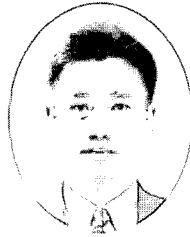


# 특 집

|| 최신 프리스트레스트 콘크리트 ||

## 외부 프리스트레싱을 이용한 보강공법 - Reinforcement Methods by External Prestressing -



정원용\*  
Chung, Won Yong



한만엽\*\*  
Han, Man Yop



김동백\*\*\*  
Kim, Dong Baek

### 1. 서 론

일반적으로 구조물의 설계시에는 설계당시의 사용조건 및 시방 규정에 따른 하중을 고려하여 이에 대한 안전성, 사용성 및 경제성을 확보할 수 있도록 설계하고 시공해야 한다. 우리나라의 경우 급속한 산업화와 경제성장으로 인해 교통량의 증가 및 통행차량의 대형화와 설계의 오류, 부실시공 및 유지보수의 결여 등에 의해 기존 구조물의 원상회복 및 하중지지능력을 증대시켜야 할 필요가 발생됨에 따라 기존 구조물에 최소한의 손상을 주면서도 능동적으로 외적하중을 작용하여 비교적 간단하면서도 안전하게 구조물에 내하성능을 증대시키는 공법으로 외부 프리스트레싱 공법이 광범위하게 적용되고 있다.

외부 프리스트레싱에 의한 구조물 보강공법은 프리스트레스트를 기존의 철근 콘크리트 구조물에 도입하여 내력증진 효과를 얻는 방법으로서, 경제적이며 처짐이 보완된다는 장점이외에 균열을 처리할 수 있다는 특징도 갖고 있다. 슬래브나 곡면체의 경우에 적용하기 쉬우나 균열이 많이 발생한 슬래브의 경우에는 정착구의 위치에 주의해야 한다. 보강설계방법은 일반적인 프리스트레스트 콘크리트와 같으며 보강정도를 정밀하게 계산하여 긴장재의 위치, 긴장정도를 산정하여야 한다. 특히 정착구 주변에서 발생하는 응력 및 긴장에 따른 구조물의 추가 변형등을 충분히 검토해야 하며, 보강공사 후 긴장재의 과도한 이완이나 하중증가에

따른 추가 긴장을 위한 방안도 수립되어야 한다.

본고에서는 현재 적용되고 있는 공법과 개선된 공법을 비교 분석하고 외부 프리스트레싱에 의한 보강사례와 최근 보강재로서 연구가 급증하고 있는 복합섬유 보강재를 이용한 외부 프리스트레싱 공법에 대하여도 알아보기로 한다.

### 2. 외부 강선 보강공법의 강선배치

외부 강선 보강 공법에서 강선 배치 형상은 보강 효과와 시공성 및 구조물의 응력 제어 측면에서 매우 중요한 부분이다. 외부 강선 보강 공법은 긴장력  $P$ 와 편심  $e$ 와의 관계로서 보강 효과를 결정짓는데 긴장력  $P$ 는 정착장치의 내하력 및 구조물의 응력 상태에 따른 것으로 강선 배치 형상과는 무관하다. 하지만 편심  $e$ 의 경우 강선 배치 형상에 크게 영향을 받아 보강 모멘트를 향상시키는 데 중요한 변수로 작용한다.

#### 2.1 단순교의 강선 배치 형상

단부 정착 장치를 이용한 외부 강선 보강 공법은 거더 단부에 정착 장치를 설치하고 외부 긴장을 통하여 기존 구조물에 내하력을 향상시키는게 일반적이다. 단순 거더교의 경우 강선 배치 형상은 다음과 같은 개략적인 형태로 나타낼 수 있다.

〈그림 1〉은 단순교의 강선 배치 형태를 단순화 시켜 놓은 것이다. 편심거리가 같을 때 각 강선 배치에 따른 중앙 단면에서의 보강 효율은 같지만 기존 단순 거더교의 균열 양상 및 보강 방법에 따라 강선 배치는 달라져야 한다. 〈그림 1(a), (c)〉는 전지간

\* 정회원, (주)씨씨엘코리아 전무이사  
\*\* 정회원, 아주대학교 환경도시공학부 교수  
\*\*\* 정회원, 한경대학교 토목공학과 교수

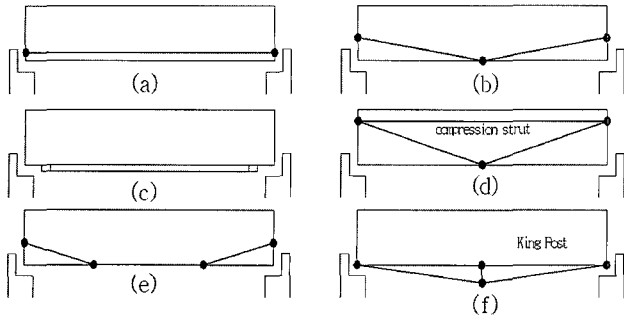


그림 1. 단순 거더교의 강선 배치 형상

에 걸쳐 보강 효과가 확실하지만 단부에 큰 응력이 발생하므로 안전성을 검토해야 하며 <그림 1(b), (e)>는 중앙단면에서의 보강효과는 <그림 1(a), (c)>와 같지만 단부로 갈수록 보강 효과가 낮은 것으로 판단된다. 하지만 <그림 1(b), (e)>는 강선 배치 형상을 모멘트 분포 양상과 유사하게 하여 보강 효과를 높임과 동시에 단부의 균열을 제어할 수 있는 장점을 지니고 있다. 또한 실제 시공 사례 역시 모멘트 분포 양상과 유사한 <그림 1(b), (e)>의 강선 배치 형상이 대부분을 차지하고 있다. 따라서 단부의 안전성이 확실하다면 직선 배치로 그리고 편심 거리가 늘어난 <그림 1(c)>와 같은 형상의 보강 효과가 가장 우수하여 직선 배치 형상을 채택할 수 있지만, 대부분의 보강을 요하는 노후화된 교량의 경우 단부의 응력 상태가 그다지 양호하지 않기 때문에 단부의 응력과 균열을 제어할 수 있는 <그림 1(b), (e)>와 같은 강선 배치 형상을 따르는게 타당하다. <그림 1(d)>는 압축 스트럿과 외부 강선을 병용한 것으로 기존 구조물에 추가적인 축압축력이 발생하지 않는 것이 장점이다. <그림 1(f)>는 King Post로 scrap timber와 강선을 이용해 경제적인 보강을 할 수 있다.

## 2.2 연속교의 강선 배치 형상

<그림 2>는 연속교에 단부 정착 장치를 이용하여 외부 강선 보강 공법을 적용할 때의 강선 배치를 나타내고 있다. 2경간 연속교의 단순화된 강선 배치 형태를 보여 주고 있다. 2경간 연속교의 보강시 정·부모멘트 구간의 보강량은 같지 않으며 부모멘트 구간의 보강량이 더 크다. 따라서 <그림 2>에서 부모멘트 구간을 더 보강 할 수 있는 강선 배치 형태를 보여주고 있다. 연속교의 경우 디바이터(deviator)에 대한 연구가 선행되어야 할 것이다.

## 2.3 슬래브교의 강선 배치 형상

슬래브 교량은 국내에서 외부 강선 보강 공법이 적용 된 사례가 거의 없는데 그 이유는 크게 두 가지로 볼 수 있다. 슬래브교는 우선 강선의 정착 장치를 슬래브의 단부에 설치하기가 어렵

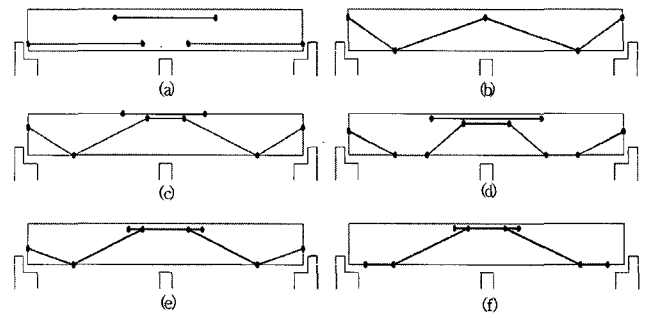


그림 2. 연속 거더교의 강선 배치 형상

고, 둘째로 거의 대부분 교하 공간에 여유가 없는 경우에 사용하는 교량형식이기 때문에, 그간 외부 강선을 이용한 보강 공법의 적용이 어려웠다. 이러한 영향은 바로 강선의 배치 형상에 영향을 미치게 되고 외부 강선의 배치 형상은 아래 <그림 3>과 같이 최소한의 편심을 가지게 설계되어 있다.

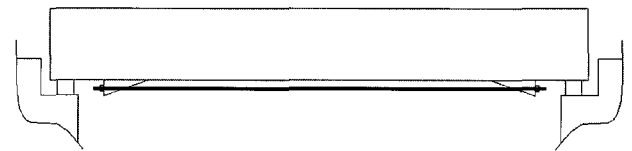


그림 3. 슬래브교의 강선 배치 형상

## 3. 외부 강선 보강공법의 정착장치

외부 강선 보강 공법을 이용하여 기존의 구조물을 보강함에 있어 외부 강선의 긴장력을 구조물에 전달하는 방법으로 여러 형태의 정착 장치를 사용하고 있으며, 이는 크게 (1) 전단지지방식 (2) 지압지지방식 (3) 복합지지방식 (4) 마찰지지방식으로 구분할 수 있다. 또한 외부 강선 보강 공법에 있어서는 정착 장치의 내하력이 프리스트레싱의 긴장력 크기를 결정하기 때문에 외부강선 보강 공법의 핵심적 기술이라고 할 수 있고, 그래서 정착장치의 형태나 지지방식에 따라서 외부 강선 보강 공법을 분류하는 기준이 될 수 있다. 또한 앞서 언급한 정착장치의 지지방식이나 정착장치 형태를 이용하여 다양한 정착장치들이 개발되었고 연구되고 있다. 이러한 방식으로 도출된 정착 장치들은 RC, PSC 거더에 주로 사용되고 있으며, 각각의 정착장치를 이용하여 강교나 다른 구조물에도 적용될 수 있다. 또한 근래에는 기존의 정착방식을 통한 것뿐만 아니라 이를 토대로 구조적 합리성과 안정성, 시공성 및 경제성 등을 개선한 개량형 정착 장치들이 개발되고 있다.

### 3.1 기존 정착장치

외부 강선 보강 공법에 의해 기존의 구조물을 보강하는 공법으로 <그림 4>에 이들 공법의 형상을 보여주고 있다.

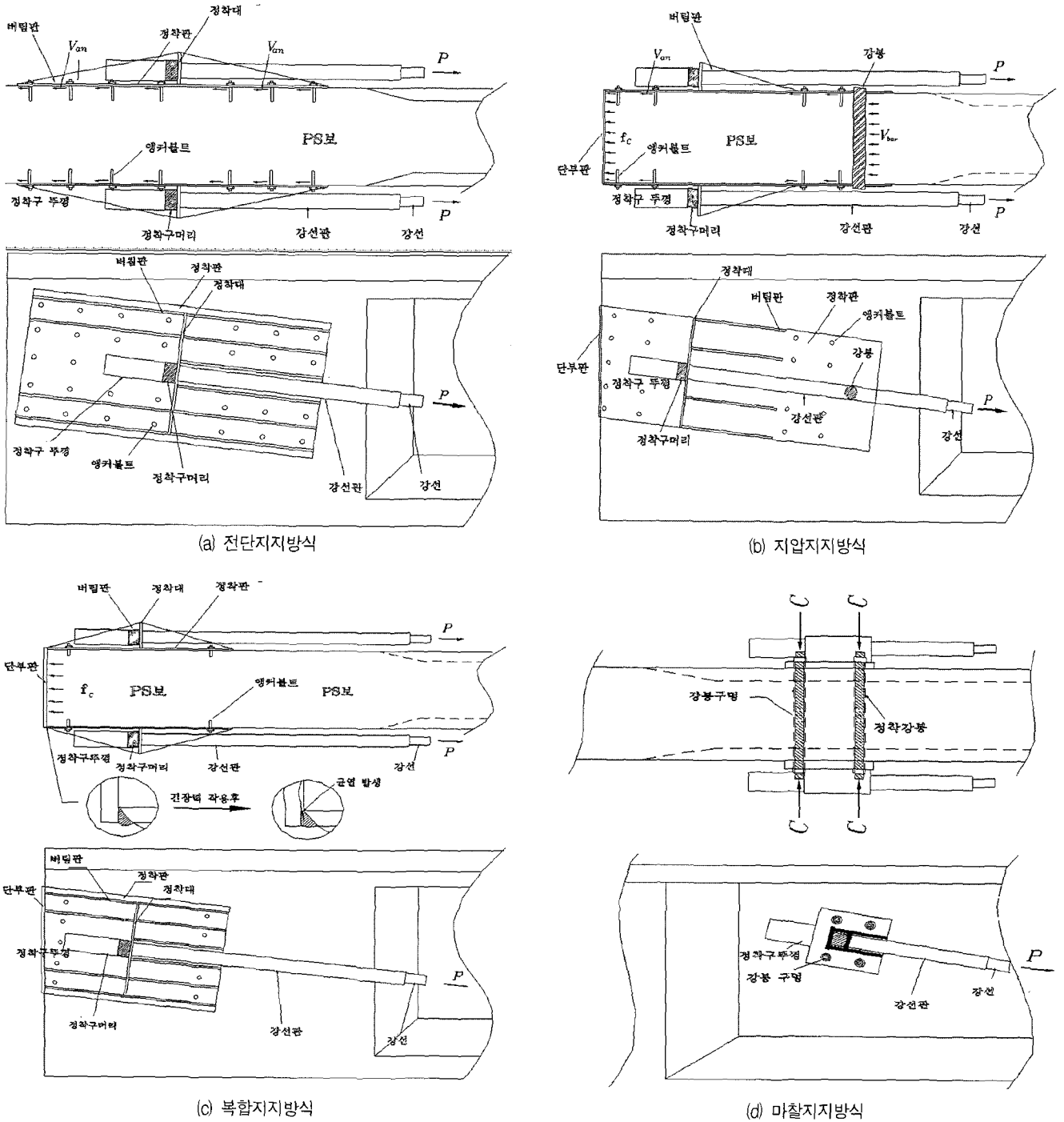


그림 4. 기존 정착장치의 형상

### 3.2 개량형 정착장치

기존 정착장치의 취약부인 단부 용접부의 강도를 증가시키고 원 구조체의 손상을 최소화하며 정착구의 크기가 작고 가벼운 경제적인 정착장치를 개발하여 <그림 5> 및 <표 1>에 이들 공법의 형상 및 특징을 제시하였다.

### 4. 외부 강선보강 설계이론

구조물의 외부강선 보강을 실시할 경우 먼저 구조물의 내하력

이 평가되어야 하며 구조해석을 통하여 보강 모멘트를 산출하여야 한다. 기존 구조물을 보강하는 이유는 매우 다양한 편이나 이를 종류별로 분류하면 다음의 3가지 경우로 구분할 수 있다.

- (1) 설계 오류시공 오차에 의한 보강
- (2) 내하력 증가를 위한 보강
- (3) 손상된 구조물의 보강

설계오류시공오차에 의한 경우의 보강일 때는 다음 식에 의해 소요 보강모멘트를 구할 수 있다.

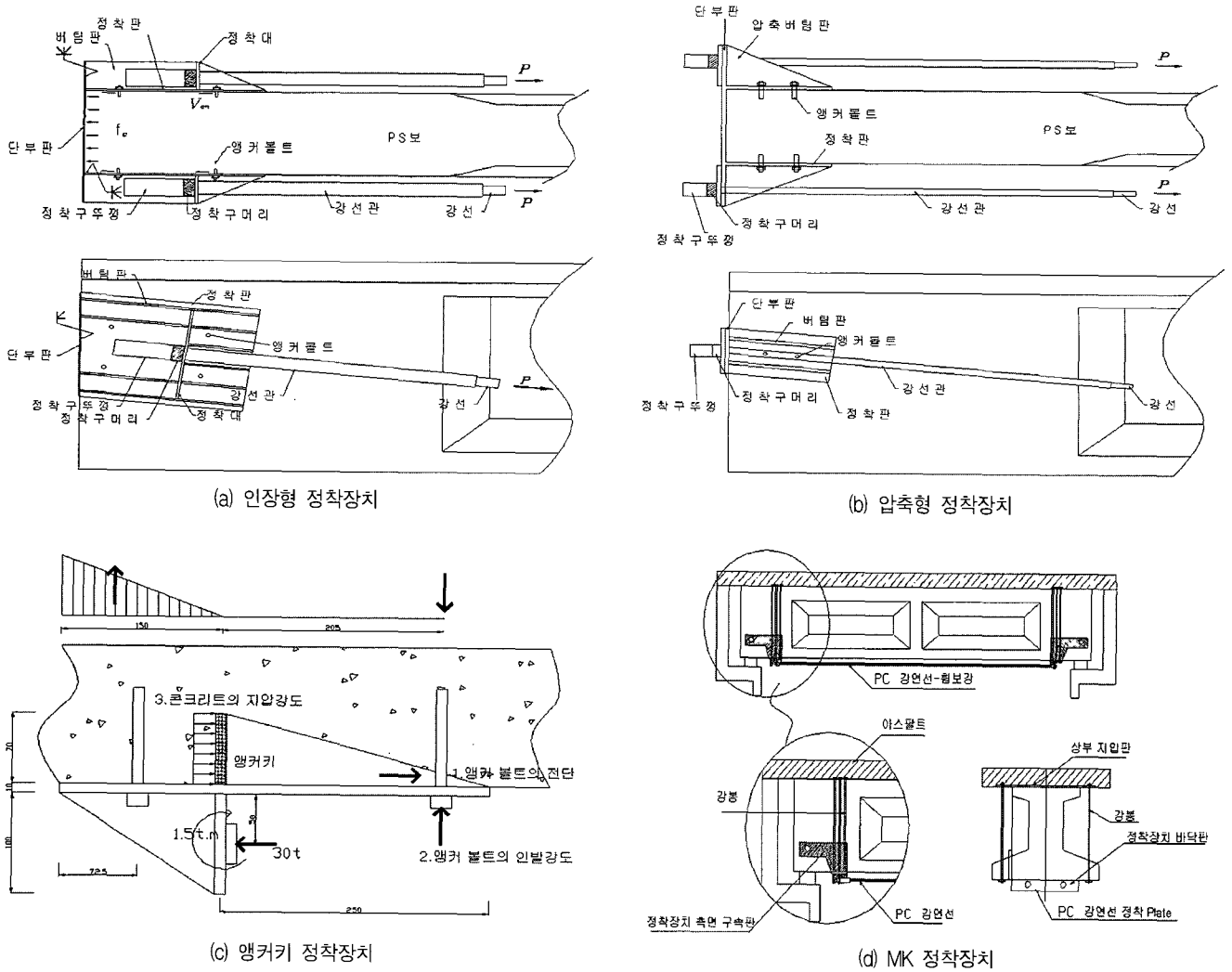


그림 5. 개량형 정착장치의 형상

표 1. 개량형 정착장치의 특징

종류	인장형 정착장치	압축형 정착장치	앵커기 정착장치	MK 정착장치
지지방식	지압지지 방식	지압지지 방식	전단지지 방식	복합지지 방식
보강교량	RC빔교, PSC교, 연속교	RC빔교, PSC교, 연속교	RC빔교, PSC교, 슬래브교, 라멘교	RC빔교, PSC교,
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 구조물에 손상이 적다</li> <li>하중전달 메커니즘이 정확하여 설계가 가능하다</li> <li>용접길이의 추가로 정착이 확실하며 큰 긴장력의 도입가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 구조물에 손상이 적다</li> <li>하중전달 메커니즘이 정확하여 설계가 가능하다.</li> <li>단부판을 제외한 모든 부재가 압축응력을 받게 함으로써 큰 긴장력 도입가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>앵커가 삽입되면서 앵커볼트의 수가 현저히 줄어들며 작은 크기로 큰 긴장력 도입 가능</li> <li>슬래브교나 라멘교에도 적용이 쉽다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>휨과 전단을 일부 또는 동시에 보강할 수 있다</li> <li>기존 구조물에 손상이 적다</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>주형 사이에 최소한의 간격이 유지되어야 함</li> <li>슬래브교나 라멘교에 적용이 어렵다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>교대측에는 설치가 어렵다</li> <li>슬래브교나 라멘교에 적용이 어렵다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>정확한 시공에 의한 엄격한 품질관리가 요구된다</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전단보강 슬래브에 구멍을 천공하여 설치하므로 부식의 우려가 있다</li> <li>PSC보의 운반구멍이 없는 경우 설치가 어렵다</li> </ul>

$$\phi ( M_b + M_{str} ) \geq M_u \quad (1)$$

여기서,  $M_b$  : 보강전 부재의 공칭 모멘트

$M_{str}$  : 보강 모멘트

$M_u$  : 부재가 받을수 있는 최대내하력 모멘트

내하력 증가를 위한 보강일 경우의 보의 공칭 모멘트는 보강후의 재산정된 중립축을 적용하여 산정한 모멘트 분량에서 보강전 부재의 모멘트를 뺀 것으로 그 모멘트 분량이 대상 구조물의 활하중 보다 커야 하므로 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

$$\phi(M_p' - M_p) = \phi M_{str} = (2.15 M_i^T - 2.15 M_i^P) \quad (2)$$

여기서,  $M_p'$  : 보강후 부재의 공칭 모멘트

$M_i^T$  : 목표 활하중 모멘트

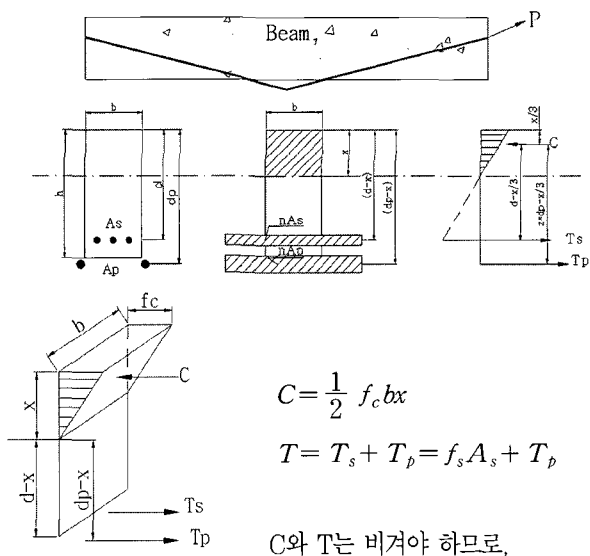
$M_i^P$  : 현재 활하중 모멘트

콘크리트 구조물의 노후화에 의해 손상된 경우에 보강하고자 하는 목적으로 보강을 하는 경우는 소요 보강 모멘트를 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$\phi(M_p^B + M_{str}) \geq M_u \quad (3)$$

여기서,  $M_p^B$  : 보강전 손상된 부재의 공칭 모멘트

소요 보강 모멘트를 (1), (2), (3)식을 사용하여 산출한 후 다음과 같은 식을 이용하여 재산정 된 중립축을 구하고, 긴장재의 긴장력을 구해야 한다.



$$\frac{1}{2} b x^2 - n A_s (d-x) - n A_p (d_p - x) = 0 \quad (4)$$

$$z = d_p - \frac{x}{3} \quad (5)$$

$$P_{ps} = \frac{M_{str}}{z} \quad (6)$$

상기에 제시된 식 (1) ~ (3)을 사용하여 표준 단면에 구조물의 내하력 증가를 위한 외부강선 보강일 경우의 보강 모멘트를 산출하고 식 (4) ~ (6)을 사용하여 긴장력을 구할 수 있다.

위 개념과는 달리 현재 구조물의 내하력 즉  $M_p$ 가 교량에 작용하는 모든 사하중에 대해서는 충분히 안전하다는 개념으로부터 보강 모멘트  $M_{str}$ 는 단지 구조물에 작용하는 활하중에 대해서만 고려

하는 방법도 있다. 즉  $M_{str}$ 는 다음과 같은 식으로 구할 수 있다.

$$\phi M_{str} \geq M_l \quad (7)$$

## 5. 외부 강선 보강공법의 시공사례 연구

### 5.1 FCM교량 보강공법

#### 5.1.1 공사개요

대상교량은 1985년에 FCM(Free Cantilever Method)공법으로 시공되었으며, 지간 중앙이 힌지인 활절라멘교로서 구조해석의 편리함으로 초기 PSC교량에 주로 사용되었으나, 설계당시 예측했던 수치보다 큰 값의 크리프 및 건조수축과 강선의 릴렉세이션 등에 의해 힌지 지점의 과도한 처짐이 발생되었다. 이로인해 외적인 불안감과 주행성이 저하되었고, 차량의 충격에 따른 영향등에 의해 통행하중을 1등급에서 2등급 수준으로 낮추었으며 주행속도도 30 km/hr로 제한하게 되었다. 이에 따라 1등급로의 성능회복과 주행성향상 및 내구력 증진을 위해 보강공사가 필요하게 되어, 경간 중앙부의 힌지부를 연속화시켜 추가적인 처짐과 진동현상을 방지하고 외부 포스트텐셔닝에 의해 처짐 현상의 회복과 강성을 증대시켜 내하력을 향상시키는 효과를 확보하고자 하였다.

#### 5.1.2 보강공법

보강공사의 주요공정으로는 경간 중앙부의 힌지부 연속화와 전 구간에 걸친 외부 포스트텐셔닝에 의한 보강공법을 도입하였다. 특히 본 공사에서는 외부 포스트텐셔닝에 의한 압축력을 도입하기전에 교각의 수평 변위를 방지하기 위해 힌지부에서 외곽쪽으로 Pre-compression을 위한 잭킹(jacking)작업이 수행되었으며, 하부플랜지 콘크리트의 압축강도가 소요강도에 부족한 것으로 조사되어 박스내부에 강재 트러스를 설치하여 트러스에 압축력을 도입함으로써 정차구와 교각사이의 하부플랜지 콘크리트에 인장력을 도입하여 외부 포스트텐셔닝에 의한 압축력 부족을 상쇄하는 개념을 도입하였다. <그림 6>과 <그림 7>은 각각 하부플랜지에 인장력을 도입하는 형상과 경간 중앙부에서 Pre-compression을 도입하여 교각 구조물에 외부 포스트텐셔닝에 의해 발생하는 변위를 상쇄 할 수 있는 공법을 보여주고 있다. 공사순서는 <그림 6>과 같이 박스내부에 강재 트러스를 설치하여 총 1,000여 tonf의 압축력을 도입하여 하부플랜지 콘크리트에 인장력이 발생하도록 하였으며, 보강 텐던의 프리스트레스힘에 의해 교각이 내측으로 변형이 발생되어 교각의 단면력이 증가하는 것을 방지하기 위해 <그림 7>과 같이 힌지부에 250여 tonf의 힘을 외부로 가하여 줌으로서 보강 텐던의 영향을 상쇄시키도록 하였다. 이와같은 선행 작업후에 전 경간에 걸쳐 <그림 8>과 같이 외부 포스트텐셔닝에 의한 보강공사를 수행하였다. 보강공사 후 보강전·후의 고유진동수를 비교한 결과 보강후의 강성이 증

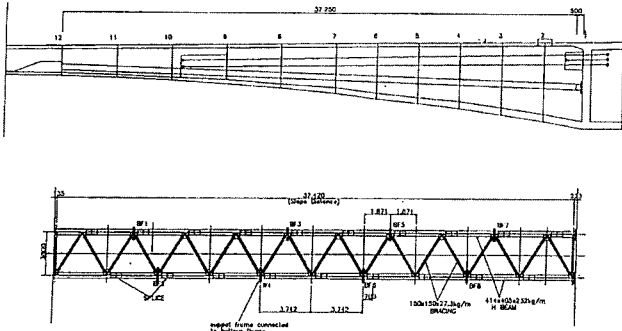


그림 6. 트러스에 의한 하부플랜지 인장력도입

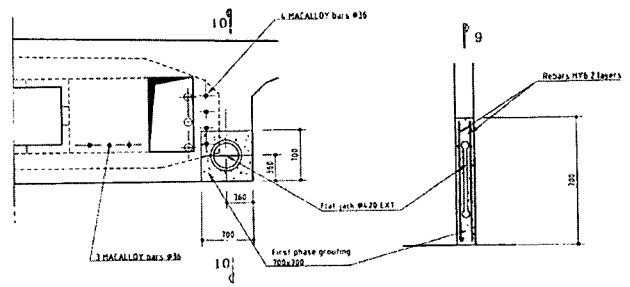


그림 7. Flat Jack에 의한 Pre-compression

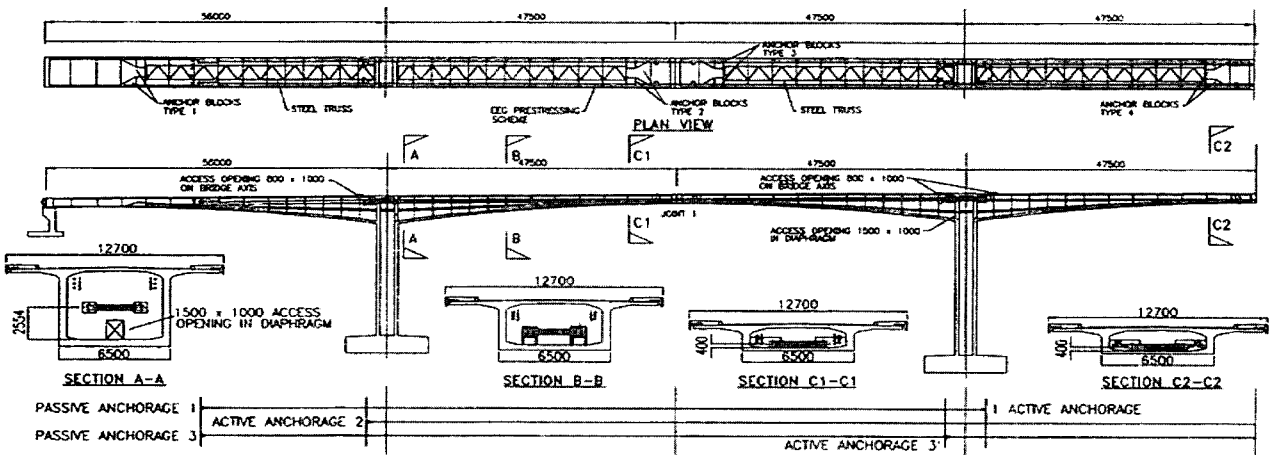


그림 8. 외부 포스트텐션닝에 의한 보강현황도

가하는 것으로 나타났으며, 내하력 평가결과 보강전보다 보강후의 내하력이 최소 1.5배 이상 상승한 것으로 조사되어 설계하중 DB-24를 상회하는 것으로 평가되었다.

## 5.2 시멘트 사이로(cement silo) 보강공법

### 5.2.1 공사개요

대상 구조물은 1991년도에 준공된 시멘트 사이로로서 높이 50m, 직경 18.7m의 철근 콘크리트 원통형 구조체이다. 구조물의 열화 상태는 하부 오프닝(opening) 구간의 기둥 및 테두리 보에 상재하중으로 인한 휨 및 전단 균열이 상당수 발견되었으

며, 사이로 본체 원통형 표면에서도 수직으로 인장균열이 발견되어 이로인한 철근의 부식이 우려되는 등 보수·보강이 필요하게 되었다. 국내에서 그동안 통상적으로 적용하고 있던 사이로 구조물에 대한 보강공법은 외부 철판부착에 의한 수동적 방법이었으나, 중량의 과다 및 부식의 우려 등에 따라 최근에는 FRP 시트에 의한 부착공법 및 외부 포스트텐션닝에 의한 능동적인 보강공법등이 사용되고 있다. 이에 따라 대상 구조물에도 외부 포스트텐션닝에 의해 압축력을 도입하여 인장력(hoop tension)에 의한 균열발생을 억제시키고, 시멘트 모르타르에 의한 슛크리트로 마감한 후에 페인팅하는 공법을 채택하였다.

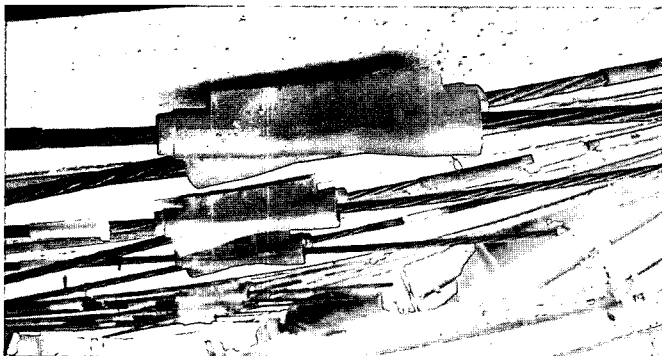


사진 1. 외부 포스트텐션닝에 의한 보강

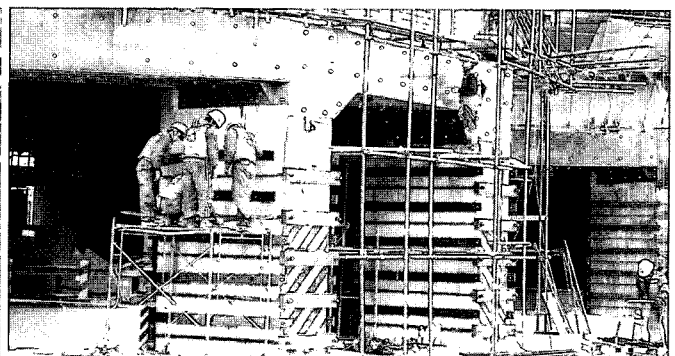


사진 2. Flat-Bar와 강봉에 의한 기둥보강

### 5.2.1 보강공법

보강공사의 주요공정은 균열부의 에폭시 주입공법에 의한 보수, 표면처리(chipping), 외부 포스트텐서닝공법에 의한 사이로 본체 보강, 하부 테두리보의 철관 압착공법에 의한 보강, 하부 기둥의 Flat-Bar와 강봉에 의한 긴장보강, 강재 와이어 매트 설치, 시멘트 모르타르에 의한 슛크리트 및 마감 페인팅 작업이다. <사진 1>은 외부 포스트텐서닝공법에 의한 사이로 보강 현황

도로서 X타입의 정착장치에 케이블이 고정되어있는 모습을 보여 주고 있으며, <사진 2>는 기둥부의 Flat-Bar와 강봉에 의한 보강 현황을 보여주고 있다.

### 6. 탄소섬유판을 이용한 외부 프리스트레싱 보강방법

국내에서 적용되고 있는 탄소섬유보강 방법으로는 섬유쉬트를

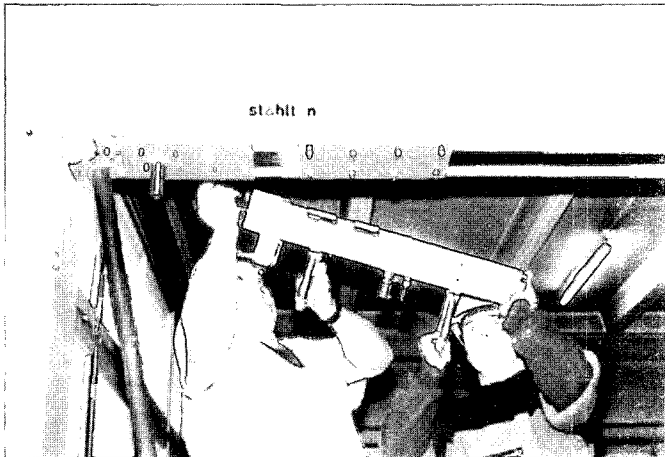


사진 3. 섬유판 단부 정착판 부착식 방법

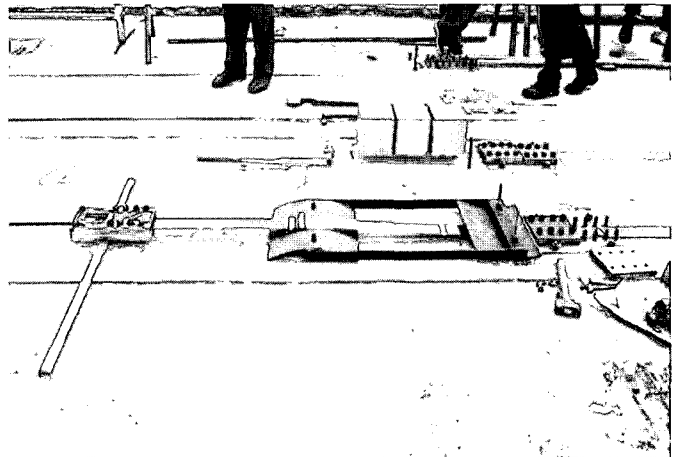


사진 4. 섬유판 단부 압착 조임식 방법

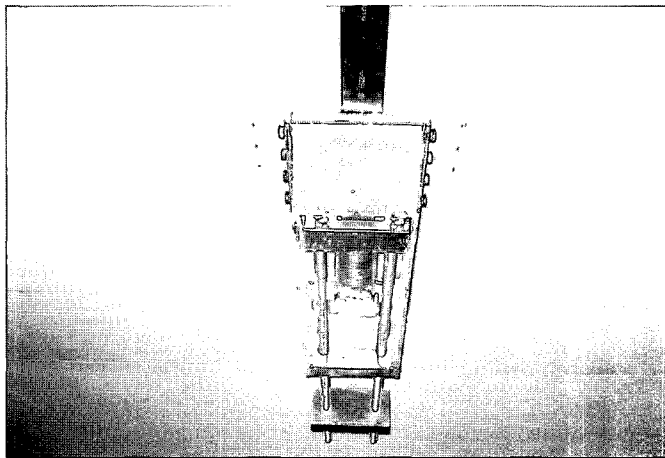


사진 5. 섬유판 단부 지지대용 방법(인장축)

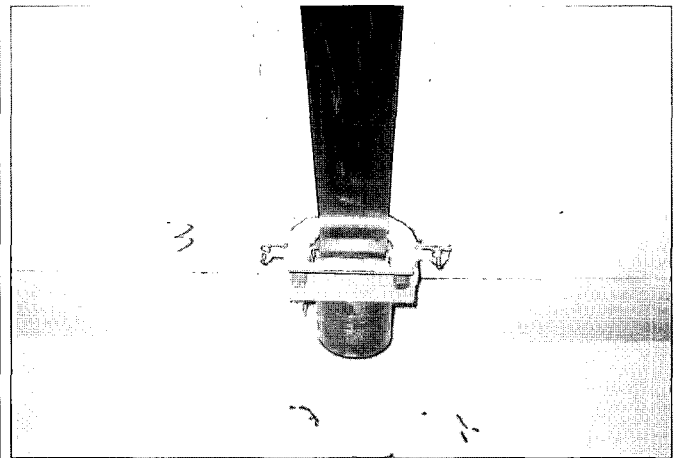


사진 6. 섬유판 단부 지지대용 방법(고정축)

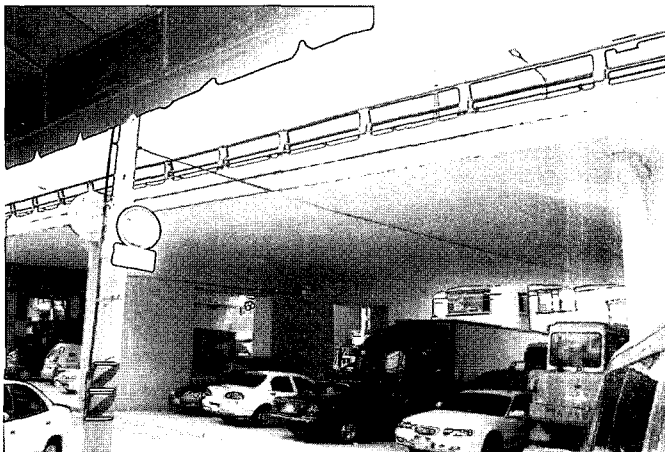


사진 7. 보강공사 전 전경



사진 8. 보강공사 후 전경

현장에서 함침·접착하여 사용하는 방법이 주로 사용되어 왔으며 최근에는 탄소섬유판을 현장에서 접착하는 사전양생시스템(pre-cured system)으로 발전하였다. 사전양생시스템은 연속섬유를 에폭시로 함침하면서 고온으로 순간 양생하여 사출형성하는 인발 성형공정(pultrusion)에 의해 생산되는 얇은 박판 형태의 섬유판으로서 라미네이트(laminate) 또는 스트립(strip) 등의 이름으로 불리고 있다. 특히 최근에는 섬유판에 의한 보강방법이 더욱 발전되어 섬유판에 프리스트레스 힘을 도입하여 구조물을 보강하는 방법이 개발되어 국내에서도 이미 교량구조물 보강현장에 적용한 사례가 있어 향후 그 적용성이 확대될 것으로 기대되고 있다. 현재 국내 및 국외에 소개되고 있는 섬유판에 의한 프리스트레싱 보강방법으로는 섬유판 단부에 정착장치를 부착하는 방법(사진 3), 섬유판 단부를 조임판으로 압착하는 방법(사진 4) 그리고 섬유판 단부에 형성된 섬유판 지지대를 이용한 방법(사진 5, 6) 등이 있다. <사진 5, 6>의 방법은 국내에 적용된 방법으로 탄소섬유판을 정착할 수 있는 전용 장치를 개발하여 보강공사를 수행하였으며 성능평가를 위해 현장시공 전·후에 각각 재하시험을 실시하여 보강 효과를 확인하였다. <사진 7>은 보강공사 전 교량의 전경이며 <사진 8>은 보강공사 후 교량의 전경을 보여주고 있다. 당해 교량은 1986년 5월에 준공된 2@4경간 연속 RC 라멘교 교량으로서 정밀안전진단 실시결과 제6경간에서 설계하중 DB-24에 못미치는 DB-15로 조사되어 이에 따른 내하력 회복을 목적으로 보강공사를 실시하였다.

이에 따라 내하력 증대 및 처짐량 회복을 위해서 교통의 통행을 통제하지 않은 상태에서 실시한 국내 최초 탄소섬유판 외부 프리스트레싱 보강방법으로서, 단부 정착방법에 의해 시공함으로써 기존의 부착식 보강방법보다 내구성 및 구조적 안전성이 증대된 방법으로 사료되었다.

## 7. 맺음말

본고에서는 기존 노후화된 구조물의 보강공법에 적용사례가 점증하고 있는 외부 프리스트레싱을 이용한 보강공법의 합리적인 공법 선정을 위해 강선배치 형태와 정착장치의 특징을 비교 분석하였으며, 장대교량 및 원형 구조물에 대한 적용사례와 신소재인 복합섬유 보강재를 이용한 외부 긴장보강 공법(신기술 400호)에 대해서도 기술하였다.

외부 프리스트레싱 보강공법의 선정시에는 앞에서 기술한 다양한 공법 및 재료특성을 고려하여 보강이 필요한 구조물의 구조형식, 소요비용, 성능개선 효과 및 시공성 등을 비교 검토하여 적절한 공법을 선정함으로써 당해 공법만의 장점을 충분히 발휘할 수 있도록 하여야 할 것이다. □

## 참고문헌

1. (주)씨씨엘코리아, "탄소섬유판 전용 원통형 강관홈 삽입방식의 정착구를 이용한 철근콘크리트 구조의 비부착식 외부 프리스트레싱 보강공법", 신기술 제400호 지정서, 2003. 10.
2. 정원용, "탄소섬유판 전용 정착장치를 이용한 콘크리트 구조물 외부 프리스트레싱 보강방법", 한국구조물진단학회 2003 가을 학술발표회 논문집 제7권 2호, pp.361~366.
3. 박영훈, "외부강선보강공법의 체계적 분류연구", 2003년 3월 석사논문.
4. 정원용, 김승익, "외부 포스텐서닝 공법에 의한 콘크리트 구조물의 보강사례 연구", 한국콘크리트학회 2003년도 봄학술발표회 논문집, pp.387~392.

## 원고 모집 안내 . . . . .

「한국콘크리트학회지」는 콘크리트 관련 학문과 기술에 대한 정보를 제공하기 위해 발행되고 있습니다. 본 학회지를 통해서 자신의 연구 결과, 경험한 사례 등을 콘크리트 관련 기술자들과 함께 나누길 원하시는 분께서는 다음과 같은 형태로 참여하실 수 있습니다. 여러분의 옥고를 기다리겠습니다.

- 원고 주제 : 포토에세이(사진, 서예, 시 등), 기술기사, 공사기사, 문헌기사, 해외번역기사, 해외연구소 소개, 국제학술대회 참가기, 현장탐방, 수필, 논단, 우리 회사 소개 등
- 원고 분량 : 4매 ~ 6매 내외(A4용지 기준)
- 제출 내용 : 명함 또는 반명함판 사진, 출력된 원본 및 원본을 담은 디스크
- 제출 처 : (135-703) 서울시 강남구 역삼동 635-4 한국과학기술회관 신관 807호  
한국콘크리트학회 「콘크리트학회지」 담당자  
TEL : (02)568-5985~7 FAX : (02)568-1918 E-mail : pjy@kci.or.kr