

# 고강도 콘크리트를 사용한 P.C. Beam교의 설계

## Design of P.C. Beam Bridge using High Strength Concrete

강 상 규\*      윤 석 구\*\*      이 형 준\*\*  
Kang, Sang-Gyu      Youn, Seok-Goo      Lee, Hyung-Joon  
정 원 기\*\*\*      이 규 정\*\*\*\*  
Chung, Won-Ki      Lee, Kyu-Jung

---

### ABSTRACT

The use of high strength concrete in the fabrication and construction of prestressed concrete beam bridges can result in the increase of girder spacings for standard shapes, as well as the increase of span lengths. The increase of girder spacings corresponds to the reduction of the required number of girders. This study shows that the use of high strength concrete make prestressed concrete beam bridges the economical alternative to any other bridge types. Also, this study has the purpose of giving aids to design of prestressed concrete beam. To achieve this purpose this study provides the plots resulting from research on relationships between the concrete strength of prestressed concrete beam, girder spacing and the number of strands in various span lengths.

---

#### 1. 서론

국내에서도 고강도 콘크리트에 대한 연구가 많이 수행되어 이제  $600 \text{ kg/cm}^2$  이상의 콘크리트강도를 쉽게 얻을 수 있을 정도로 관련기술이 발전했다. 고강도 콘크리트의 사용은 보통강도의 콘크리트에 비해서 여러 경제적인 이점들을 가지고 있다. 고강도 콘크리트의 투수성이 감소하여 구조물의 내구성을 향상시키며, 건조수축과 크리프에 의한 영향이 줄어들기 때문에 콘크리트 구조물의 구조적인 효율을 증대시킬 수 있다<sup>3)</sup>. 프리스트레스 콘크리트부재에 고강도 콘크리트를 사용하는 경우 더욱 많은 압축 응력을 부재에 미리 가할 수 있기 때문에 같은 단면인 경우에도 일반강도의 콘크리트를 사용하는 경우보다 많은 하중을 부담할 수 있게 된다. 이런 이점가운데 하나가 표준단면에 있어서 더 긴 지간길이를 사용할 수 있다는 것, 또는 특수한 설계의 경우에 있어서 거더간격을 증가시킬 수 있다는 것이다. 거더간격을 증가시키는 것은 주어진 교량의 설계에 있어서 거더의 수를 효과적으로 줄일 수 있게 한다. 따라서 고강도 콘크리트를 적용하는 경우 예상되는 이점을 설계에 반영할 수 있는 연구가 수행될

- 
- 1) \*한국도로공사 도로연구소 연구원
  - 2) \*\*정회원, 한국도로공사 도로연구소 책임연구원
  - 3) \*\*\*정회원, 동아건설 기술연구소 토목연구팀 부부장
  - 4) \*\*\*\*동아건설 기술연구소 토목연구팀 연구원

필요가 있다.

본 연구에서는 고속도로상에 건설되는 P.C. Beam교에 대해서 고강도 콘크리트의 사용이 지간과 거더간격에 주는 영향을 정량적으로 알아보았다. 또한 긴장재의 수가 지간과 거더간격에 주는 영향도 검토하고 이를 바탕으로 P.C. Beam교의 설계시 지간길이와 거더간격이 변함에 따라 필요한 긴장재의 개수를 구하여 보았다. 설계시 사용된 P.C. Beam은 현재 한국도로공사에서 사용하고 있는 표준단면이다.

## 2. P.C. Beam교의 설계

### 2.1 설계제원

그림 1의 표준단면에 대해서 지간길이를 30, 35, 40 그리고 45m로 변화시키고, 콘크리트강도는 400 kg/cm<sup>2</sup>로부터 800 kg/cm<sup>2</sup>까지 변화시켰다. 거더간격은 2.0에서 4.25m까지로 변화시켰다. 각 거더간격과 콘크리트강도에 대해서 현재 도로교시방서의 요구사항을 만족하도록 하는 최대 지간길이가 계산하였다. 설계에 사용된 재료의 성질과 설계조건은 표 1에 나타내었다<sup>1),2)</sup>.

표 1. 재료의 성질

DECK (현장타설)	설계강도( $\sigma_{ck}$ )	270 kg/cm <sup>2</sup>
	탄성계수( $E_c$ )	$2.5 \times 10^9$ kg/cm <sup>2</sup>
	허용압축응력( $\sigma_{ca}$ )	108 kg/cm <sup>2</sup>
BEAM	설계강도( $\sigma_{ck}$ )	400 ~ 800 kg/cm <sup>2</sup>
	초기설계강도( $\sigma_{ci}$ )	$0.8 \sigma_{ck}$
	탄성계수( $E_c$ )	$15,000 \sqrt{\sigma_{ck}}$
	프리스트레스 도입직후 허용압축응력	$0.55 \sigma_{ci}$
	프리스트레스 도입직후 허용인장응력	$0.75 \sqrt{\sigma_{ci}}$
	허용압축응력	$0.4 \sigma_{ck}$
	허용인장응력	$1.50 \sqrt{\sigma_{ck}}$
긴장재	종류	SWPC 7B 12.7mm 7연선 (저릴렉세이션 강재)
	1개의 단면적	0.9871 cm <sup>2</sup>
	극한응력( $\sigma_{pu}$ )	19000 kg/cm <sup>2</sup>
	항복응력( $\sigma_{py}$ )	16000 kg/cm <sup>2</sup>
	탄성계수( $E_s$ )	$2.0 \times 10^6$ kg/cm <sup>2</sup>
	개수	8 ~ 18개
설계하중	DB24	

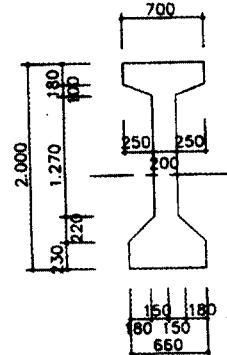
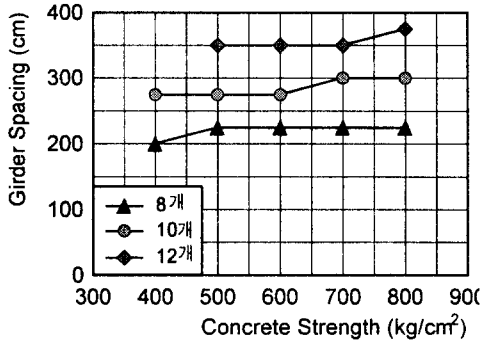


그림 1. 도로공사 표준단면

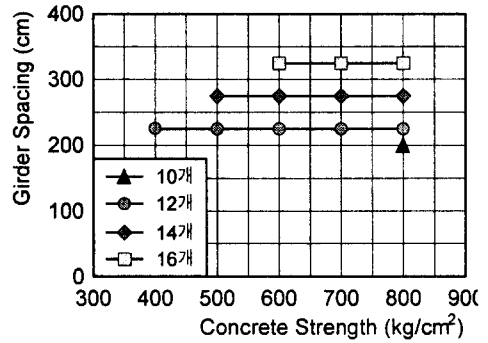
### 2.2 콘크리트강도와 거더간격

그림 2에 콘크리트강도가 거더간격에 미치는 영향을 나타내었다. 예를 들어서 그림 2의 a)는 지간이 30m일 때 표준단면에 대한 콘크리트강도와 거더간격 사이의 관계를 보여준다. 주어진 교량의 지간이

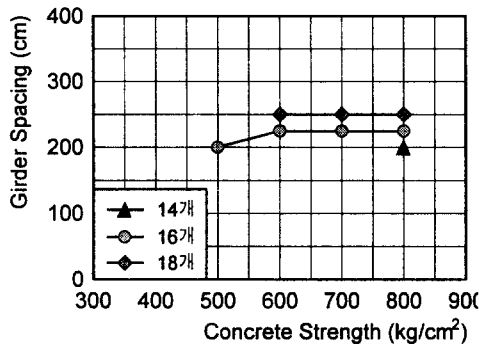
30m이고 긴장재의 수가 8개일 때 강도  $400 \text{ kg/cm}^2$ 의 콘크리트를 사용한다면 2m의 거더간격이 필요하다. 같은 지간을 갖는 교량에 긴장재의 수를 10개로 늘리고 강도  $800 \text{ kg/cm}^2$ 의 콘크리트를 사용하면 거더간격을 3m까지 늘릴 수가 있다. 이러한 내용은 분리구간 편도2차선 P.C. Beam교의 경우에 적용하면 거더의 수를 6개에서 4개로 줄일 수 있다는 것을 의미한다. 33%의 거더수 감소라는 실제적인 관점에서 고강도 콘크리트를 사용한 P.C. Beam교는 교량기술자들에게 다른 형태의 교량과 비교해서 경제적인 이점을 제공할 수 있다.



a) 지간길이 30m



b) 지간길이 35m



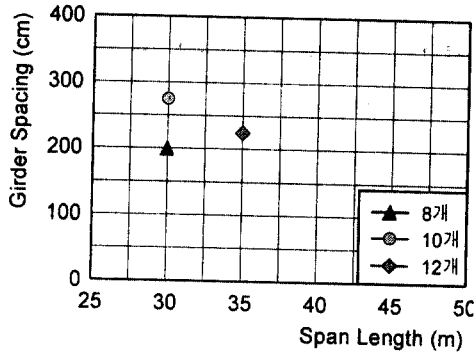
c) 지간길이 40m

그림 2. 콘크리트강도와 거더간격 사이의 관계

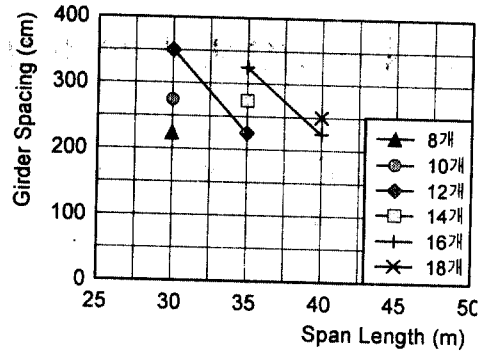
### 2.3 지간길리와 거더간격

그림 3은 긴장재의 수에 따른 거더간격과 지간길이 사이의 관계를 나타낸다. 표준단면에 대해서 P.C. Beam 콘크리트의 강도가 주어져 있다면 그림 3으로부터 필요한 긴장재의 수를 대략적으로 구할 수 있다. 예를 들어 지간의 길이가 35m이고 거더간격이 200cm인 교량에서 P.C. Beam 콘크리트의 강도가  $800 \text{ kg/cm}^2$ 이라면 그림 3의 c)로부터 긴장재의 수는 10개를 사용해야 함을 쉽게 알 수 있다.

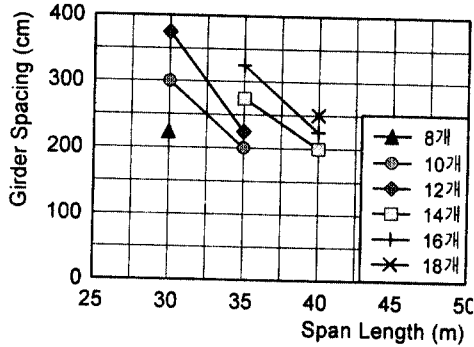
그림 3에서 콘크리트의 강도가 증가됨에 따라 지간길리와 거더간격을 늘릴 수 있다는 것을 확인할 수 있다. 지간길리를 40m까지만 검토하였는데 이는 현 도로공사 표준단면의 횡방향 휨 안정성을 고려하였기 때문이다.



a) 콘크리트강도 400 kg/cm<sup>2</sup>



b) 콘크리트강도 600 kg/cm<sup>2</sup>



c) 콘크리트강도 800 kg/cm<sup>2</sup>

그림 3. 지간길이와 거더간격 사이의 관계

### 3. 결론

본 연구에서는 지간길이에 따른 P.C. Beam 콘크리트의 강도, 거더간격 그리고 긴장재의 수 사이의 관계에 대해 알아보았다. 연구결과 현재의 도로공사 표준단면에 대해 고강도 콘크리트를 사용하는 경우 지간길이와 거더간격을 넓힐 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 아직까지는 고강도 콘크리트의 실용화가 미진한 수준이지만 본 연구에서 확인한 바와 같은 이점을 이용하는 경우 경제적인 관점에서 커다란 경쟁력을 가질 수 있을 것이라 판단된다.

### 참고문헌

- 1) 건설교통부, 「도로교표준시방서」, 1996.
- 2) 한국도로공사, 「도로설계실무편람(구조물공)」, 1996.
- 3) Bruce W. Russell, "Impact of high strength concrete on the design and construction of pretensioned girder bridges," PCI Journal, July-August, 1994, pp. 76-89.
- 4) Joseffa V. Meir, Michael R. Ciccirelli, Julio A. Ramirez and Robert H. Lee, "Alternatives to the current AASHTO standard bridge sections," PCI Journal, January-February, 1997, pp. 56-66.