

# 선보정하중도입에 따른 인천대교 접속교 거동특성

## Structural Behavior of Approach Bridge in the Incheon Bridge due to Pre-Jacking Force

송종영\*      송창희\*\*      심이수\*\*\*      김영선\*\*\*\*      신현양\*\*\*\*\*      윤만근\*\*\*\*\*

Song, Jong-Young Song, Chang-Hee Shim, Ih-Soo Kim, Yeong-Seon Shin, Hyun-Yang Yoon, Man-Geun

### ABSTRACT

The jacking of cantilever before key segment closure has been introduced to offset the long term forces caused by creep and shrinkage. In this paper, the behavior of structural system with the jacking force in approach bridge of Incheon Bridge was reviewed. The introduction of jacking force effectively offset the long term horizontal forces and allows economic substructure member design.

### 1. 서론

프리캐스트 세그먼트 박스거더로 구성되는 인천대교 접속교는 예시설계단계에서 제시된 중앙부 힌지 구조계에서 발생 가능한 작용 활하중에 의한 과도한 처짐 및 장기거동시 유지관리문제점 등을 해결하기 위해, 교축방향으로 유연한 교각단면의 도입과 함께 국내에서 선보정공법으로 널리 알려진 키세그 폐합시, 상부구조계의 변위거동 제한으로 발생하는 수평력의 반대방향으로 하중을 가력하는 공법을 도입하여 7경간 연속구조계로 설계되었다. 지금까지 국외에서 캔틸레버 교량의 연속화를 위해 키세그 폐합전 변위력의 반대방향으로 하중을 가력하는 방법은 널리 적용되어져 왔으며, 국내에서도 강동대교 [1]에서 처음 도입된 이래 최근 국내 최장경간 캔틸레버 교량인 신촌교 등에도 적용되었다. 본 논문에서는 프리캐스트 세그먼트 캔틸레버공법 [2]으로 시공되는 인천대교 접속교의 선보정하중 결정 방법과 선보정력 도입으로 인한 구조계 수평력변화 등에 대해 설계관점을 중심으로 기술하고자 한다.

### 2. 인천대교 접속교의 개요

인천대교 프로젝트 예시설계단계에서 제시된 접속교 구간은 다음 그림에서 보는 바와 같이, 중앙에 두 개의 힌지를 갖는 10경간으로 구성되어 있었으나, 실시설계단계에서 7경간 구조계로 변경되었다.

\*정회원, 삼성물산(주)건설부문 인천대교현장 과장

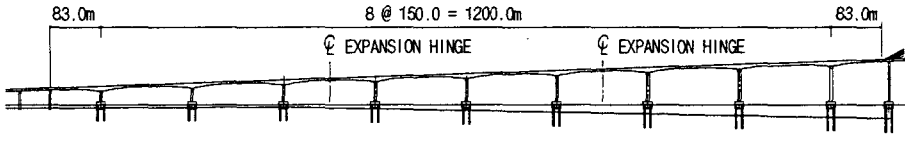
\*\*정회원, 서영엔지니어링 인천대교현장 차장

\*\*\*정회원, 삼성물산(주)건설부문 인천대교현장 대리

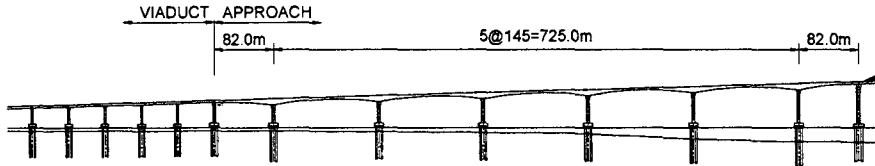
\*\*\*\*정회원, 삼성물산(주)건설부문 인천대교현장 차장

\*\*\*\*\*정회원, 삼성물산(주)건설부문 인천대교현장 부장

\*\*\*\*\*정회원, 삼성물산(주)건설부문 인천대교현장 전무



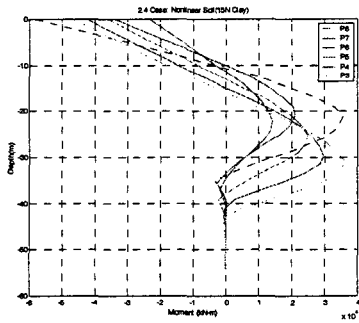
(a) 예시설계 (10경간,  $83+8@150+83 = 1366.0\text{m}$ , 2개의 중앙힌지)



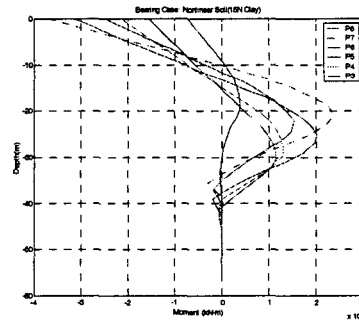
(b) 실시설계 (7경간,  $82+5@145+82 = 889.0\text{m}$ , 7경간연속)

그림 1 인천대교 접속교의 경간구성

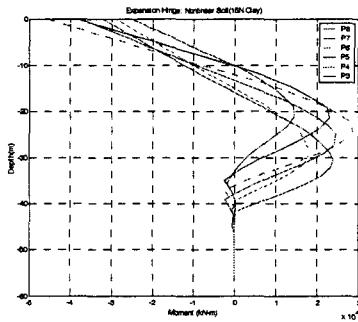
구조계 변화에 따른 말뚝 부재력을 살펴보면, 발생 부재력의 크기측면에서 축경간과 인근교각에 베어링을 설치하는 구조와 예시설계와 같이 중앙에 힌지를 설치하는 구조가 가장 유리함을 알 수 있다. 이에 반해, (d)에서 보는 바와 같이 7경간 연속 기본 구조계에 키세그 접합전 선보정하중을 도입하는 경우, 말뚝에 발생하는 부재력의 분포가 전체적으로 균등하게 발생하는 것을 알 수 있다.



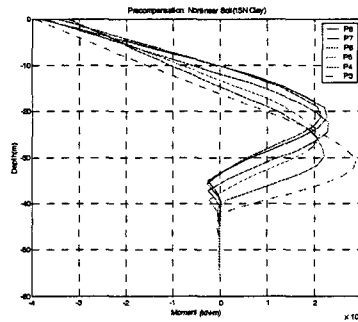
(a) 기본 구조계



(b) 베어링구조



(c) 중앙부 힌지



(d) 선보정공법 적용

그림 2 구조계변화에 따른 하부말뚝의 부재력 변화

실시설계에서는 공기단축을 위한 주두부 대블럭 공법도입의 상황과 유지관리측면을 중시하여 7경간 연속 구조계를 채택하였으며, 수반되는 수평 변위력 문제는 선보정공법을 도입함으로 해결하였다.

### 3. 선보정 하중의 결정

인천대교 접속교의 경우, 종단 3%의 경사로 인해 교각높이가 28m에서 55m로 변하고, 교각별 지반 조건이 달라서, 일반적으로 교량의 중심에 위치하는 수축, 신장에 의한 변위가 발생하지 않는 지점이 W8과 W7사이 에 존재한다. 선보정공법을 도입하는 경우, 이와 같이 교량 특성에 따라 다른 변위고정점 (point of zero movement)을 먼저 찾아야 한다. 그림에서 보는 바와 같이, 연속 구조계로 이루어진 상부가 수축 또는 팽창하는 경우, 변위고정점에서 거리가 멀어질수록 교각 하단에 발생하는 수평력의 크기가 증가한다. 다음으로, 선보정하중의 크기는 시공단계해석을 통해서 교각 하단에 발생하는 크리이프, 건조수축 등의 구속에 의한 변위력의 크기로부터 결정하는데, 선보정하중의 크기에 따른 교각 및 말뚝 부재의 여유율 (demand/capacity)을 평가하여 최적의 선보정하중 크기를 결정한다.

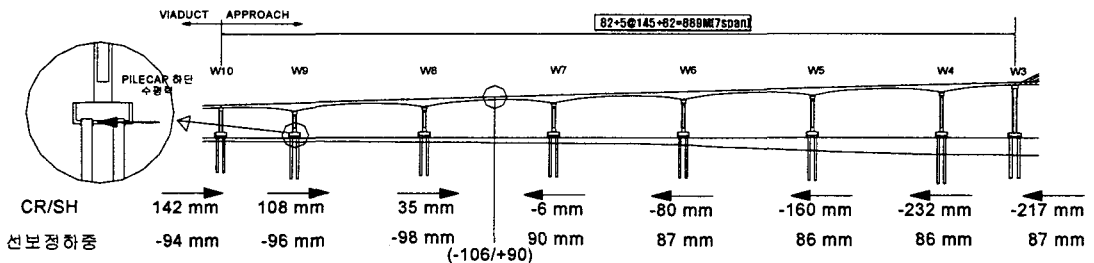
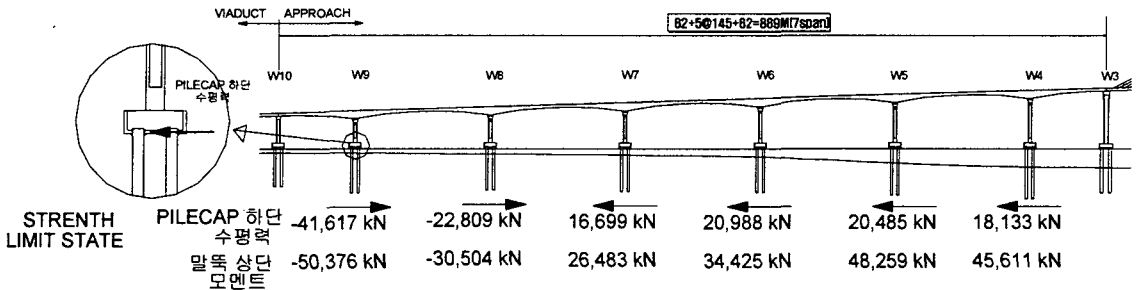
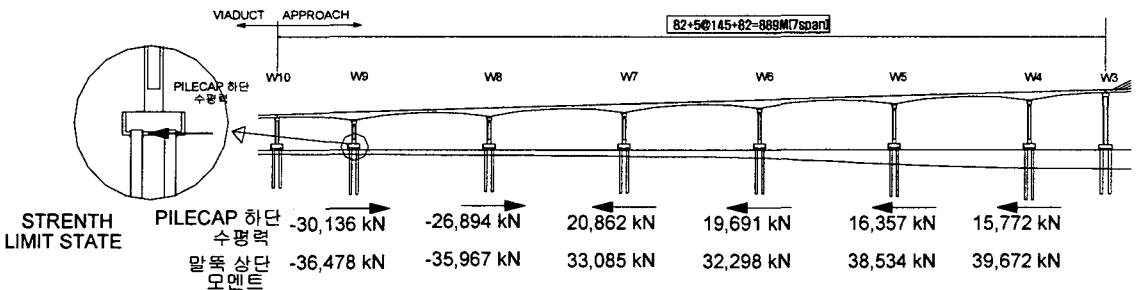


그림 3 선보정 하중의 재하위치 결정

다음 그림은 인천대교 서측, 동측접속교의 파일캡 하단의 수평력과 말뚝상단의 모멘트를 선보정하중을 도입하기 전과 후에 대하여 나타낸 것이다.

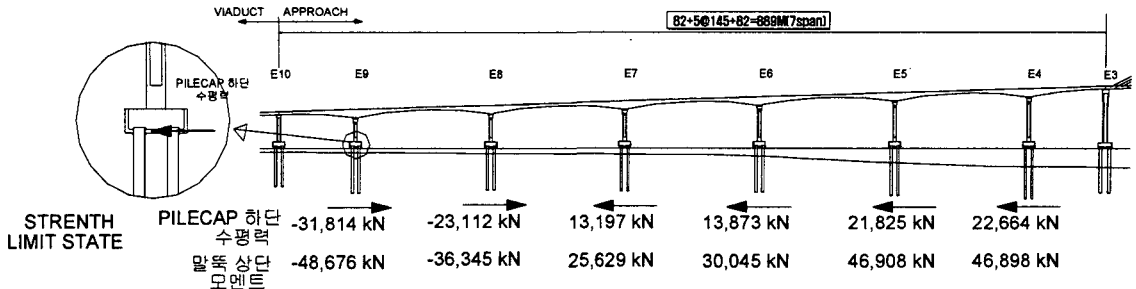


(a) 선보정하중을 적용않는 경우

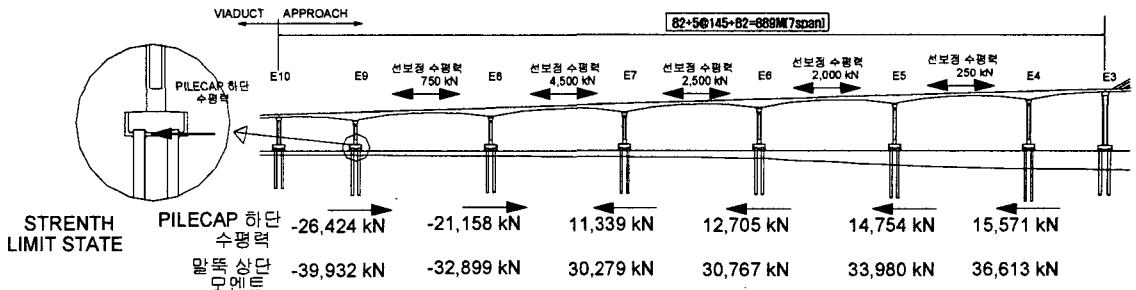


(b) 선보정하중을 적용하는 경우

그림 4 서측접속교 구조계의 거동



(a) 선보정하중을 적용않는 경우



(b) 선보정하중을 적용하는 경우

그림 5 동측 접속교 구조계의 거동

그림에서 보는 바와 같이, 선보정하중을 도입하기 전에는 변위고정점으로 부터, 가장 멀리 떨어진 교각 3과 10에서 과도한 수평력과 말뚝 부재력이 발생하였으나, 선보정하중으로 인해 장기거동에 의한 변위력을 상쇄시킴으로 하단 수평력과 말뚝 부재력이 효과적으로 감소함을 알 수 있다. 서측접속교에서는 1000톤의 선보정하중이, 동측접속교의 경우에는 900톤의 선보정하중이 도입되었다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 인천대교 접속교에 적용된 선보정공법에 대해 간략하게 기술하였다. 선보정하중의 결정방법과 선보정하중의 적용 유, 무에 따른 구조계의 특성을 교각하단의 수평력 및 말뚝상단모멘트 분석을 통해 살펴보았다. 적절한 선보정하중의 도입은 상부구조물의 다경간 연속화로 인해 발생하는 과도한 변위력을 상쇄하여 하부구조부재의 경제적 설계를 가능케 함을 알 수 있었다. 설계측면에서 다루어진 선보정공법 특성은 앞으로 실제 시공단계 이전에 결정된 선보정하중크기의 적정성 검증, 지반 스프링변화, 교각 강성변화에 따른 거동분석 등의 추가연구되고 현장관리 프로세스 정립을 통해서 적용될 예정이다.

#### 참고문헌

1. 김홍기, "강동대교 FCM 교량에 적용된 선보정공법", 대한콘크리트학회지, 제15권, 제1호, 2003, pp. 75-83.
2. 윤만근, 이환우, 이완수, "FCM에 의한 프리캐스트 세그멘탈 교량의 공법개선에 관한 연구", 대한토목학회 학술발표논문집, 1994(1), pp. 311-316.