

# 슬래브교 외부 강선 보강용 정착구 개발

## Development of the Bracket for External Prestressing Method in Slab Bridge

한 만 엽\*                      이 상 열\*\*  
Han, Man Yop                      Lee, sang youl

---

### ABSTRACT

This study is to develop the end anchorage of external steel reinforcement of RC slab bridges. External prestress method using the existing steel is that When the anchorage is installed in slab end, a plenty of anchor bolts were required because the only tangential stress of anchor bolt received a tendon force. Then, for this reason, the wide end anchorage was required and the shape was complicate. But this reinforcement method using method that inserts anchor key at concrete surface cut a groove gets big internal force comparing to the anchorage using existing anchor bolt. Furthermore, the number of anchor bolt for installing apparently will be reduced, and the operation will be convenient because a small anchorage of a simple shape will be received a great tendon force

---

### 1. 서론

모든 구조물은 시간이 경과함에 따라 내하력이 감소하고, 수명이 짧아진다. 또한 중차량의 통과나 교통량의 증가에 따라 균열이 발생하고, 손상이 가속화되고 있는 실정이다. 특히 이러한 현상은 2등교 이하로 가설되어 있는 교량에 심각한 손상을 주고 있다. 이들 등급이 낮은 교량의 대부분은 슬래브 교량으로 되어 있어서, 결국에는 교량의 붕괴 사고로 이어질 위험성이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 외부 강선 보강용 정착구를 이용한 슬래브 교량의 보강 공법을 제시한다. 본 보강방법은 손상된 슬래브 교량에 강선을 사용한 외부프리스트레싱 방법을 사용하고 있다. 기존의 강선을 이용한 외부프리스트레싱 방법은 슬래브의 단부에 정착장치를 설치 할 때 앵커볼트의 전단력 만으로 긴

---

\* 정회원, 아주대학교 토목설계공학과 교수

\*\* 정회원, 아주대학교 토목설계공학과 석사과정

장력을 받아줌으로 많은 수의 앵커볼트가 필요하고, 또한 이로 인해 넓은 정착구가 필요하며 형상 또한 복잡하였다. 그러나, 본 보강방법은 콘크리트 면에 홈을 파서 정착구의 앵커키를 끼워 넣는 방법이므로 외부 강선 정착구의 내하력은 콘크리트의 지압력과 앵커볼트의 전단으로 지지된다. 따라서 기존의 앵커볼트 만 이용한 정착구보다 큰 내하력을 얻을 수 있으며 앵커 볼트의 수가 현저히 줄어 더욱 간단한 형태의 작은 정착구로 큰 긴장력을 받아줄 수 있다.

이상에서와 같이 본 논문에서는 슬래브 교량에 외부강선을 이용한 보강 방법을 사용할 경우에 단 부 정착장치를 제시한다.

## 2. 슬래브교의 소요 보강 모멘트

현재 전국에 시공된 슬래브교량의 대부분은 도로교 표준 단면을 사용하여 시공되었다. 따라서 슬래브 교량 보강용 정착구를 설계하기 위하여 도로교 표준 시방서에 제시된 RC슬래브교를 구조해석을 하여 소요 보강모멘트를 산정하였다. 소요 보강 모멘트는 통상 설계오류·시공오차에 의한 보강, 내하력 증가를 위한 보강, 손상된 교량의 보강으로 구분하는데, 본 논문에서는 내하력 증가를 위한 보강일 경우에 소요 보강 모멘트를 산정하여 정착구의 설계강도를 결정하였다.

즉, 범용 구조해석 프로그램인 SAP2000을 사용하여 RC슬래브 교량에 활하중 DB-18, DL-18과 DB-24, DL-24를 재하하여 활하중 모멘트를 결정하였으며, 구조 검토시 적용되는 구조 모델은 실제 구조물과 근접하게 모델링하였다.

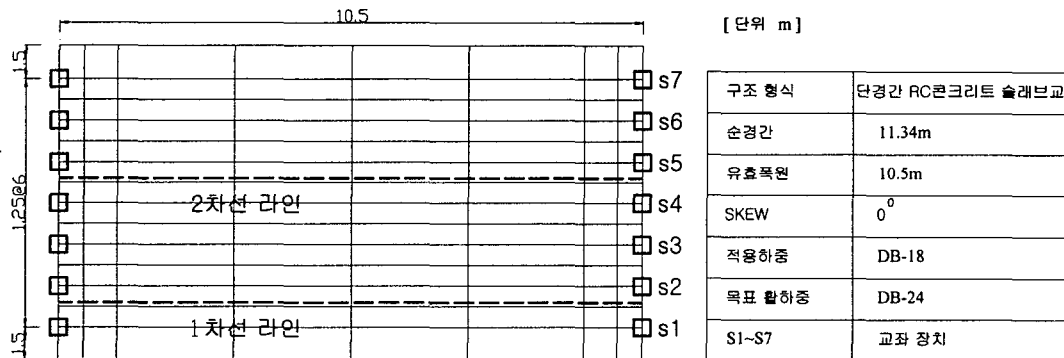


그림 1. 단 경간 RC 슬래브 교량의 모델링

표 1. 단 경간 RC 슬래브 교량의 활하중 해석 결과(DB-18, DL-18)

구 분	DB-18			DL-18		
	좌측지점반력(t)	우측지점반력(t)	정모멘트 (t-m)	좌측지점반력(t)	우측지점반력(t)	정모멘트 (t-m)
S1	12.23	12.23	15.36	8.74	8.74	13.02
S2	12.94	12.94	15.40	11.14	11.14	13.24
S3	5.72	5.72	14.02	4.23	4.23	12.25
S4	13.64	13.64	14.57	10.97	10.97	12.46
S5	8.95	8.95	13.46	6.94	6.94	11.32
S6	4.67	4.67	11.42	3.64	3.64	9.52
S7	-2.12	-2.12	10.44	-1.63	-1.63	8.4

표 2. 단 경간 RC 슬래브 교량의 활하중 해석 결과(DB-24, DL-24)

구 분	DB-24			DL-24		
	좌측지점반력(t)	우측지점 반력(t)	정모멘트 (t-m)	좌측지점반력(t)	우측지점 반력(t)	정모멘트 (t-m)
S1	14.25	14.25	19.09	11.69	11.69	17.45
S2	16.64	16.64	19.30	14.66	14.66	17.74
S3	6.76	6.76	17.66	5.62	5.62	16.38
S4	17.03	17.03	18.18	14.53	14.53	16.65
S5	10.99	10.99	16.60	9.27	9.27	15.09
S6	5.41	5.41	13.90	4.75	4.75	12.62
S7	-2.45	-2.45	12.32	2.13	2.13	11.11

위의 표 1과 표 2의 활하중 해석결과를 적용하여 내하력 증가를 위한 보강일 경우에 표 3과 같이 활하중 소요 보강 모멘트를 결정하였으며, 그 값은 RC슬래브 교량의 단위 폭 1m에 해당하는 소요 보강 모멘트이다.

표 3. 단 경간 RC 슬래브 교량의 소요 보강 모멘트 산정

• DB-24 활하중 모멘트 (충격계수 포함)	$2.15 M_i^T = 53.54t \cdot m$
• DB-18 활하중 모멘트 (충격계수 포함)	$2.15 M_i^T = 42.71t \cdot m$
$M_{req} = \frac{(2.15 M_i^T - 2.15 M_i^T)}{\phi} = \frac{(53.54 - 42.71)}{0.85} = 12.74t \cdot m$	

### 3. 슬래브교 외부 강선 보강용 정착구

#### 3.1 정착구 설계

RC슬래브 교량의 활하중 해석을 통하여 얻은 소요 보강 모멘트와 단위 폭을 갖는 RC슬래브 교량의 중립축을 재산정하여 긴장력을 결정하였으며, 그림 2에 표시된 것처럼 외부 강선 보강용 정착구의 내하력은 앵커볼트의 전단 및 인발강도와 콘크리트의 지압강도로 결정하였다. 앵커 볼트의 인발강도는 철근 콘크리트 보의 저항 모멘트 개념으로 해석하였다. 활하중 구조해석을 통하여 결정된 외부강선 보강용 정착구의 설계강도는 15t과 30t이며 각 부재의 전단 및 좌굴을 고려하여 정착구를 설계하였다. 그림 3은 슬래브 교량의 외부 강선 보강용 정착구의 형상이다.

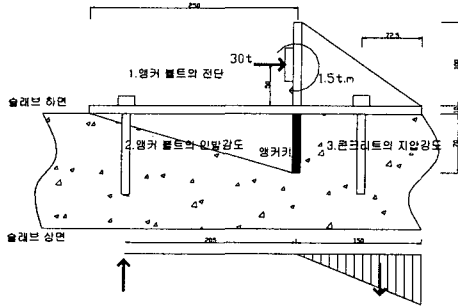


그림 2 외부 강선 보강용 정착구의 설계 변수

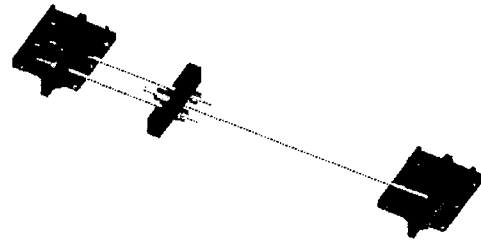


그림 3. 외부 강선 보강용 정착구의 형상

### 3.2 정착구 해석

설계된 슬래브교 외부 강선 보강용 정착구를 shell 요소로 모델링하여 정착구 각 부재의 처짐과 힘의 분배를 확인하였다. 그림 4는 정착구가 실교량에 정착되었을 때 형상을 나타낸 것으로 고정단, 강선 연결구, 긴장단으로 나뉘어지며, 긴장작업은 강선 연결구에서 작업이 진행된다. 따라서 고정단과 긴장단은 슬래브 단부에 거의 밀착이 된 상태로 정착이 된다. 그리고 고정단과 긴장단은 강선 배치가 서로 같지 않으므로 정착구의 해석은 별도로 하였다. 그러므로 설계강도 15t의 고정단 정착구, 긴장단 정착구, 설계강도 30t의 고정단 정착구, 긴장단 정착구를 각각 해석하였다. 정착구에 하중은 shell에 등분포하중으로 치환하여 긴장력에 해당하는 하중을 적용하였다. 즉 15t고정단정착구에 경우는 정착대 중앙부 shell에 등분포 하중  $0.024t/mm^2$ 을 재하 했으며, 15t긴장단의 정착구에는 정착대 양측에 긴장력이 적용되는 shell에 각각  $0.012t/mm^2$ 의 등분포 하중을 재하하였으며, 30t고정단 정착구와 긴장단 정착구의 정착대에 등분포 하중  $0.024t/mm^2$ 을 각각 재하 하였다.

표 4. 외부 강선 보강용 정착구의 해석 결과

type	정착 위치	하중	처짐 위치	처짐 $\times 10^{-2} mm$
15t 정착구	고정단	$0.024t/mm^2$	정착대 중앙부 상단	70
	긴장단	$0.024t/mm^2$	정착대 양측면 가장자리 상단	60
30t 정착구	고정단	$0.048t/mm^2$	정착대 양측면 가장자리 상단	140
	긴장단	$0.048t/mm^2$	정착대 양측면 가장자리 상단	100

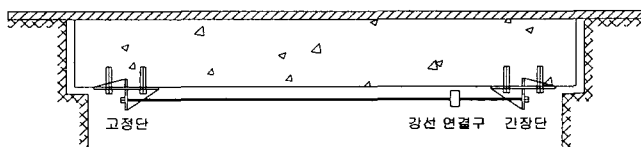


그림 2. 슬래브교 외부 강선보강용 정착구의 정착

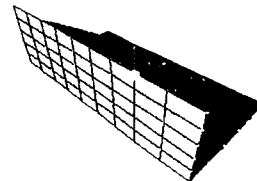
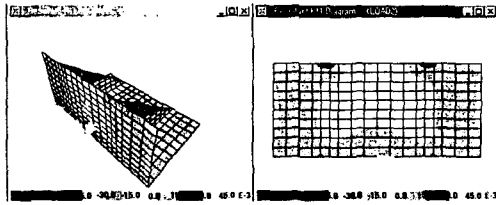
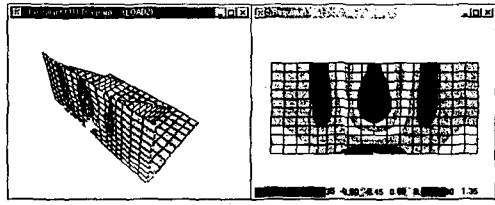


그림 3. 정착구의 모델링

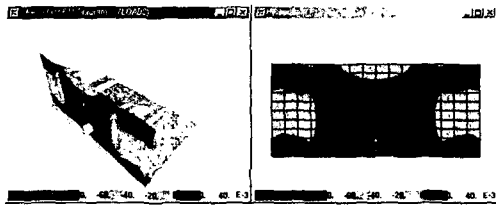


• 고정단 정착구의 응력도

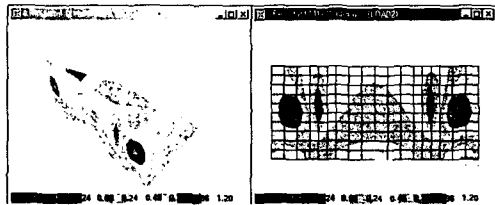


• 고정단 정착구의 모멘트도

그림 6. 설계하중 15의 고정단 정착구

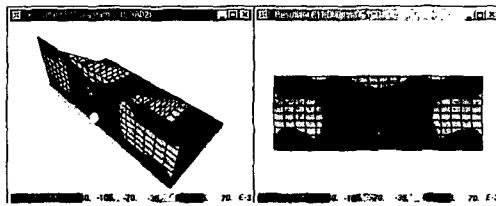


• 긴장단 정착구의 응력도

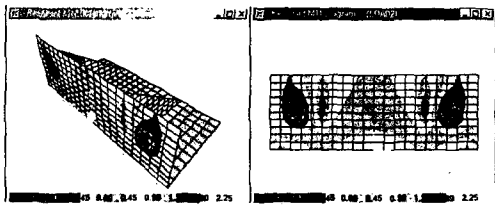


• 긴장단 정착구의 모멘트도

그림 7. 설계하중 15의 긴장단 정착구

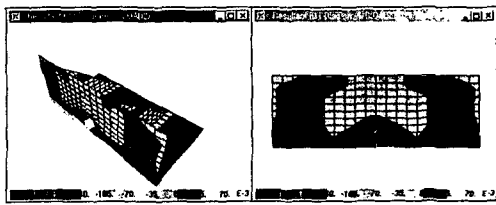


• 고정단 정착구의 응력도

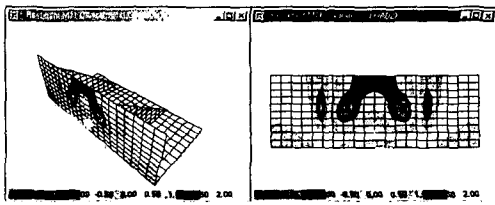


• 고정단 정착구의 모멘트도

그림 8. 설계하중 30의 고정단 정착구



• 긴장단 정착구의 응력도



• 긴장단 정착구의 모멘트도

그림 9. 설계하중 30의 긴장단 정착구

#### 4. 결론

이상에서와 같이 본 논문에서는 슬래브 교량에 외부강선을 이용한 보강 방법을 사용할 경우에 단부 정착장치를 개발하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- (1) 정착구의 내하력은 콘크리트의 지압력과 앵커볼트의 전단 및 인발강도로 지배되며, 같은 크기의 앵커볼트만으로 지지되는 정착구보다 큰 내하력을 얻을 수 있다.
- (2) 앵커볼트의 수가 현저히 감소하여 정착구의 크기가 작아지며 더욱 간단한 형태로 큰 긴장력을 받을 수 있으며, 시공성 및 경제성면에서 유리하다.
- (3) 슬래브 교량에 본 외부 강선 보강용 정착구를 사용할 경우 강선의 긴장을 슬래브 교량의 단부에서 긴장을 하지 않고 강선 연결구에서 긴장을 실시하므로 슬래브 교량 전 지간에 걸쳐 보강 효과를 얻을 수 있다.

#### 참고 문헌

1. "콘크리트 구조물의 보수 핸드북", 건설도서, pp.511-514, 1996.
2. 안원호 외, "콘크리트 교량의 보수·보강방법의 표준화", 건설교통부 시설 안전 관리 공단, pp.9-277, 1999.12.
3. 추영춘, "콘크리트의 균열조사, 보수·보강지침" pp.89-116, 1992.
4. 한만엽, 이재형, "외부프리스트레스트 보강 공법에 사용되는 단부 브라켓의 개발 연구", 한국 콘크리트학회 봄 학술 발표회 논문집, 제11권 1호, pp. 721-726, 1999.5
5. 심종성 외, "콘크리트 토목 구조물의 진단 요령", 콘크리트 학회, pp.130, 1997.10
6. 한만엽, 박선규, 황의승, "당정고가교의 보강방안 및 보강 후 내하력 평가", 아주대학교 토목기술 연구 센터, 1998
7. Ansel C. Ugural, Saul K. Fenster, "Advanced strength and Applied Elasticity" 1995 pp.45-54
8. Antoine Naaman, "External Prestressing in Bridge", American Concrete Institute, pp.34-37, 1990.7
9. Falabella R, "Test Report on TYFO S Laminate Tensile Properties", LSR 932923 HEXCEL, Pleasanton, 1995.7, pp 3-6