

RPF 합성보의 실험 연구

A Study on the Experiment of Represtressed Preflexional Composite Beams

장 동 일¹⁾ · 황 윤 국²⁾ · 김 정 호³⁾ · 조 태 준⁴⁾
Chang, Dong Il Huang, Yoon Kook Kim, Jung Ho Cho, Tae Jun

요 약 : 기존 프리플렉스 합성형 교량의 당면한 문제점은 하부 플랜지의 콘크리트 인장균열발생을 여하히 제어할 수 있느냐 하는 점이다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 하부 플랜지 콘크리트부에 정적량의 PC강재를 도입하여 콘크리트에 압축력을 추가로 도입함으로써 프리플렉스 합성형이 전단면 압축(Full Prestressing)상태로 거동하도록 하는데 목표를 두고 검토하였다. 또한 이 과정에서 기존의 프리플렉스 합성형의 장점을 저해하지 않는 형고 및 단면의 유지 또는 개선과 경제성을 잃지 않도록 하였다. 여기서 개발한 새로운 개념의 합성형을 리프리스트레스드 프리플렉스 합성형(Repre-stressed Preflexional Composite Beam : 이하 RPF 합성형)이라 하고 해석, 설계, 시공의 전과정에 걸쳐서 작성된 유한요소해석프로그램(D.A.R.P.)을 이용하여 그 출력을 실험모형실험을 통해 비교, 검증함으로써 기존 프리플렉스 합성형의 문제점을 개선하면서도 경제성을 지는 거동특성을 확인할 수 있었다.

ABSTRACT : The conventional preflex beams are designed by the method of partial prestressing and allow the tensile stresses at the lower concrete of beams. As a consequence, most of preflex beams experience the tensile cracks under the service loads. This study was conducted to develop the most effective preflex beams, which do not allow tensile stress under the service load, by introducing additional prestressing called 'represtressing' at the lower concrete of beams. The objective of the study was accomplished by developing a computer analysis and design program and conducting experiments. Using the developed computer program, standard sections of the represtressed preflex beams were determined by computer modeling. In the

1) 정희원, 한양대학교 토목공학과 교수, 공학박사
2) 정희원, 한국건설기술연구원 구조연구실 수석연구원
3) 정희원, 한국건설기술연구원 구조연구실 선임연구원
4) 정희원, 한국건설기술연구원 구조연구실 연구원

본 논문에 대한 토의를 1998년 5월 31일까지 학회로 보내
주시면 토의회담을 게재하겠습니다.

experiment, two actual size of prestressed beams were tested under the imitated service loads. The results of test have shown that the performance of the prestressed preflex beams is generally excellent.

A remarkable improvement was made in the design of preflex composite beams. Since the prestressed preflex beams(RPF) do not experience the tensile cracks under the service loads, the use of this beam for the bridge structures will lead to easy bridge maintenance and management. Furthermore, due to the low beam depth, high clearance and economical design can be realized in the bridge design using RPF.

핵심용어 : 프리플렉스, RPF, 추가긴장, 합성보, 인장균열, 전단면 압축거동, 교량구조
KEYWORDS : preflex, RPF, prestress, composite beams, tensile crack, partial prestressing, bridge structure

1. 서론

철근콘크리트 교량의 경우에는 설계시 콘크리트의 인장응력을 허용하지 않으며, 프리스트레스트 콘크리트 교량에서는 콘크리트의 인장응력을 허용하지 않거나 허용하는 경우에도 $0.75\sqrt{\sigma_{CK}}$ 까지 허용하고 있다.¹⁾ 한편 프리플렉스 합성형 교량은 압축력에 의한 강재의 좌굴현상과 인장에 취약한 콘크리트의 결점을 보완하여 전단면이 합리적인 구조거동을 하는 교량 형식이나, 형고를 낮추고 형하여유고를 높이기 위하여 콘크리트의 인장응력을 균열응력 수준인 $2.0\sqrt{\sigma_{CK}}$ 까지 허용(Partial Prestressing)하는 설계를 하고 있다.²⁾³⁾ 이와 같은 콘크리트의 높은 인장응력의 허용이 콘크리트 인장부의 인장균열을 유발하게 되므로서, 경제성과 사용성 등의 많은 장점에도 불구하고 프리플렉스 합성형의 가설을 기피하게 하는 요인이 되고 있다.

기존 프리플렉스 합성형 교량의 당면한 문제점은 하부 플랜지의 콘크리트 인장균열발생을 여하히 제어할 수 있느냐 하는 점이다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 하부 플랜지 콘크리트부에 정적량의 PC강재를 도입하여 콘크리트에 압축력을 추가로 도입함으로써 프리플렉스

합성형이 전단면 압축(Full Prestressing)상태로 거동하도록 하는데 목표를 두고 검토하였다. 또한 이 과정에서 기존의 프리플렉스 합성형의 장점을 저해하지 않는 형고 및 단면의 유지 또는 개선과 경제성을 잃지 않도록 하였다. 여기서 개발한 새로운 개념의 합성형을 리프리스트레스트 프리플렉스 합성형(Represtressed Preflexional Composite Beam : 이하 RPF 합성형)이라고 해석, 설계, 시공의 전과정에 걸쳐 실물모형을 실험을 통해 검증하므로써 실용화를 전제한 연구가 되도록 하였다.

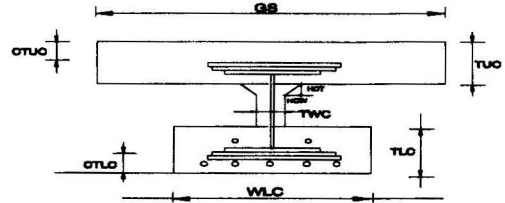
2. 구조해석 및 설계

RPF 합성형은 콘크리트의 크리프, 건조수축 변형이 강형에 의해 구속되기 때문에 단면내에서 응력이 재분배되어 보에 변형이 발생한다.⁴⁾ 따라서 시간 의존적 변형인 크리프와 건조수축을 고려한 시공단계별 강성계산 및 하중상태에 따른 중요점점부위의 단면력 계산이 요구된다.⁵⁾⁶⁾ 이를 위하여 축방향 변형을 고려한 뼈대구조요소를 사용하여 유한요소 해석 프로그램인 DARP (Design and Analysis of Represtressed Preflex Beam)를 개발하였다. 프로그램 DARP에 의한 시공단계

별 해석과정은 그림 1과 같고, 이와 같은 순서로 개발된 프로그램 DARP를 사용하여 설계한 RPF 합성형 실험모형체의 설계단면은 그림 2와 같다.

이와같은 단면으로 설계된 경간 30m의 RPF 합성형 실험모형체와 동일한 경간을 갖는 기존 프리플렉스 합성형 표준도⁷⁾에 제시되어 있는 프리플렉스 합성형에 대해서 프로그램 DARP를 이용하여 시간 변화에 따른 중앙단면 하부플랜지 콘크리트의 응력 변화를 비교하면 그림 3과 같다. 해석시 콘크리트 설계기준강도는 450kg/cm^2 을 사용하였는데, 그림 3으로 부터 기존 프리플렉스 합성형에서는 1년 이상 시간경과시 건조수축과 크리프에 의해 중앙 하부플랜지 콘크리트에 허용균열응력($2.0\sqrt{\sigma_{ck}}$)이상의 응력이 발생하지만, RPF 합성형에는 공용후 상당기간이 경과한 후에도 인장응력이 발생하지 않거나, 허용균열응력에

달한 응력이 발생하지 않는 프리스트레스 구조물의 허용치 이내의 인장응력($0.75\sqrt{\sigma_{ck}}$)이 발생함을 알 수 있다. 이로부터 RPF 합성형은 균열에 대해 안전함을 알 수 있다.



TLC	CTLC	WLC	TWC	TUC	CTUC	HCT	HCW
45.	10.	84.	0.	25.	12.	0.	0.

그림 2. 입력문 변수명(단위 : cm)

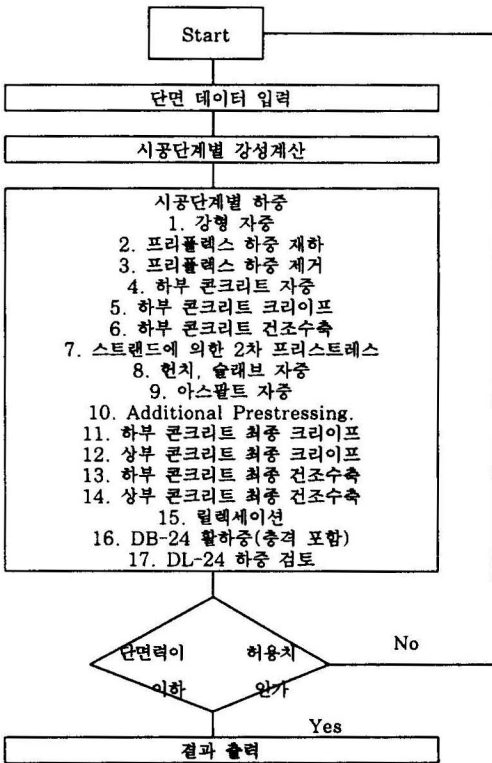


그림 1. 프로그램 DARP의 해석 순서

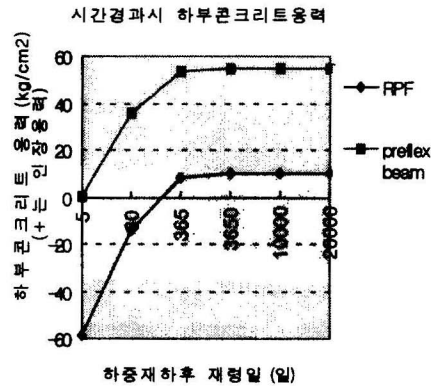


그림 3. 중앙단면 하부콘크리트의 응력변화

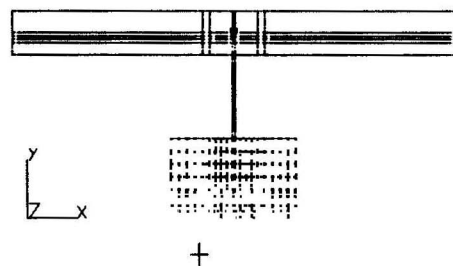


그림 4. 교축방향 단면 모델링

RPF 합성형의 특징은 합성형 하부에 추가적인 긴장력을 가함으로서 얻어지는 내하력, 즉 휨강도의 증가이다. 이를 위해 합성보의 단부에 총사중의 3~4배 가량의 긴장력이 도입되어 국부적인 응력집중이 발생하므로 긴장력 도입부 설계시 유한요소 기법을 사용한 국부해석을 선행함이 바람직하다.⁸⁾ RPF 합성형의 정착부 해석은 경간 30m의 실험모형에 대해서 응력집중부의 긴장력과 지점반력에 대해서 검토하였고 해석모델의 특징 및 모델링 과정은 다음과 같다.

- 범용 유한요소해석 프로그램인 ALGOR의 8 node Brick Element 사용
- 보강판 (-5~0 cm), 콘크리트 블록 (0~1500 cm) : L/2 모델링
- 하중 : 중앙부에 층격을 포함한 활하중 작용, 자중 고려, 단부 긴장력 작용

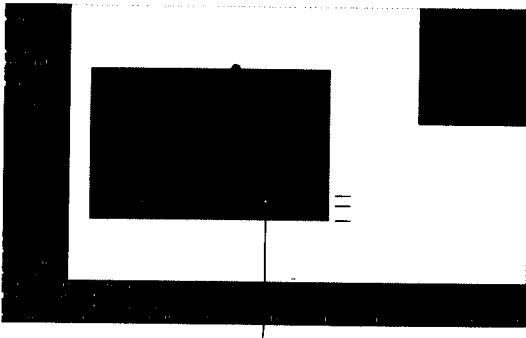


그림 5. 지압판과 인접콘크리트 응력등고선



($\sigma_{max} = 83.6 \text{ kg/cm}^2$)
 ($\sigma_{min} = -33.9 \text{ kg/cm}^2$)

그림 6. 콘크리트 블록 응력

그림 4는 해석 단면의 모델링을 나타낸 것이다. 그림 5는 정착부 긴장, 정착시 세부 유한요소 해석 결과로서, 스트랜드 개당 긴장력을 14.96 ton으로 24개를 사용하여 총 359 ton의 긴장력이 작용하는 경우, 지압판과 지압판 인접 콘크리트 블록의 교축직각방향 1/2 부분을 슬래브 윗방향에서 관찰한 그림이다. 이때 지압판에서의 파열 인장응력(Burst Stress)범위는 98~823kg/cm²로 정착단부로 부터 4~5cm 부근에서 발생하고 있으며, 콘크리트내부에서는 균열응력이하의 응력이 작용된다. 이와 같은 해석결과를 참조하여 단부보강은 지압판에 전달되는 프리스트레스에 의한 긴장력이 대부분 I 형강으로 직접 전달되도록 지압판 두께를 5cm로 결정하여 단부 보강판을 설치하였다.

그림 6은 지점부 콘크리트의 교축직각방향 1/2부분을 국부 해석한 결과이다. 이 결과로부터 지점부에서의 최대압축응력은 83.6 kg/cm²로 다음 식으로 계산된 허용지압응력값인(σ_{ba}) 173.3 kg/cm² 이하이므로 국부압축응력은 허용치 이내임을 알 수 있다. 또한 상기 각 해석치는 집중하중으로 재하한 경우이므로 지점부 콘크리트에 상당히 큰 인장응력이 발생하지만, 스트랜드에 의한 긴장력과 지점반력을 등분포하중으로 재하하면 실제 해석치는 이보다 작을 것으로 사료된다.

$$\sigma_{ba} = 0.25 \sqrt{\frac{A_c}{A_b}} \sigma_{ck} \leq 0.5 \sigma_{ck} \quad (1)$$

여기서, A_c : 지지하는 콘크리트의 전면적
 A_b : 지압을 받는 재하면적

3. 모형실험

3.1 실험체 제작

본 실험체의 해석 및 설계시의 목표는 동일지간을 갖는 RPF합성형의 제작시 최소의 형고와

최소의 강제량으로 최대의 강성을 갖는 교량의 제작과 스트랜드의 긴장, 정착에 따른 단부 응력집중부에 대한 검토에 두었다. 따라서 실험체는 경간 30m의 그림 2와 같은 단면을 가진 A형 실험체와 A형 실험체에서 복부 콘크리트를 타설하지 않은 B형 실험체 2종류를 제작하였다. A형 실물모형실험에서는 기존 프리플렉스 합성형에 비해 강제량을 9% 정도 줄이면서 스트랜드를 긴장, 정착하여 하부플랜지 콘크리트의 균열을 제어하고자 하였으며, B형 실물모형실험에서는 현장 시공성이 불량한 복부 콘크리트를 타설하지 않은 상태에서의 거동을 파악하고자 하였으나, 프리플렉스 하중이 편심재하되어 I형강 복부에 좌굴이 일어나 프리플렉스 하중이 설계치 이하로 도입되는 등 시공상의 문제가 발생하여 허용치 이상의 긴장력이 도입된 상태의 정착부 거동을 파악하고자 하였다.

RPF 합성형은 2차에 걸쳐 프리스트레스를 도입하게 되는데, 프리플렉스 하중재하와 하부콘크리트 증기양생후 하중제거에 따른 1차 프리스트레스 도입을 위하여 I형강 상하부의 응력이 $0.9 \sigma_{py}$ 가 되도록 지간의 0.25L, 0.75L 지점에 각각 75.5ton의 하중을 재하하였다. 이때 하중재하속도는 5 ton/min 정도로 하중을 도입하였고, 강형에 비틀림이 일어나지 않는지 추를 이용하여 확인하면서 하중을 재하하여야 한다.⁹⁾¹⁰⁾

한편 2차 프리스트레스 도입을 위한 스트랜드의 초기 긴장력은 스트랜드에 인장응력이 $0.9 \sigma_{py}$ (σ_{py} : 항복응력) 이하가 작용하도록 14.3 ton 이하로 긴장, 정착하여야 하지만¹¹⁾, 본 실험에서 사용한 스트랜드의 항복강도는 18 ton 정도로서 A형 실험체에서는 스트랜드 개당 긴장력을 14.96 ton으로 24개를 사용하였고, B형 실험체에서는 15.6 ton의 긴장력으로 36개의 스트랜드를 긴장, 정착하였다.

RPF 합성형의 제작은 공장에서의 강형 제작과 현장에서 콘크리트를 타설한 후 프리스트레스를 도입하는 과정으로서 특히 현장작업시 하부콘크리트의 철저한 품질관리를 요한다. 본 실험에서 사

용한 하부콘크리트는 450 kg/cm^2 이상의 고강도 콘크리트를 사용하였으나, 최근의 고강도 콘크리트의 품질관리로 550 kg/cm^2 이상 사용 가능하고 이와 같은 고강도 콘크리트의 사용은 교량의 사하중을 감소시켜 동일한 내하력을 유지하면서도 전체 휨모멘트를 감소시킬 수 있다. 따라서 향후 RPF 합성형 설계시 현장여건 등이 적합한 경우에는 500 kg/cm^2 이상의 고강도 콘크리트를 사용하는 것이 유리하다. 또한 하부콘크리트의 슬럼프 값은 시공성을 고려하여 18cm 이상이 되도록 하였고, 이를 위해 레미콘 공장에서의 철저한 배합설계 관리가 필요하다. 전체적인 실험체 제작 순서는 표 1과 같다.

표 1. 현장 제작 순서

시공내용	하중 재하 형상
I형 강제 거치 전단연결재 용접 거푸집 조립 인장재설치	
프리플렉스 하중재하 하부콘크리트 타설 콘크리트 증기양생	
프리플렉스 하중제거	
긴장작업	
상판 철근배근 상판 콘크리트 타설	
활하중 재하	

3.2 계속방법

A형 실험체의 시공단계별 계속으로는 레벨 측정에 의해 각 시공단계별 솟음 측정, 주요공정의 하중재하에 따른 변형 측정 및 시공완료후 동적실험을 실시하였다. RPF 합성형 시공단계별로 변

화하는 변형량 중 시공 각 단계의 상태를 비교적 정확하게 판단할 수 있는 자료는 솟음량으로, 솟음을 측정 한 시공단계는 다음과 같다.

- 가) 강형 제작시
- 나) 강형의 거치후(유압잭에 거치후)
- 다) 최종 프리플렉스 직후
- 라) 프리플렉스 하중을 제거, 하부플랜지 콘크리트에 1차 프리스트레스 도입 직후
- 마) DB-24(충격 포함) 활하중 재하

시공단계중 프리플렉스 하중재하, 릴리스, 스트랜드 긴장 및 하중재하 실험시에는 매설된 스틸 게이지와 콘크리트 표면에 부착한 콘크리트 게이지에 발생한 변형을 변형율 계측기(TDS601)를 사용하여 계측하고, 하중재하 실험시에는 변위측정기를 이용하여 처짐 측정을 병행하였다. 또한 프리플렉스 하중, 스트랜드 긴장력 및 하중재하 실험시 재하하중은 하중계측기를 이용하여 하중단위로 측정하여 실험의 정밀도를 도모하였다. 한편 동적재하실험은 포크레인에 브레이커를 부착, 경간 중앙부에 충격을 가하면서, 경간 중앙부 하부플랜지 콘크리트에 설치한 1축 및 3축 가속도계와 변위측정기를 이용하여 동적변형을 동적변형계측기(DAS2)로 측정하여, A/D 변환기를 내장한 컴퓨터를 이용하여 FFT 분석을 통해 모형실험체의 고유진동수를 도출하였다. B형 실험체에서는 스트랜드 긴장, 정착에 따른 국부응력 측정에 중점을 두어 실험을 실시하였다.

3.3 측정결과 분석

3.3.1 솟음 측정결과

A형 실험체의 시공 단계별 솟음량의 측정결과를 프로그램 DARP의 해석치와 비교하면 그림 7과 같다. 여기서 자중에 의한 측정처짐량이 해석 처짐량과 1.9cm의 차이를 보였는데, 이는 해석시 약 1.5ton 정도의 스티드 무게를 고려하지 않았고, 분절상태로 반입된 I형강을 현장용접함으로써 발생한 오차라 사료된다. 이를 제외한 나머지 측

정결과는 해석결과와 1~7%의 오차범위를 보이는 등 프로그램 DARP가 상당히 정밀한 계산을 수행하는 것으로 판단된다. 특히 충격을 포함한 DB-24 활하중 재하실험결과는 해석치와 거의 일치함을 알 수 있었으며, 이는 기존 프리플렉스 합성형이 강교의 처짐규정을 토대로 한 것에 비해, RPF 합성형에서는 기존 프리플렉스 합성형 보다 단면을 절감시키면서도 콘크리트교 기준의 처짐규정을 만족시킬 수 있었다.

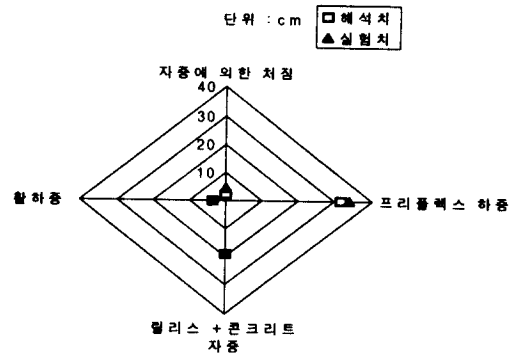


그림 7. A형실험체의 시공단계별 솟음 비교

3.3.2 정착부 실험결과

실험에서 사용한 I형강의 SWS 520으로 허용응력은 2100kg/cm^2 이고, 콘크리트의 허용지압응력은 식(1)에서 구한 173.3kg/cm^2 로서, 표 2에서 보는 바와 같이 A, B형 모두 압축응력은 허용범위 이내이며, A형 실험체 콘크리트의 파열인장응력은 균열응력보다 현저히 작음을 알 수 있으며, B형 실험체 콘크리트의 파열인장응력은 측정게이지가 손상되어 측정할 수 없었으나 A형 실험결과로부터 균열응력을 초과하지 않을 것으로 사료된다. 이와 같은 결과는 지압판 및 정착부 보강에 의해서 그림 5, 그림 6의 무보강상태 해석결과 보다 전반적으로 개선된 상태를 보여 주고 있으며, 특히 콘크리트의 인장응력 발생이 현저히 저하됨을 알 수 있다. 이와같은 실험결과 스트랜드 정착부 부근에서 어떠한 균열도 발견되지 않았

으며, 따라서 본 실험에서 사용한 바와 같은 5cm 두께의 지압판을 사용하면 국부응력에 의한 콘크리트 균열은 발생하지 않을 것이다.

여기서 - 는 압축응력을 +는 인장응력을, E1, E2, E3, E5, E6은 긴장력 도입 방향(압축응력

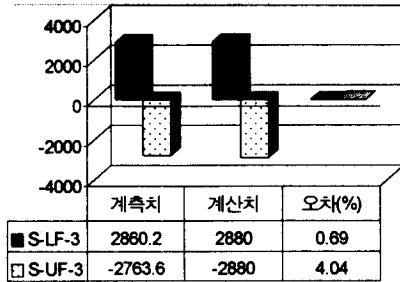


그림 8. 프리플렉스 하중 비교

표 2. 정착부 계측응력(단위 : kg/cm²)

	측정위치	E1	E2	E3	E5	E6	E7
A형	변형율	-501	-271	-166	-175	-101	59
(긴장 하중 359 ton)	강형응력	-105 2	-569	-349	-368	-212	124
	콘크리트 응력	-147	-79	-49	-51	-30	17
B형	변형율	-540	-421	-357			
(긴장 하중 561 ton)	강형응력	-113 5	-884	-750			
	콘크리트 응력	-158	-123	-105			

발생)으로 정착부에서 각각 3.5cm, 17cm, 30.5cm, 17cm, 30.5cm 떨어진 지점을, E7은 긴장력 도입 직각방향(파열인장응력 발생)으로 정착부에서 5.5cm 떨어진 지점을 나타냄.

3.3.3 프리플렉션, 활하중 재하시 변형 측정결과

그림 8은 프리플렉스 하중 도입시 측정결과로 강형의 중앙 상, 하부플랜지의 응력 및 처짐은 해석결과와 일치함을 알 수 있는데, 이는 I형강 상, 하부플랜지에 스틸게이지를 부착하여 변형율을 관리한 결과로, 프로그램 DARP를 이용하여 계산한 프리플렉션 하중값인 76ton과도 잘 일치함을 알

수 있다.

한편 강재 중앙부 및 콘크리트 중앙부, 경간 1/4, 3/4 지점에서 활하중 재하시 측정된 응력을 상,하부 응력으로 나누어 도시한 것이 그림 10, 그림 11으로서, 선형적으로 변화함을 알 수 있다. 활하중 재하실험시 재하하중은 프리플렉스 가력장치를 사용하여 재하하였기 때문에 그림 10과 그림 11에서 65.5ton에 해당하는 하중이 충격을 포함한 DB-24 활하중에 해당하는 것으로서, 프로그램 DARP에 의한 해석결과는 DB-24 하중의 1.6배인 100ton 정도의 하중재하시 중앙부 하부 콘크리트 하단의 시공단계별 응력의 합이 균열응력을 초과하는 것으로 나타난 것에 비해, 실험결과와는 총하중 86ton 재하시 균열폭 0.07mm의 첫번째 균열이 발생하였다. 그러나 그림 9의 활하중 재하에 따른 강재 및 콘크리트의 실측된 인장응력은 계산치에 비해 작음을 알 수 있었는데, 이는 해석시 철근 배근, 스트랜드 배치 및 복부콘크리트의 강성을 계산하지 않았기 때문으로 생각된다. 이와같은 결과로부터 본 과제에서 개발한 설계프로그램인 DARP의 안전성을 유추할 수 있으며, 또한 실험치와의 오차를 고려할 때 상당히 정밀한 계산을 수행하는 것으로 사료된다.

이상과 같은 A형 실물모형의 실험 결과, 측정응력값이 전단면 압축상태로 해석한 응력값 보다 작고 따라서 활하중 재하시 하부플랜지 콘크리트는 압축영역 상태인 것으로 사료되며, 계속된 재하실험에서 충격을 포함한 DB-24 활하중의 131%에 해당하는 하중에서 미세균열이 발생한 것으로 보아 균열제어라는 목표는 달성되었다고 생각된다.

그림 8~그림 11에서 계측위치의 약어는 다음을 의미한다.

S-UF-3 : I형강 상부플랜지(중앙부)

S-LF-3 : I형강 하부플랜지(중앙부)

LC2 : 하부콘크리트(중앙부)

LC4 : 하부콘크리트(L/4지점)

UC2 : 상부콘크리트(중앙부)

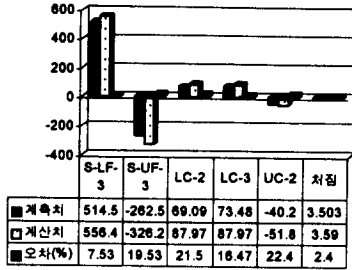


그림 9. 활하중 재하시 용력 비교

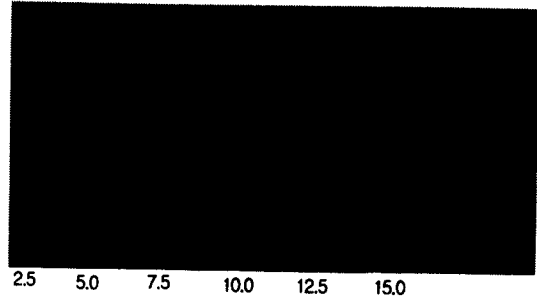


그림 12. 측정된 Power Spectral Density

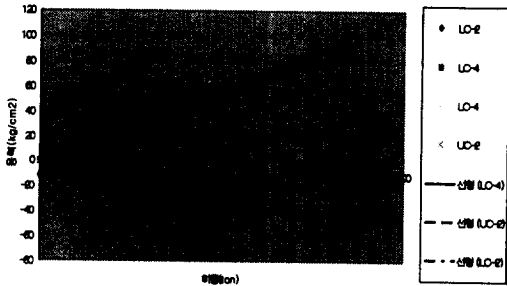


그림 10. 활하중재하후 측정된 강재상하부의 용력

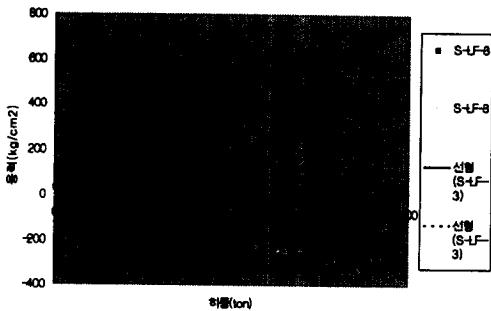


그림 11. 활하중재하시 콘크리트 용력측정치

3.3.4 고유진동수 측정결과

B형 모형실험체의 진동실험 결과 측정된 고유진동수는 그림 12의 스펙트럼밀도함수로부터 12.5Hz 로서, 본 모형단면에 대해 범용구조해석 프로그램인 ALGOR을 사용하여 해석한 고유진동

수 6.8Hz 보다 크게 측정되었는데, 이는 해석시 철근과 스트랜드의 배근을 고려치 않았으며, 하중 재하점인 L/4, 3L/4 지점의 프레임틀을 완전히 제거한후 동적실험을 수행하지 않아, 이들의 간섭으로 사료되며, 이들 하중재하점을 스프링으로 모델링한 결과 측정결과 12.3Hz의 고유진동수를 확인할 수 있었다. 건설교통부에서 수행한 교량관리 체계개선 연구중, 7.2~30m 경간장을 갖는 21개 콘크리트 교량의 내하력 측정 결과¹²⁾에 의하면, 실측 고유진동수 범위가 1.8~18.2 Hz 범위로 측정되었는데, 이중 기본내하력이 낮은 5개 교량을 제외하면 그 범위가 4~18.2 Hz 범위임을 알 수 있다. 따라서 RPF 합성형에서는 기존 프리플렉스 합성형의 과다 진동문제를 극복할 수 있을 것으로 사료되나, 진동실험이 B형 실험체 하나에 국한된 결과로서, 향후 RPF 합성교가 가설되는 경우 진동실험을 수행하여, 정확한 결과를 확인할 예정이다.

4. 결 론

본 연구에서는 개발한 설계, 해석 프로그램 DARP 및 지침서를 토대로 30m 실험모형 실험체를 현장에서 적용하는 것과 동일한 방법으로 설계, 시공하여, 실험모형 실험을 통해 기존 프리플렉스 합성형의 문제점을 개선하면서도 경제성을 지닌 RPF 합성형의 거동특성을 입증할 수 있었다. 이와 같은 연구를 수행하여 획득한 주요 결론은 다음과 같다.

(1) 설계, 해석 프로그램인 DARP를 이용하여 콘크리트의 특성인 크리프, 건조수축을 고려한 RPF 합성형의 각 시공단계별 변형량을 출력하였으며, 이에 따라 시공시 높은 정밀도관리가 기대된다.

(2) 기존 프리플렉스 합성형과 달리 RPF 합성형에서는 스트랜드(Unbonded PC Strand)를 인장, 정착시켜 2차 프리스트레스를 도입하는 바, 합성형 단부 정착부 콘크리트에 상당한 지압응력이 발생되므로, 5 cm의 지압판을 부착시키기로 하였으며, 이의 확인을 위해 단부 정착부의 구조 해석을 실시하였다. 단부 정착부 콘크리트의 허용응력 실험 결과 콘크리트의 파열인장응력은 균열응력보다 현저히 작음을 알 수 있었으며, 콘크리트의 최대압축응력은 허용응력 이내임을 확인하였다.

(3) 해석, 설계프로그램에서 계산된 시공단계별, 중요부위별 응력 및 처짐의 해석치와 실물 모형실험치를 비교 검토한 결과, 활하중 재하시의 응력의 측정값은 해석결과와 상당한 차이를 나타내는데, 이는 해석시 철근 배근 및 복부 콘크리트의 강성을 고려하지 않은 결과로 사료된다. 한편 처짐량은 해석결과와 거의 일치함을 알 수 있으며, 기존 프리플렉스 합성형의 단면보다 적게 하면서도 콘크리트교 기준의 처짐 규정을 만족시킬 수 있었다.

(4) 검증된 설계, 해석 프로그램 DARP를 이용하여 기간장 30 - 50m, 차선수 2차선, 4차선

에 대해 각 케이스별 표준단면을 제작중에 있으며, 본 연구에서 수행한 설계방법, 제작 및 시공 방법을 토대로 현장실무자를 위한 리프리스트레스 프리플렉스합성형교의 설계, 제작 및 시공 지침서를 개발하였다.

참 고 문 헌

- (1) 한국건설기술연구원, "프리캐스트 PS콘크리트 교량의 설계에 관한 연구", 1992.12
 - (2) 프리플렉스합성형교의 설계제작 및 시공지도서
 - (3) 프리플렉스합성형 표준시방서 및 동해설(안)
 - (4) Akio KITAJIMA, "Analysis of Creep and Shrinkage of Composite Structure", Kawada Information Vol 3/ JAN, 1983
 - (5) 건설교통부, 콘크리트 표준 시방서, 1996
 - (6) 李彦鎔, "PREFLEX 합성형의 거동에 관한 설계변수 분석", 인하대학교 대학원, 1995.2
 - (7) 대한토목학회, 한국종합기술개발공사, 프리플렉스합성형 표준도(도로교 상부구조), 1986.7
 - (8) Leonhardt, "Prestressed concrete: design and construction", 2nd Edition, Wilhelm Ernst & Sohn, 1964
 - (9) 國土開發技術研究センター, プレベ-ム合成げた橋設計施工指針 第2版, 1983. 9
 - (10) プレベ-ム振興會, プレベ-ム合成げた橋設計, 製作, 施工要領書, 1993. 12
 - (11) 건설교통부, 도로교 표준 시방서, 1996
 - (12) 건설교통부, "교량관리 체계개선", 1995.5
- (접수일자 : 1997. 8. 14)