

## 외부케이블과 엑스트라도즈드 케이블

### External Cable and Extradosed Cable



신 현 목\*

#### 1. 머리말

프리스트레스트 콘크리트(prestressed concrete, 이하 PC로 略稱한다.)는 1方向的의 휨에 대하여 특히 유리한 구조이고, 따라서 교량에 많이 이용되어 왔음은 주지하는 바와 같다.

프리스트레스트 콘크리트橋(이하 PC교로 약칭한다)는 긴장재를 콘크리트속에 배치하여 프리스트레싱을 도입하는 이른바 내적프리스트레싱(internal prestressing)이 종래 주로 사용되어 왔다. 그러나 최근에는 緊張材를 주형단면의 外側에 배치하여 post-tension 방식으로 프리스트레싱을 도입하는, 이른바 外的프리스트레싱(external prestressing)을 채택하는 경우가 많아졌다.

이와 같이 콘크리트 斷面밖에 배치되는 긴장재를 外部긴장재(external tendon) 또는 外部케이블(external cable)이라 하고, 종래 콘크리트 단면속에 배치해온 内部긴장재(内部케이블)와 구별하고 있다.

外部케이블은 당초에는 노후화된 RC구조물이나 PC구조물의 보강등에 사용되어 왔으나 近年에는 PC연속교, 프리캐스트 세그먼트 架設法 등에

본격적으로 사용되고 있다.

이 소고에서는 우리나라에서도 사용하기 시작한 外部케이블에 대하여 언급하고 아울러 새로운 형식의 PC교를 낳게 한 엑스트라도즈드 케이블(extradosed cable)을 간단히 소개한다.

#### 2. 외부케이블

외부케이블에는 PC강연선이 많이 쓰이고 있으며, 폴리에틸렌관(polyethylene pipe)을 쉬스(sheath)로 하고 시멘트풀로 그라우팅 한다. 구조형식은 대부분 연속박스기둥(box girder)이며, (그림 1) 이는 외부케이블의 배치와 그라우팅이 편리하기 때문이다.

Deviator(偏向裝置)는 케이블의 위치를 유지시키기 위하여 또 케이블의 방향을 바꾸기 위하여 설치된다. 定着장치는 케이블의 再긴장이나 케이블의 교환이 가능하도록 고안된 것을 사용하는 경우가 많다.

외부케이블은 다음과 같이 크게 두가지 방식으로 분류할 수 있다.

- ① 橋軸方向的의 긴장재를 모두 외부케이블로 하는 경우.
- ② 橋軸方向的의 긴장재로서 내부 케이블과 외부

\* 정희원, (재)한국철도기술협력회 기술고문

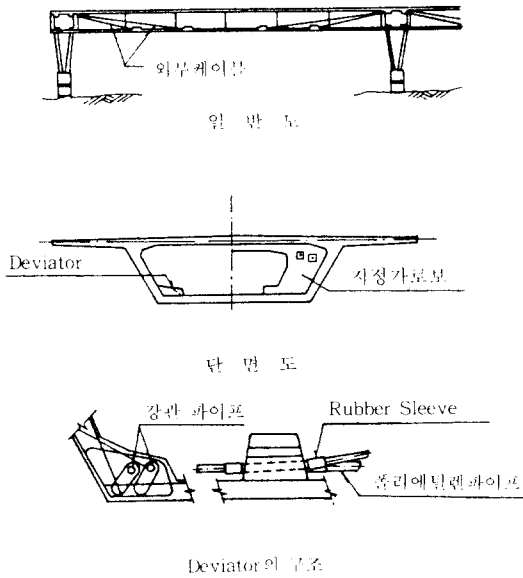


그림 1 외부케이블의 예

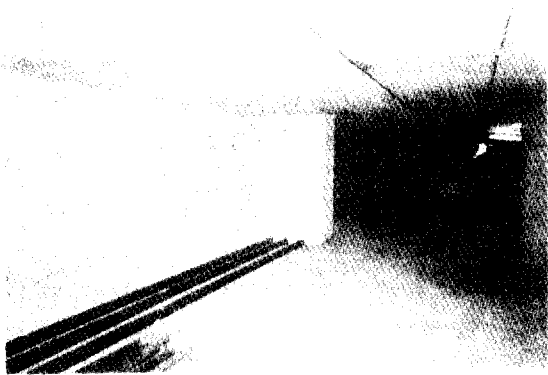


그림 2 외부케이블 PC교의 내부

케이블을 併用하는 경우

①의 방식은 모든 케이블을 교각위의 가로보에만 정착하는 경우와 지간내에 분산시켜서 정착하는 경우로 나뉜다.

서울의 내부순환도로인 漢江北岸의 강변도시고속화도로의 교량구간 및 성산대교北端에서 용암동에 이르는 도시고속화도로의 교량구간에 채택하고 있는 프리캐스트 세그먼트工法(precast segmental method)은 橋軸方向으로 외부케이블만을 사용하고 있다.

외부 케이블은 다음과 같은 利點을 가지고 있

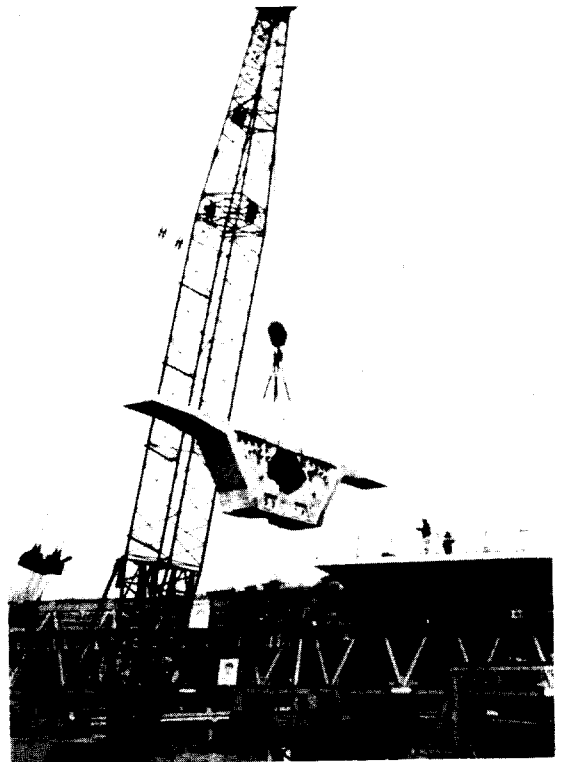


그림 3 외부케이블에 의한 프리캐스트 세그먼트工法 (서울 내부순환도로-강변도시고속화도로)

다.

① 긴장재를 콘크리트斷面 밖에 배치하므로 복부(web)나 슬래브의 무게를 줄일 수 있어서 상부 구조의 自重을 경감시킬 수 있다.

② 케이블을 기둥단면 밖에 배치하기 때문에 복부나 슬래브 속에 스위스 配置작업이 필요하지 않다. 따라서 콘크리트 단면속에 스위스가 없으므로 콘크리트치기가 쉬워서 시공성의 향상과 공기의 단축이 가능하다.

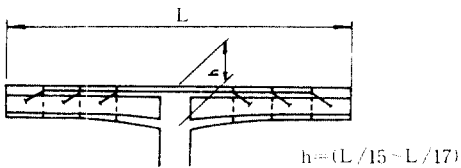
③ 케이블의 再긴장이 가능하고 또 녹슬었거나 파단된 케이블의 교환이 가능하다.

④ grout의 良否를 시공후에 확인하는 일이 내부케이블의 경우는 거의 불가능하지만, 외부케이블의 경우는 비교적 쉽고 또 불량한 경우에 보수도 쉽다.

### 3. 엑스트라도즈드 케이블

외의 프리스트레싱의 특별한 경우로서 엑스트라도즈드 프리스트레싱(extradosed prestressing)이 있다. 즉 긴장재는 박스(box) 단면의 밖으로 내서 교각단면 위에 설치한 주탑(stub column)頂點에서 deviator에 의하여 케이블의 方向을 바꾸어 다음 경간으로 연속시켜서 외부케이블로 할 수가 있다.(그림 4) 이러한 케이블배치를 extradosed prestress이라 하고 이렇게 배치된 케이블을 엑스트라도즈드 케이블이라 한다. 이러한 구조형식으로 된 PC교를 엑스트라도즈드 PC교(extradosed prestress bridge)라 부르고 있다.

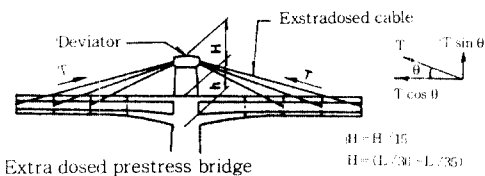
종래 PC교의 형식은 중, 소 경간에는 거더교(girder bridge), 장대경간에는 PC사장교가 채택되어 왔다. 엑스트라도즈드 PC교는 종래 케이블의 偏心量이 거더의 유효높이 이내로 제한되었던 외부케이블을 거더의 유효높이 이상으로 대담하



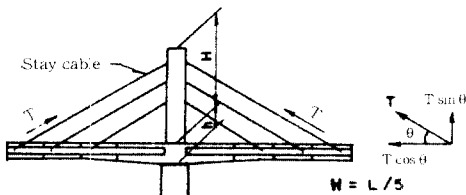
Girder bridge (Internal cable)



Girder bridge (External cable)



Extra dosed prestress bridge



Cable Stayed bridge

그림 4 엑스트라도즈드 PC교와 PC사장교의 비교

게 늘려 이용한 大偏心 케이블방식의 PC교라 할 수 있다. 즉 거더교와 사장교의 특성을 함께 지니는 새로운 구조형식의 PC橋이다.

엑스트라도즈드 케이블은 사장교의 stay cable과 그 작용이 기본적으로 다르다. stay cable은 주형에 대하여 彈性支點의 역할을 하여 鉛直反力を 일으키지만, 엑스트라도즈드 케이블은 鉛直反력을 일으키지 않으며 오직 주형에 수평방향 프리스트레스를 도입해줄 뿐이다.

또한 사장교 주탑의 높이가  $H=L/5$ 인데 대하여 엑스트라도즈드 PC교의 그것은  $H=L/15$ 로서 매우작다. 따라서 엑스트라도즈드케이블의 鉛直成分이 작게 되어 活荷重으로 인한 인장응력 변동을 사장교의 stay cable의 1/3~1/4로 낮출 수가 있다. 그러므로 엑스트라도즈드 케이블의 최대인장응력이  $0.65\sigma_{pu}$ 까지( $\sigma_{pu}$ 는 긴장재의 인장강도) 허용되어, 사장교의 stay cable의 最大許容引張應力  $0.40\sigma_{pu} \sim 0.45\sigma_{pu}$ 에 비하여 매우 有利하다. 이것이 엑스트라도즈드 PC교의 커다란 특징이다.

이러한 구조형식의 PC교로서 스위스의 Gantner 교(그림 5)가 있고 미국의 Barton Creek 교가 있다. 이들 교량은 엑스트라도즈드 케이블이 콘크리트로 피복되어 있다. (concrete sheathing)

엑스트라도즈드 PC교는 사장교와 달리 主塔工費가 절감되고 긴장재의 疲勞문제가 없기 때문에



그림 5 Gantner bridge

최대인장응력을 사장교의 stay cable의 그것보다 크게 할 수 있어서 PC강재량이 절감되고 보통의 정착장치를 사용할 수 있기 때문에 工費도 절감할 수 있는 등의 이점이 있다.


#### 4. 맺음말

프리캐스트 세그먼트 공법으로 가설중에 있는 서울의 내부순환도로 교량구간에 외부케이블이 처음으로 사용되고 있지만, 앞으로는 압출공법(L.M.)이나 캔틸레버공법(F.C.M.)으로 가설되는 교량에도 외부케이블의 사용이 늘어날 것으로 전망된다. 또한 엑스트라도즈드 PC교의 출현도 멀지 않은 날에 볼 수 있을 것으로 본다.

#### 참 고 문 헌

1. M. Virlogeux : External prestressing of con-

crete, FIP notes, 1987 /2, pp.16-20, 1987.

2. ACI, SP-120, External Prestressing in Bridges, 1990.
3. プレストレト コンクリト 技術協會 ; 特集 : 外ケ-ブル構造, プレストレト 콘크리트, Vol.32, No.5, pp.7-70, SEPT.-OCT., 1990.
4. 古賀外 : 아웃케-ブル方式의 PC橋梁, プレスト레ト 콘크리트, Vol.31, No.1, pp.36-43, JAN.-FEB., 1989.
5. 睦好 : 外ケ-ブルPC構造物の現状と問題點, 콘크리트 工學, Vol.31, No.8, pp.24-35, 1993 /8.
6. J. Mathivat ; Recent developments in prestressed concrete bridges, FIP. notes, 1988 /2. pp.15-21, 1988.
7. 小野 宇 外 : 엑스트라도-즈드 PC橋의 計劃と設計, プレスト레ト 콘크리트, Vol.35, No.3, pp. 49-58, MAY.-JUN., 1993. 

### 콘크리트학회지 격월 발행 및 정회원 입·연회비 인상 안내

본 학회는 계간으로 발행되던 학회지를 1994년 2월호부터 격월간으로 발간하기로 하고 학회 운영세칙 제6조 제1항 중 정회원의 입·연회비를 다음과 같이 인상하기로 하였습니다.

| 항 목   | 개 정 전   | 개 정 후   |
|-------|---------|---------|
| 입 회 비 | 15,000원 | 20,000원 |
| 연 회 비 | 20,000원 | 25,000원 |

인상 적용시기는 1994년 1월 1일부터이며 종신회비는 연회비의 15배이므로 300,000원에서 375,000원으로 인상됩니다.