

포스트텐션 경량콘크리트 보의 비부착 긴장재 응력에 대한 보강지수의 영향

Effect of the Reinforcement Index on the Unbonded Tendon Stress of Post-tensioned Lightweight Concrete Beams

문 주 현* 양 근 혁** 변 향 용***
Mun, Ju Hyun Yang, Keun Hyeok Byun, Hang Yong

ABSTRACT

Three post-tensioned lightweight concrete beams were tested to examine the effect of the reinforcement index on the unbonded tendon stress at ultimate strength of the beams. The reinforcement index selected for main variables were 0.06, 0.15, 0.30. Test results showed that the stress of the unbonded tendons in the ultimate strength of the post-tensioned lightweight concrete beams can be conservatively evaluated using the empirical equations specified in ACI 318-08.

요 약

포스트텐션 경량콘크리트 보의 극한 휨 거동 시 보강지수가 비부착 긴장재 응력에 미치는 영향을 평가하기 위하여 3개의 보 시험체가 실험되었다. 주요 변수는 보강지수 0.06, 0.15, 0.30 이었다. 실험결과 포스트텐션 경량콘크리트 보의 최대 휨 내력 시 비부착 긴장재의 응력은 ACI 318-08의 경험식에 의해 안전측에서 평가될 수 있었다.

1. 서 론

경량콘크리트의 경량화와 포스트텐션 시스템의 단면감소에 따른 자중감소의 증첩은 더 작은 단면을 갖고 더 가벼운 부재의 장스팬 구현이 가능하다. 또한 경량골재의 우수한 단열성능에 따른 에너지 소비량 감소와 긴장재 긴장력을 이용한 내력 상승에 따른 철근량 감소 및 콘크리트 양의 감소는 온실가스 감축의 효과가 증첩되어 친환경적이다¹⁾. 더구나 포스트텐션 공법과 경량콘크리트 융합은 경량콘크리트의 단점인 휨 거동에 의한 균열을 포스트텐션 시스템으로 보완될 뿐만 아니라 경량콘크리트의 낮은 강성을 증진시킬 수 있다. 이와 같이 경량콘크리트와 포스트텐션 공법 장점들의 융합은 환경적·경제적 가치의 시너지효과를 기대 할 수 있다. 하지만 국내·외 포스트텐션 경량콘크리트 휨부재에 대한 현장적용 및 구조실험 연구는 부족할 뿐만 아니라 포스트텐션 시스템의 연구가 대부분 보통중량 콘크리트에 집중되어 있다. 따라서 보통중량콘크리트에 적용되었던 포스트텐션 휨부재에 관한 기준들이 경량콘크리트에서도 안전측에서 적용될 수 있는지 평가될 필요가 있다.

2. 실 험

그림 1에서 나타낸바와 같이 시험체는 단순보 시험체이며 가력을 $L/3$ 지점에 분당 2.5mm 변위제어를 통한 2점 가력이 실시되었다. 측정은 각종 변위계와 로드셀을 이용하여 하중에 따른 시험체의 처짐과 긴장재의 응력 변화, 그리고 휨 하중이 측정되었다.

* 정회원, 목포대학교 건축공학과, 석사과정

** 정회원, 경기대학교 건축공학과, 부교수

*** 정회원, 고려 E&C, 공학박사, 대표이사

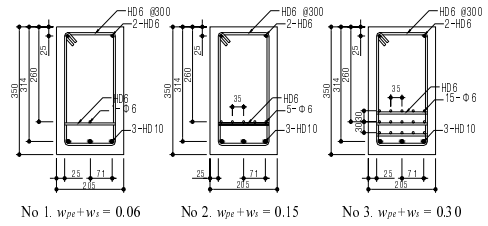
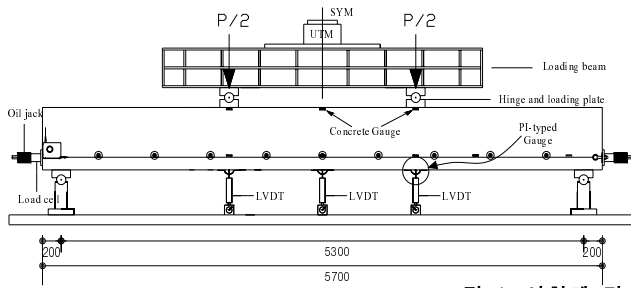


그림 1. 시험체 및 가력상세

3. 결과 및 고찰

3.1 하중-변위 관계

그림 2에서 나타낸바와 같이 보강지수가 증가함에 따라 내력은 약 1.8배씩 증가하였으며, 반면 처짐은 급격히 감소하였다. 보강지수가 가장 높은 시험체 No. 3에서 최대 내력 이후 급작스러운 취성적인 경향을 보였다.

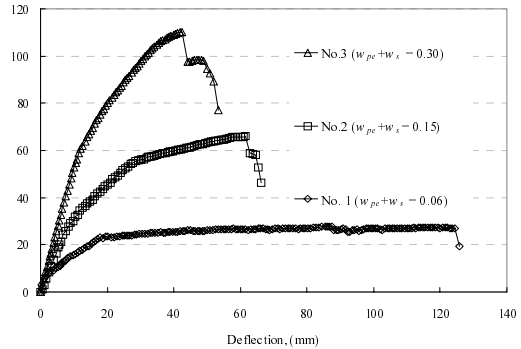


그림 2. 하중-변위 관계

3.2 비부착 긴장재 극한응력

보강지수가 증가함에 따라 비부착 긴장재 응력과 응력증가량은 평균 17%, 48% 감소하였다. 표 1에서 나타낸바와 같이 ACI 318-08²⁾ 기준은 긴장재 극한응력과 긴장재 극한응력증가량을 각각 3~10%, 30~40% 수준으로 과소평가하였다.

표 1. 시험체 일람 및 결과

3.3 변위연성비

연성비는 보강지수가 증가함에 따라 약 54%정도씩 감소하였다. 특히 보강지수가 0.3인 시험체 No 3에서 연성비가 1.1로서 매우 낮았다.

Specimen	$w_{pe} + w_s$	$\frac{f_{pe}}{f_{pu}}$	$\frac{L}{d_p}$	Experiment				$\frac{Exp}{Pre. (ACI)}$	
				M_n (kN·m)	$\mu \Delta$	f_{ps} (MPa)	Δf_{ps} (MPa)	$\frac{f_{ps}}{f_{ps}}$ (MPa)	$\frac{\Delta f_{ps}}{\Delta f_{ps}}$ (MPa)
No. 1	0.06	0.6	20.4	24.69	3.9	1849	585	1.10	1.39
No. 2	0.15			58.42	2.0	1556	318	1.06	1.39
No. 3	0.30			97.52	1.1	1277	157	1.03	1.27

3. 결론

- 1) 보강지수가 증가함에 따라 긴장재 응력과 변위연성비는 감소하지만, 휨 내력은 증가하였다.
- 2) 보강지수 0.3이상에서의 휨 부재의 변위연성비가 급격히 감소하였다.
- 3) 포스트텐션 경량콘크리트 보의 최대 휨 내력 시 비부착 긴장재의 응력은 ACI 318-08의 경험식에 의해 안전측에서 평가될 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 교육과학기술부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업 및 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임. (No. 2009-0076894)

참고문헌

1. Yang, K. H., Kang, T. H. K., "Prediction of Ultimate Stress in Unbonded Tendons Based on Equivalent Strain Distribution Factor", ACI Structural journal, ACI, 2009, Under review.
2. ACI Committee 318, "Building code requirements for structural concrete and Commentary (ACI 318M-08)", American Concrete Institute, Detroit, 2008.