

# 포스트 텐션공법을 활용한 구조물내진보강

Article

# 05

Seismic Strengthening Reinforced concrete Structures with Post-tensioning

이우진

황두엔지니어링(주), 건축물정밀안전진단기관 대표이사

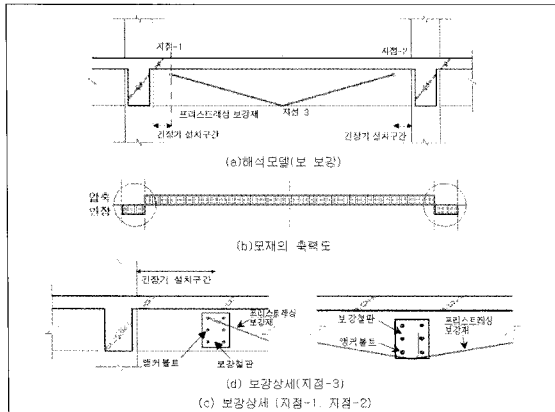
## 1. 공법개요

포스트 텐션보강(Post-tensioning)공법은 콘크리트, 조적, 철골 등과 같은 구조요소를 보강하기 위하여 기존 부재에 프리스트레싱(Pre-stressing)을 부여하는 보강 방법이다. 프리스트레싱의 도입으로 부재에 내응력(Internal stress)이 발생되어 외력으로 인하여 부재에 발생하고 있는 인장응력을 감소시키는 보강공법으로서 발생된 균열을 복귀시킬 뿐만 아니라 압축응력을 부여하여 휨모멘트, 전단력, 축력을 증가시켜 구조물의 내력 및 강성이 증가하게 된다. 외부강선을 이용한 Beam의 보강은 [그림 1]에서 보는 바와 같이 PT Tendon을 주형의 외부에 설치, 긴장력을 도입하여 주형의 내하력을 증진시키는 방식으로서 내하력은 물론 구조물의 처짐까지도 완벽하게 복원시킬 수 있는 보강공법이다. 외부 포스트텐션 공법의 종류에는 보의 측면에 정착단부를 설치하고 보의 중앙에서 절곡되는 형태로 보강하는 방법 [그림 1]과 보나 슬래브의 하단 단부에 정착단부를 설치하

여 편심거리가 전체 경간에 일정하게 형성되도록 직선으로 보강하는 방법등이 있다. 이러한 보강공법은 프리스트레스 보강재의 긴장에 의한 탄성복원력을 이용하여 보 또는 슬래브가 받고 있는 하중에 의한 응력과 반대되는 방향으로 응력이 발생하게 된다. 따라서 부재의 하중에 의한 응력을 감소시키고 부재의 내력을 증가시켜, 부재의 안정성을 효과적으로 증가시켜 주는 공법이다.

## 2. 공법의 원리

외부텐션방식은 철판부착공법이나 탄소섬유보강등과는 근본적으로 다른 공법으로서 이 공법의 특징은 제1단계로 손상주형 보강강재의 하부 인장응력을 감소시켜주며, 제2단계는 Prestressing에 의한 기존 주형의 처짐을 복원시켜 줄 수 있다는 점이다. 따라서, 기존에 발생한 균열의 폐합은 물론 External Prestressing에 의하여 처짐이 복원된 양만큼 손상된 교량의 내하력을 높여주게 된다.



[그림 1] 외부 포스트텐션공법에 대한 해석 개념 및 보강상세(보 측면보강)

### 3. 내진보강공법

#### 3.1 AC 내진보강 공법(재단법인일본건축방재협회 [건방재발 제1333호])

##### 1) 공법의 개요

철근콘크리트 기둥외부에 PC강봉을 조립하여 전용공구(AC Tensionor)로 장력을 도입하여 기둥의 전단 파괴를 방지하고 인성을 높인다. 건물의 내진성능을 향상시킬 수 있는 인성형 보강공법이다.

##### 2) 특징

- a. 벽이 있는 기둥의 보강이 용이하다.  
벽이 있어도 PC강봉을 통과하는 구멍만 있으면 설치 가능
- b. 보강 후에 벽의 증설이 용이하다.  
- PC강봉의 간격이 넓어 추가의 앵커가 설치가능
- c. 단기간에 보강이 가능하다.  
- 건식공법이므로 습식보강공법과 달리 별도의 양생기간이 필요 없다  
- 보강부재가 소형에 경량이므로 별도의 중장비가

필요 없다.

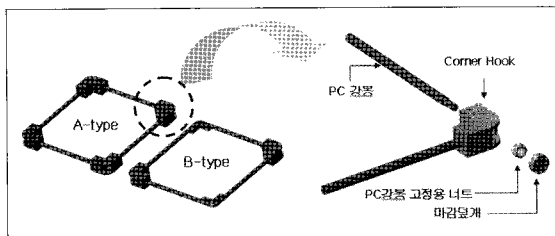
- 시공이 간편하므로 별도의 가설작업이 필요 없다.

##### 3) 마감

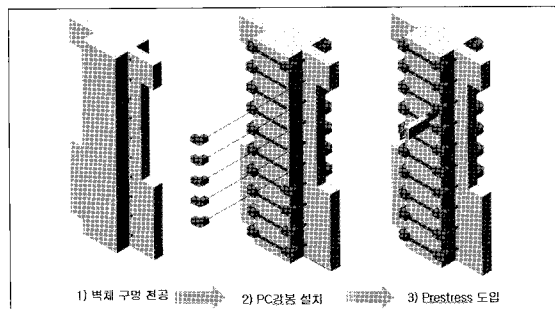
보강부재의 보호를 위해 보드나 모르타르 등의 마감을 할 것을 권장하고 있다.

##### 4) 주의사항

- a. 보강부재에는 프탈산계 도료를 사용하지 말 것.
- b. 보강재료의 용접, 가스에 의한 가열은 절대로 하지 말 것.
- c. 보강재료에는 전기용접의 어스를 하는 것이 불가능함.



[그림 2] 보강장치 상세



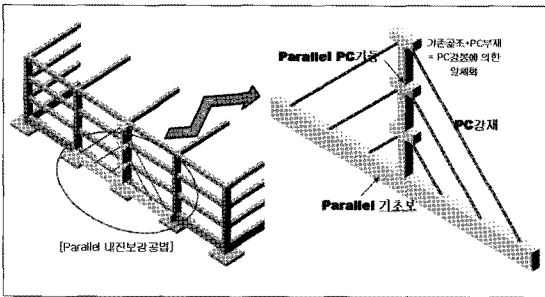
[그림 3] AC내진 보강공법 시공순서

#### 3.2 Parallel 내진보강 공법

##### 1) 공법의 개요

파라렐(Parallel) 프레임이란 기초보와 PC보강 기둥

을 신설하여 두 부재를 대각선으로 묶듯이 PC강재를 대칭으로 설치하고 프리스트레스를 도입하여 형성하는 프레임으로서 파라렐 프레임과 기존 구조체와의 일체화를 위하여 기초부에는 후시공앵커에 의해 접합하고, 파라렐 프레임(PCa)과 기존 기둥과의 접합은 PC강봉에 의한 압착접합으로 일체화 시킨다.



[그림 4] Parallel 내진보강공법 개요

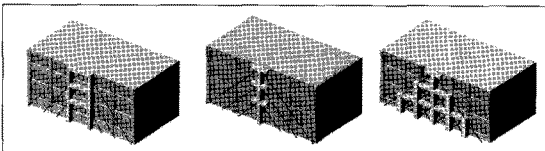
2) 파라렐 프레임의 분류

Parallel Frame은 건물의 규모, 형상, 필요보강내력에 대해 아래와 같은 부착방법이 있다.

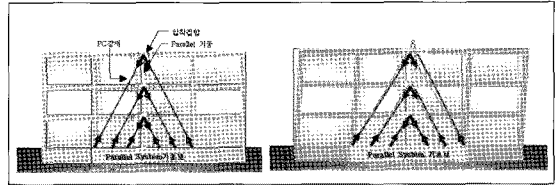
- a. 기둥 1개 보강형 : 파라렐 프레임의 표준타입으로서 공중이 적고 단기간에 시공이 가능하다.
- b. 기둥 2개 보강형 : 발코니 등 내민부분이 있는 건물 등에 보강이 가능하다.
- c. 기둥 여러개 보강형 : 보강기둥을 여러개 설치하므로 기초 단면의 소형화가 가능하다.

3) 파라렐 공법의 보강원리

예비 긴장시킨 대각선 PC강재의 프리스트레스 증감에 의해 생기는 수평력으로 지진력에 저항을 한다.



[그림 5] Parallel 프레임의 구분

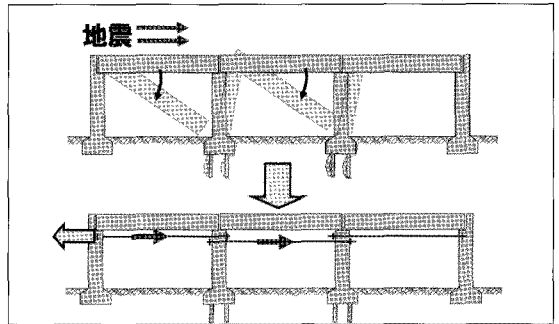


[그림 6] Parallel 프레임의 저항메카니즘

3.3 PC & PA 내진보강 공법

1) 공법의 개요

PC강선을 의해 교각이 서로 당겨져 지지되므로 지진 발생 시 기둥하부의 부담을 경감시킬 수 있는 단순한 원리를 적용한 내진보강공법이다.



[그림 7] PC & PA 내진보강공법 개요

2) 특징

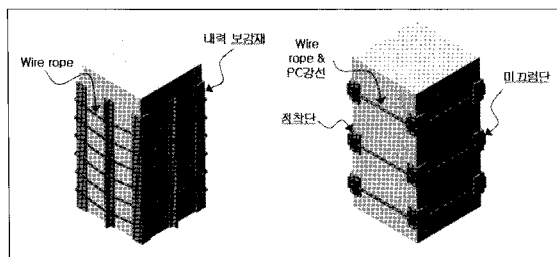
본 공법의 특징은 공법의 원리가 단순하고 시공이 간편하며, 하천 내 공사 시 물막이공사가 필요 없어, 공기 단축 및 코스트 절감효과를 기대할 수 있는 매우 합리적인 교각의 내진보강공법이다.

3.4 보우텍 GAC Wire Rope 텐션보강공법

1) 공법개요

BOW 공법은 긴장력에 의하여 발생된 압축력이 보강하는 구조부재에 전달되지 않는 공법이다. 이 공법은 기존 외부 포스트텐션 공법과는 다르게 프리스트레스에

의해 발생된 축력이 보강부재에 전달되지 않고 보강시스템 자체에서 흡수될 수 있기 때문에 추가적으로 구조적인 문제를 발생시키지 않는다.



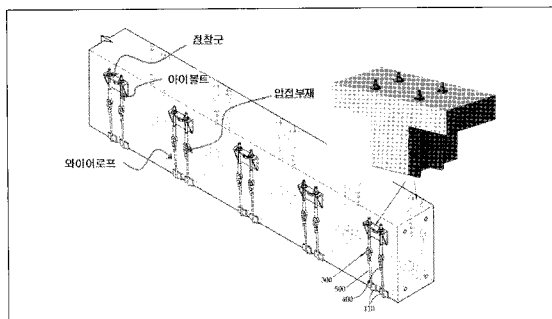
[그림 8] AC Wire Rope 텐션dp 의한 기본보강공법

## 2) 특징

기존 외부 포스트텐션 공법의 문제점을 보완할 수 있는 BOW 공법은 기존 외부 포스트텐션 공법과 같이 기존의 보강방법들보다 많은 장점을 가지고 있으며, 현장에 적용한 결과, 구조적인 문제점 등이 발견되지 않았다. 또한, 공사기간 및 공사비, 작업성 등이 타 공법에 비하여 우수한 공법임이 입증되었다. 다음은 기존 외부 포스트텐션 공법보다 우수한 장점들이다.

- a. 정착단 부착을 위한 콘크리트 면처리 불필요
- b. 공기 단축이 가능한 공법
- c. 작업여건이 좋지 않은 공간에도 적용 가능
- d. 보강 시 건물에 구조적결함이 발생하지 않음

- e. 긴장기 설치구간 확보가 불필요
- f. 프리스트레싱 정착손실 감소
- g. 지지점 형성용 철물의 부착볼트 개수 감소



[그림 9] GAC Wire Rope 텐션에 의한 보 보강법

## 4. 결론

포스트텐션에 의해 보강된 부재는 프리스트레싱의 도입으로 부재에 내응력이 발생되어 지진과 풍하중에 의해 발생된 횡력 저항에 매우 효율적인 보강시스템으로 판단된다. 주로 일본에서 포스트텐션을 활용하여 건축물의 기둥, 교량의 교각 등 내진보강공법으로 보편적으로 활용되고 있으며, 국내에서도 포스트텐션을 활용한 보강공법에 대한 성능평가 및 관련 특허들이 최근 들어 활발히 연구·소개되고 있다.

### 참고문헌

1. 채흥석, 최인하, 이인호, "고강도 긴장재와 터버클을 이용한 외부 포스트텐션 보강공법", 한국강구조학회지, 제17권 제2호 통권 제63호, 2005. 6, pp. 66~75
2. 민라기, 오창렬, "포스트텐셔닝을 이용한 기존구조물의 보강" 콘크리트학회지 제8권 4호, 1996.8, pp. 65~75
3. Parallel System for Seismic Strengthening of Buildings, 株式会社 富士 PS, URL: <http://www.fujijs.co.jp/>
4. AC耐震補強工法研究會, "AC耐震補強工法", URL: <http://www.k-neturen.co.jp>
5. 주식회사 보우텍이앤씨, "압축력 흡수제를 이용한 외부포스트텐션 보강공법(Bow 공법)", 건설교통부 신기술지정 제450호
6. 주식회사 고려이앤씨, "기계적 정착에 의한 tension보강공법적용", 특허 제041448호