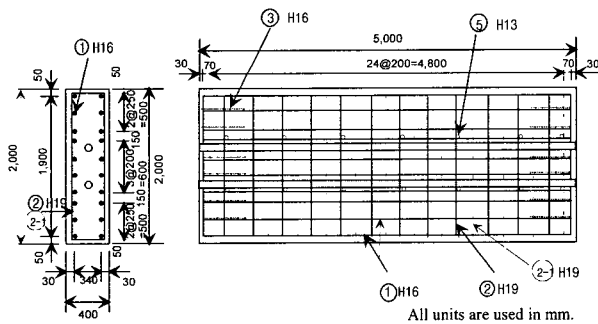


Fig. 5 Dimension and typical reinforcement of each segment (Unit : mm)

작하여 실험을 실시하였으며 제작순서는 다음과 같다.

- 1단계 : 세그먼트 1의 철근 배근, 거푸집 조립, 게이지설치
- 2단계 : 세그먼트 1의 콘크리트 타설, 양생
- 3단계 : 세그먼트 1을 포스트텐서닝한후 그라우팅
- 4단계 : 세그먼트 2의 철근 배근, 거푸집 조립, 게이지 설치
- 5단계 : 텐던 커플링
- 6단계 : 세그먼트 2의 콘크리트 타설, 양생
- 7단계 : 세그먼트 2 을 포스트텐서닝한후 그라우팅

부재에 도입되는 포스트텐서닝 하중은 부재의 길이(5m)가 짧기 때문에 큰 슬립손실을 입게 되어 실제 부재에 전달되는 긴장력은 원래 목표하중수준보다 작아지게 된다. 이러한 슬립에 의한 프리스트레싱 손실은 텐던에 설치해 놓은 변형률게이지에 의해 하중이 가해지는 동안 단계적으로 측정되다가 정착될 때(transfer) 줄어드는 변형률로써 그 손실 여부를 측정하여 산정하였다. 또한 위쪽의 텐던이 정착된 후, 아래쪽 텐던의 긴장시 발생하는 콘크리트의 탄성수축에 의한 탄성손실도 같은 방식으로 산출하였다.

이러한 프리스트레스 손실에 의해 실제 부재에 작용되는 긴장력을 Table 2에 나타내었다.

3.3.2 측정방법

텐던커플러를 사용한 접속이음부 부근에서의 종방향 압축응력 감소효과를 조사하기 위해 부재의 연단을 따라 종방향으로 전기저항식 변형률 게이지를 설치하여 변형률을 측정하였고 횡방향 응력 분포는 부재 중앙부를 따라 횡방향으로 전기저항식 변형률 게이지를 설치하여 그 변화 양상을 파악하였다. 프리스트레싱 텐던에서의 포스트텐서닝 하중은 포스트텐서닝 과정중 잭에 나타나는 압력게이지와 텐던에 붙여놓은 전기저항식 변형률 게이지를 통해 측정하였다.

Table 2 Determination of initial force

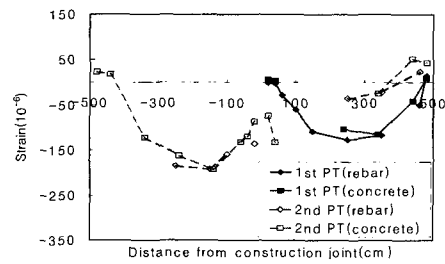
Specimen	Coupling ratio	1st PT	Jacking force (ton)	Loss (%)	Initial force (ton)	2nd PT	Jacking force (ton)	Loss (%)	Initial force (ton)
SP1	0	upper	-	-	-	upper	201.5	9.4	182.6
		lower	-	-	-	lower	201.5	8.8	183.8
SP2	0.5	upper	221.4	12.1	194.6	upper	221.4	8.3	203.0
		lower	-	-	-	lower	201.5	8.8	183.8
SP3	1	upper	221.4	12.3	194.2	upper	221.4	12.5	193.7
		lower	221.4	15.6	186.9	lower	221.4	10.0	199.3
SP4	0.5	upper	221.4	13.6	191.3	upper	180.1	16.6	150.2
		lower	-	-	-	lower	159.7	7.8	147.2
SP5	1	upper	221.4	14.0	190.4	upper	180.1	16.3	150.7
		lower	221.4	12.4	193.9	lower	180.1	15.8	151.6

4. 실험결과

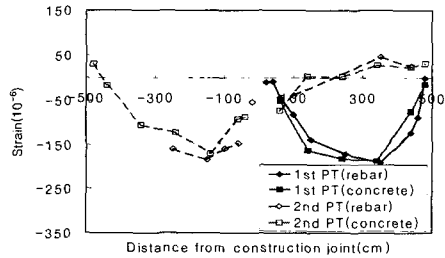
4.1 종방향 변형률 상태

종방향 변형률은 부재의 길이방향으로 발생하는 변형률을 뜻하며, 부재의 상부 연단에 설치된 변형률 게이지에 의해 측정되었다. 프리스트레싱 단계별 각 게이지에서 측정된 종방향 변형률을 Fig. 6에 나타내었다.

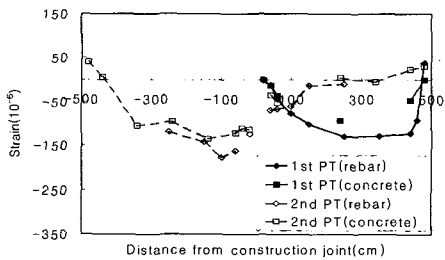
1st PT 상태에서의 종방향 변형률은 전체적으로 압축력의 전달형태를 보여주고 있으며 세그먼트 중앙에서는 균일한 압축응력이 도입되어 St. Venant원리가 적용되는 것을 확인할 수 있다.



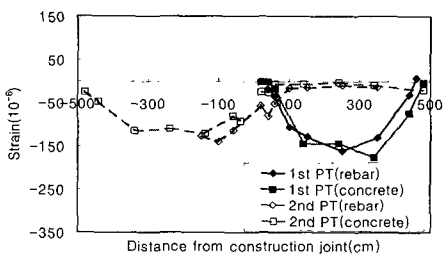
(a) SP2



(b) SP3



(c) SP4



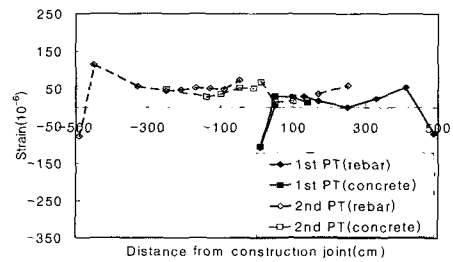
(d) SP5

Fig. 6 Longitudinal strain distributions along the edge line of first segment and second segment

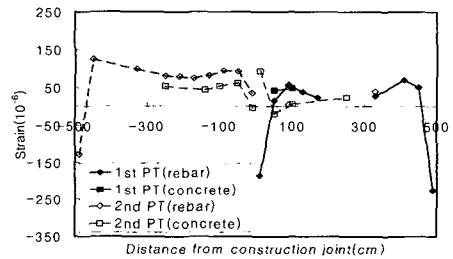
2nd PT시 접속이음부에서 압축변형률의 감소현상을 확인할 수 있는데 커플링비율이 100%인 SP3, SP5의 감소효과가 조금 더 크게 나타나고 있으며, 이음부에 인접한 구간에서는 50% 정도의 압축변형률 감소현상을 보이고 있다.

4.2 횡방향 변형률 상태

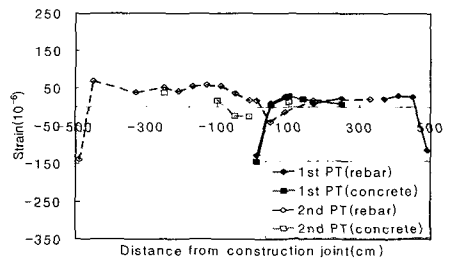
횡방향 변형률은 부재와 수직 방향의 변형률을 말하여 부재의 중앙에 수직방향으로 설치된 게이지에 의해 측정되었다. 프리스트레싱 단계별 각 게이지에서 측정된 횡방향 변형률은 Fig. 7에 나타내었다.



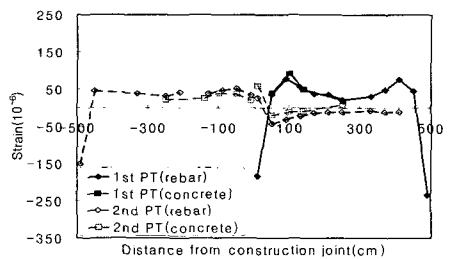
(a) SP2



(b) SP3



(c) SP4



(d) SP5

Fig. 7 Transverse strain distributions along the horizontal centerline of first segment and second segment

2nd PT시 접속이음부의 파열변형률이 정착단의 파열변형률보다 작게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 특히 세그먼트 1의 접속이음부에서는 압축변형률 상태가 발생함을 볼 수 있다.

5. 유한요소 해석

5.1 유한요소 해석

실험부재를 Solid 요소를 이용하여 범용 프로그램인 ABAQUS를 이용하여 2.2절에 기술한 방법에 의해 유한요소 해석을 수행하여 실험결과와 비교하였다. 해석에 사용된 모델은 Fig. 8과 같으며 이때 변형률은 세그먼트 1의 프리스트레싱에 의한 변형률과 세그먼트 2의 프리스트레싱으로 인한 변형률을 중첩시켜 나타내었다.

5.2 종방향 변형률 비교분석

텐던커플러를 사용되지 않은 SP1의 경우 시공이음부에서의 압축변형률이 균일한 것에 비해 다른 부재는 접속이음부에서 종방향 압축변형률의 감소가 두드러지게 나타나고 있다. 측정된 변형률은 해석결과와 비슷한 경향을 보이고 있으며 접속이음부 부근의 세그먼트 1에서의 국부적인 압축응력 감소현상이 나타나고 있다.(Fig. 9) 특히 세그먼트 1의 접속이음부 부근에서는 텐던커플러를 100%사용한 경우는 종방향 압축응력이 국부적으로 70%까지 감소하는 것으로 나타났다.

5.3 횡방향 변형률 비교분석

SP1의 경우 정착단 부근에서만 큰 파열변형률이 발생하며 시공이음부에서는 균일한 인장변형률이 나타나는 것과 달리 다른 부재는 접속이음부에서의 응력의 분포가 일반 정착구와 비슷한 응력 분포를 나타내고 있으며, 해석결과와 비슷한 경향을 보여주고 있다. 특히 세그먼트 2에서는 정착단의 파열 변형률보다 접속이음부의 파열 변형률이 약간 낮

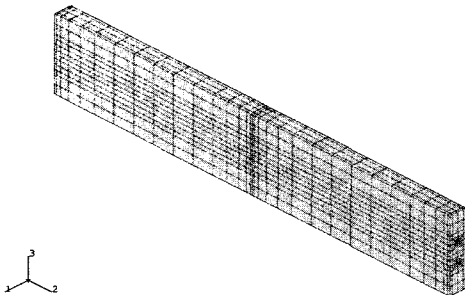
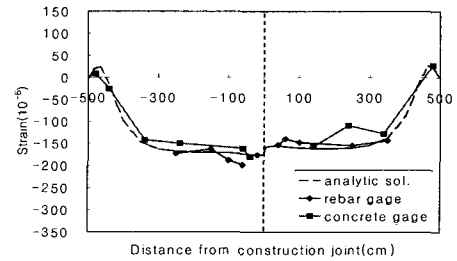
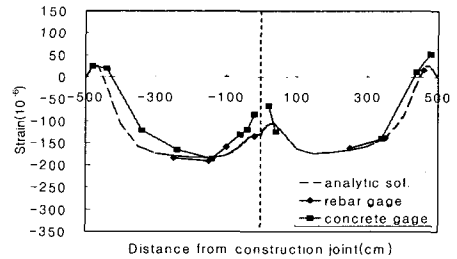


Fig. 8 Configuration of modeled members

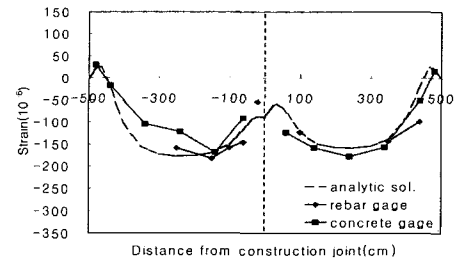
게 나타나고 있는 것을 확인 할 수 있다(Fig. 10).



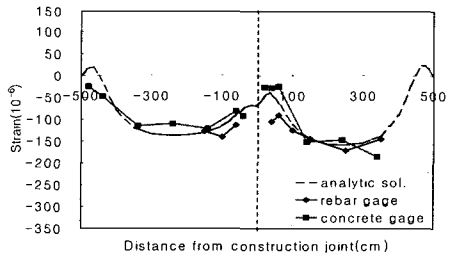
(a) SP1



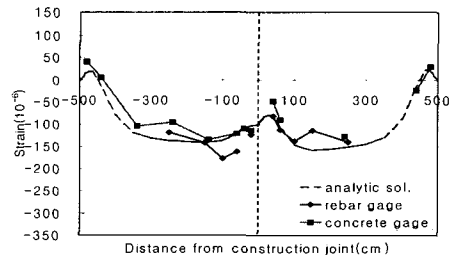
(b) SP2



(c) SP3



(d) SP4



(e) SP5

Fig. 9 Comparison of analysis with test results on longitudinal strain distributions along the edge line of test members

6. 결 론

프리스트레스트 콘크리트(PSC) 연속교량은 다양한 공법으로 시공되고 있으며, 공법의 특성상 교량 단면에는 시공이음이 발생하게 된다. 시공이음부에서 프리스트레스 하중을 연속적으로 도입하기 위해서는 텐던의 겹침이음(overlapping) 또는 텐던 커플러를 이용한 텐던의 연결이 필요하게 된다. 본 연구는 텐던 커플러를 사용하는 경우 연속적인 프리스트레스 하중의 도입을 위해 상대적으로 시공이 간편하고 경제적인 장점이 있으나 구조 거동이 복잡하고 응력 분포 특성에 대한 연구가 미흡하여 설계에 어려움이 따르는 PSC 교량 부재의 텐던 접속이음부의 응력 상태를 구명하여 텐던커플러를 사용한 접속이음부의 설계 및 시공에 대한 기초 자료를 제공하는 데 그 목적이 있다. 이를 위해 실제 교량 부재의 시공과 같은 절차에 의해 일련의 시험부재를 제작하여 시공단계에 따른 접속이음부의 응력 분포를 측정하였다. 또한 PSC 교량의 시공과정과 텐던의 커플링 효과를 고려하여 유한 요소 해석을 수행하여 그 결과를 비교 분석하였으며, 본 연구의 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 텐던커플러를 가진 프리스트레스트 콘크리트 부재의 접속이음부에서 발생하는 종방향 응력 및 횡방향 응력 분포는 텐던 커플러를 사용하지 않은 PSC부재와는 접속이음부에서 국부적으로 다른 경향을 나타내고 있으며, 특히 접속이음부 부근에서의 종방향 압축응력이 크게 감소하는 것으로 나타났다.

2) 텐던커플러를 사용한 부재에서는 시공이음부 부근에서 종방향 압축응력의 감소량은 텐던 커플러 사용 비율이 증가함에 따라 증가하고 100% 텐던커플러를 사용한 경우 부재의 연단에서 국부적으로 70%정도 압축응력이 감소하는 것으로 나타났다.

3) PSC부재의 접속이음부에서의 종방향 압축응력의 감소는 부재에 활하중, 건조수축, 온도하중이 작용할 때 단면에 발생하는 인장응력으로 인해 균열이 발생할 가능성이 있는 것으로 사료된다. 이를 제어하기 위해서는 텐던커플러를 여러 시공이음단면에 분산 설치하고, 접속이음부 주변에 보강 철근을 적절히 설치하는 것이 필요한 것으로 사료된다.

4) 유한 요소 해석에 의한 해석 결과를 실험 결과와 비교한 결과 접속이음부에 발생하는 종방향, 횡방향 응력 분포와 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났다.

5) 본 연구는 텐던 커플러를 사용한 PSC 교량의 접속이음부에 대한 합리적인 설계와 시공을 위한 텐던 커플러의 사용비율, 철근 배근량의 결정 등을 위한 연구에 유용한 기초 자료로 활용될 것으로 사료된다.

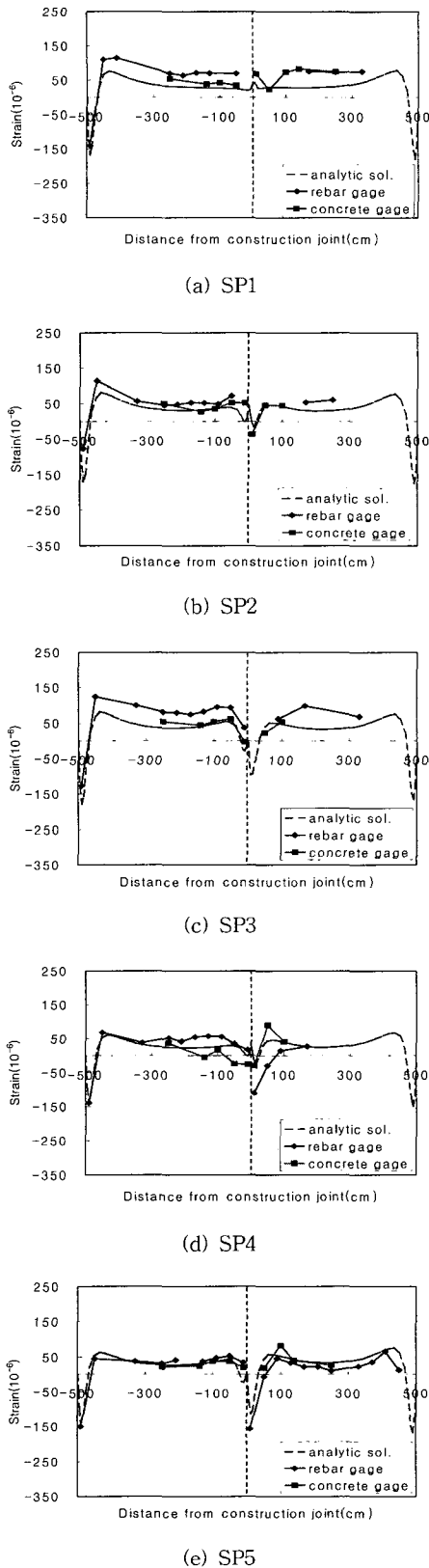


Fig. 10 Comparison of analysis with test results on transverse strain distributions along the horizontal centerline of test members

참고문헌

1. Leonhardt, F., "Prestressed Concrete - Design and Construction", Berlin Wilhelm & Sons, 1964.
2. Menn C., "Prestressed Concrete Bridges", Springer-Verlag, 1986.
3. Breen J.E., et al. "Anchorage Zone Reinforcement for Post-Tensioned Concrete Girders", Research Report No.356, Center for Highway Research, The University of Texas at Austin, 1994.
4. Stone W.C., Breen J.E. "Behavior of Post Tensioned Girder Anchorage Zones", *PCI Journal*, Vol.29, No.1, 1984.
5. ACI Committee 318, "Building Code Requirement for Reinforcement Concrete and Commentary", American Concrete Institute, 1995.
6. CEB-FIP, "Model Code for Concrete Structures", 1990.
7. AASHTO, "Standard Specifications for Highway Bridges", 16th Ed., Washington, D.C., 1996.
8. German Building Code, *DIN 4227 Part 1*, 1994.
9. "Post-Tensioning Manual", Fourth Edition, Post-Tensioning Institute, 1986.
10. 도로교 설계 기준, 건설교통부, 2000.
11. 콘크리트 구조 설계 기준, 건설교통부, 1999.
12. Seible F., Kropp Y., and Lathan C.T., "Stress State in Coupling Joints of Post-tensioned Concrete Bridge", *TRR No.1072*, TRB, 1986, pp.50~58.
13. Ruhberg R., and Schuman H., "Schaden an Brucken und Anderen Ingenieurbauwerken", Verkehrsblatt-Verlag, 1982.

요 약

최근 프리스트레스트 콘크리트 연속 교량은 다양한 공법에 의해 시공되어지고 있으며, 특히 세그먼트로 시공되는 ILM(Incremental Launching Method) 과 MSS(Movable Scaffolding System) 공법을 사용하는 경우 교량 단면에는 시공이음이 발생하게 된다. 이러한 시공이음부에서 연속적인 프리스트레스 하중을 도입하기 위해서는 텐던을 겹침이음(overlapping)하거나 텐던 커플러를 사용하는 방법이 있다.

본 연구에서는 텐던 커플러를 사용한 프리스트레스트 콘크리트 교량 부재의 텐던 접속이음에 대한 응력 상태를 구명하고자 하였으며, 이를 위해 텐던의 커플링 효과를 고려한 실험과 유한요소 해석을 수행하였다. 유한요소 해석 결과와 실험에서 얻은 접속이음부의 응력 상태는 비교적 잘 일치하는 것으로 나타났으며, 텐던 커플러를 사용한 접속이음부의 응력 상태는 텐던 커플러를 사용하지 않은 경우에 비해 종방향 및 횡방향 응력 상태가 상당히 다르게 나타나고 있다. 특히 구조적으로 문제가 되는 종방향 압축응력은 접속이음부 주위에서 텐던의 접속 비율이 증가함에 따라 크게 감소하는 것으로 나타나고 있다. 이러한 텐던 접속이음부 주위에서의 종방향 압축 응력의 감소는 활하중, 온도하중 및 건조수축으로 인해 프리스트레스트 교량에 인장 응력이 작용할 때 균열이 발생할 수 있는 것으로 사료된다. 본 연구에서 얻은 텐던 접속이음부에서의 응력 상태는 향후 텐던 접속이음부의 구조 거동을 평가하고, 해석 및 설계에 유용한 기초 자료를 제시하고 있다.

핵심용어 : 겹침이음, 접속이음, 세그먼트 시공, 프리스트레스트 콘크리트 교량, 텐던 커플러
