

청담대교의 설계와 시공

Design & Construction of Chung-Dam Grand Bridge



정 원 교*

1. 서 론

청담대교는 도봉산-운수간을 연결하는 서울 지하철 7호선 구간중 건대입구-청담동간의 7-17공구의 현장으로서 강변북로-올림픽대로간의 도시고속화 도로의 건설과 함께 점증하는 도시교통난을 완화하고, 쾌적한 도시환경을 마련하여 효율적인 토지이용과 균형있는 도시발전을 위하여 건설되는 것이다. 이 공사는 설계·시공 일괄입찰 방식에 의해 지난 93년 당사가 적격자로 선정되어 설계는 동부엔지니어링과 일본의 Oriental Consultant가 합작으로 수행하였으며 현재 하부기초 공사를 중심으로 시공중에 있다.

본 원고는 당 현장의 설계서를 기본으로 작성하였으며, 시공부분은 현재까지 진행된 하부기초 공사를 중심으로 기술하고자 한다.

본 공사가 본격적으로 수행되기 전의 공사기록이라 미진한 부분도 많고 특히 설계서의 내용을 짧은 지면으로 소개하느라 더러 아쉬운 점이 있기도 하다.

* 정회원, 동부건설(주) 현장소장, 토목시공기술사

2. 공사개요

2.1 공사명

- 서울 지하철 7호선 7-17공구 건설공사

2.2 공사위치 및 공사기간

- 서울특별시 광진구 노유2동 140번지-강남구 청담제1동 134번지 사이 일원
- 착공일로부터 1,110일

3. 설 계

3.1 설계개요

본 공사는 설계·시공일괄 수행방식으로서 기본계획을 검토후, 지하철 및 도시고속도로의 기능이 원활히 이루어지도록 관련분야를 고려하여 토목, 건축, 설비, 전기, 통신, 궤도 등 전분야의 설계를 당사가 수행하였으며 현재 시공중에 있다.

본고에서는 한강을 통과하는 주교량부의 설계

에 대하여 간략히 기술하고자 한다.

3.2 상부구조

한강통과 구간의 교량 및 고가구간은 국내 최초로 내진설계기준을 적용하였으며 상부구조는 국내 최초의 복층교량으로서 라멘구조의 강상관형교로 설계하였다.

3.2.1 구조형식

상부구조의 형식 선정은 주변경관을 고려하여 정기적으로 운행되고 있는 한강유람선의 항로유지 및 많은 사람들의 시선을 끄는 대상물로서의 적절한 조화가 요구되어 상부 도로부의 구조형태를 π 형 라멘형태로 선정하였다.

3.2.2 경간구성

경간의 구성은 교각을 기준으로 3연속+2연속+3연속의 라멘교 형식이며, V각을 기준으로 보면 3연의 5연속 라멘교 형식으로 각 라멘교간의 연속 구조는 Gerber Hinge Type 구조로 설계하였다.

하부 철도교는 Steel Box 형태의 구조로서, 각 교각사이 도로형 V각부의 끝지점에서 Cable을 사용하여 철도교의 연직하중 일부를 도로교에 부담시키는 형식으로 하여 지간장을 줄임으로써 경제적인 설계가 되도록 하였다.

3.2.3 구조해석

각 부재의 단면력을 산정하기 위한 구조해석은 각 구조체계별로 평면해석을 수행하였으며 활하중 편심재하시의 영향을 검토하기 위해 전구간에 대하여 입체해석을 하였고, 특히 응력이 집중되는 장소에는 유한요소해석(finite element method)을 수행하여 구조적 타당성과 안전성을 검증하였다.

3.2.4 사용재료

사용재료는 강재를 사용하였으며 자중의 감소를 위하여 주부재에 대해서는 고장력강(SW-S50Y, SWS53)을 사용하고 부부재에 대해서는 SWS41을 사용하였다.

3.2.5 접합

강교의 공장 제작시의 접합은 원칙적으로 용접 접합을 하는 것으로 하였으며 현장에서의 접합은

시공성과 품질관리가 양호한 Torque Shearing Bolt를 사용하는 것으로 설계하였다.

3.2.6 도장

본 교량에서는 미국 NASA에서 근래에 개발하여 실용화한 수용성 High Ratio Zinc Silicate 도장방법(IC531)을 채택하여 유지보수 비용을 줄이고 강재의 부식으로 인한 단면의 감소를 최대한 억제하도록 하였다.

3.3 하부구조

하부구조는 상부구조에서 전달되는 지진, 바람, 유수 등에 의한 하중을 확실하게 지반에 전달하여 구조체를 안전하게 지지하는 구조가 되어야 하므로 지지층의 확인과 근입이 확실한 우물통기초로 하였다.

3.3.1 교좌장치

교좌장치는 상부구조에서 발생하는 하중을 하부구조에 효과적으로 전달되도록 구조적 특성에 맞게 철도교에는 일반적으로 많이 사용되고 있는 Pot Bearing Type을 사용하고 도로교에는 상부구조의 온도변화와 지진시에 발생하는 수평력과 연직력을 충분히 지탱할 수 있는 특수형태로 설계하였다.

3.3.2 교각

교각의 기둥은 벽식교각으로 설계할 경우 내진설계시의 응답수정계수가 2로서 다주식교각의 5보다 불리하므로 벽식교각의 중간에 격벽을 설치하여 외모는 벽식교각이나 지진시에는 다주식교각으로 거동할 수 있도록 하였다.

3.3.3 우물통 기초

우물통기초는 상부구조로부터 전달되는 하중을 지지 지반에 안전하게 전달할 수 있는 규모로 결정하였으며 유수저항을 최소화하기 위해 타원형(12m×18m)으로 하고, 근입 깊이는 온도변화나 지진시에 발생하는 최대 수평하중에 대해 전면지반 반력이 충분히 안전할 깊이로 하였다.

3.4 포장

상부 도로교의 포장은 포장면이 강상관형이므로

로 강교포장에서 우수한 성능을 발휘하는 고무혼입 아스팔트 콘크리트 포장(Latex 포장)으로 시공을 하였다.

4. 시 공

4.1 우물통 공사

기초공사 구간중 한강통과 구간인 주교량에 설치되는 기초 방식은 우물통 기초로서 지금까지 한강 교량에 적용된 어느 기초보다 크기가 큰 장방형(12m×18m)의 구조이다.

이와같은 우물통 기초를 강압층 4m까지 침하시켜 안정성을 확보하기 위해서는 정밀시공이 요구되므로 당 현장의 경우는 우물통 안을 dry work 상태로 하여 기술자가 우물통 속에 직접 들어가 기초 암반 상태 및 우물통 기초에 균열이 가거나 shoe부분의 손상을 확인한 후 속채움 콘크리트를

타설하여 품질관리에 최선을 다하였다.

특히 배스콘크리트 타설시는 수화열에 의한 영향을 최소화 하기 위해 cooling pipe 설치로 균열 발생을 억제하였으며 피막양생재 도포 및 삼수양생 등으로 품질에 한치의 오차도 없도록 배려하였다.

시공시 특기할 만한 것은 축도에 따른 홍수시 작업제한 및 공기지인과 하천수질 오염 방지를 위하여 강재부상함체(pontoon)를 특수 제작 설치하여 공기 질감은 물론 공정축진, 환경문제 등의 문제점을 동시에 해결하였다.

또한 우물통 기초의 시공순서를 철저히 준수하여 침하관리 오차는 도로교 표준시방서의 기준치를 훨씬 밑도는 관리치를 달성할 수 있었다.

현재 우물통공사는 총7기중 4기는 침하를 완료하여 교각공사를 진행중이고 3기는 침하작업 중이다.

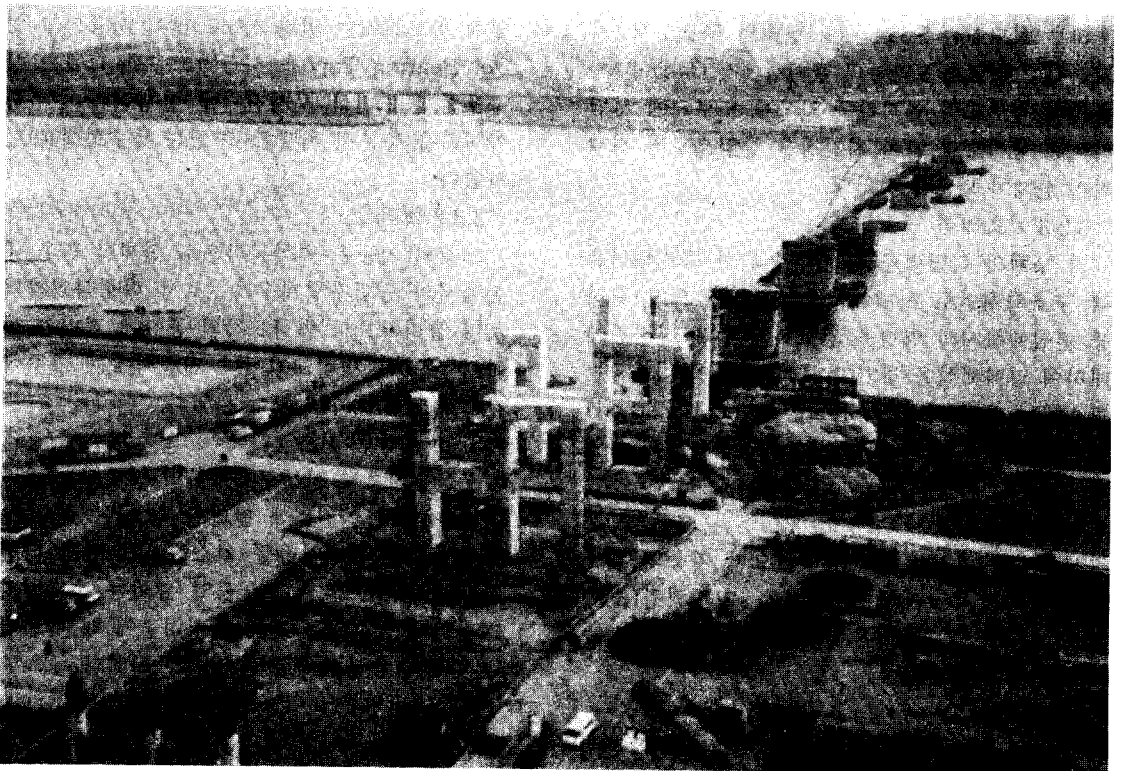


사진 1 청담대교 공사전경

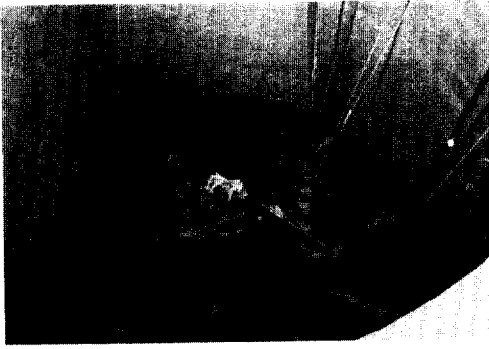


사진 2 우물통 기초암반 굴착전경



사진 3 우물통 기초암반 검측전경

4.2 강재부상함체(pontoon)

4.2.1 시공개요

이 현장의 주요량부는 토사에 의한 축도 및 우물통기초를 설치하도록 되어 있으나, 일반적인 축도 공법은 유수의 원활한 흐름을 방해하여 유수량의 증가 등에 능동적으로 대처하기가 어렵고 유지보수, 철거 및 수질오염 방지등에 따른 부대비용이 과다하며, 지역에 따라 축도에 소요되는 양철 토사의 선별부득에 예로짐이 발생할 수 있는 등의 단점이 있다.

또한 공사허가조건 중에 우기 이전에 축도부분을 제거하라는 조항이 있어 대형 우물통 7기의 물량을 착공 약 6개월 만에 완료하고 축도 부분을 제거한다는 것은 현실적으로 불가능한 조건인바, 만약 당초 설계를 고수하면서 허가조건을 충족시키려면 축도설치, 제거를 반복하며 공사를 진행하여야 하므로 교량기초공에만 약 2년의 공기가 소요되어 전체 공사의 준공기한 준수가 불가능한 상황

이었다.

이에 공기 준수와 축도시공에 따른 토사반입, 반출 비용 및 환경오염 문제에 대한 효과적인 해결을 목표로 시공방법의 개선을 도모하였다.

일반적인 축도공사는 진입로를 축조 후 우물통 위치에 토사로 인공 섬을 만들어 지반면을 형성하고 이 면으로부터 우물통을 LOT별로 연결제작, 침하시키게 되나, 당 현장에서는 축도상단 면적크기로 상하부가 개방된 각통 형태의 pontoon(강재함체)을 제작하되 속을 비워 물을 채우면 가라앉고 빼면 뜨게 만들어 이동 및 정치가 손쉽도록 하였다.

pontoon을 정치하면 한강 상의 토사를 준설, 수채움을 하고 이를 축도 지반으로 하여 우물통 공사를 시행하였다.

4.2.2 개발성과

(1) 시공물량 감소

: 축도범면부가 없어지므로 축도물량 및 이에 따른 잔토처리 비용 감소로 하상지반의 정리를 위한 준설물량 감소

(2) 공기의 단축

: 시공물량 감소, 토사반입, 반출 불필요에 의한 공기의 단축(약 10개월)으로 식, 간접 원가 절감 효과 및 효율적인 공정관리 가능.

(3) 공사관리 능률성 제고

: 범면보호 가마니 쌓기등 불필요한 노무비가 절감되고 범면 유실이 일어나지 않아 축도유지보수에 따르는 부대비용의 감소와 홍수후 조속한 정상작업이 가능. 작업장비(barge선 등)의 우물통 근접이 용이하므로 작업의 능률성을제고

(4) 환경문제에 능동적인 대처

: 토사반입, 반출시의 비산먼지방지 및 축도공사시 수질오염방지 등의 환경문제 발생가능성의 최소화로 민원 및 범규위헌사항 감소.

(5) 기술개발

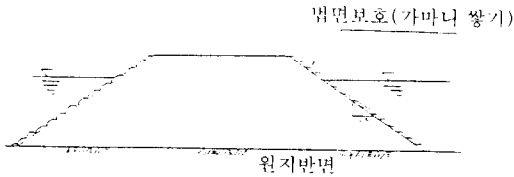
: 대형 우물통 공사의 새로운 공법적용실적을 보유하게 되며 pontoon의 구조계산 및

수위자료를 이용한 수리계산 등의 과정을 통해 추후 유사 공사의 적용가능성 제고와 자료 확보에 기여.

(6) 원가절감

: pontoon 제작 설치에 따른 재료비, 노무비는 상승하나 축도용 토사의 반입, 반출에 따른 운반비 및 범면부 시공물량 축소에 의해 장비비 감소로 직접공사비 절감. 또한 약 10개월의 공기를 단축함으로써 일반관리비가 절감되며 공정관리 효율화에 의한 간접비 절감효과도 기대됨.

일반적인 토사축도설치단면



pontoon을 이용한 축도 설치 단면

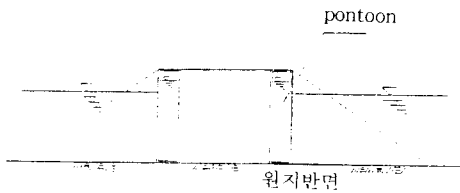
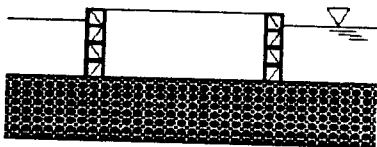
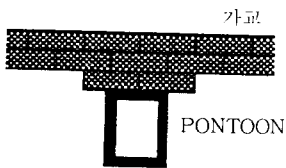
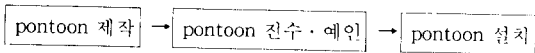
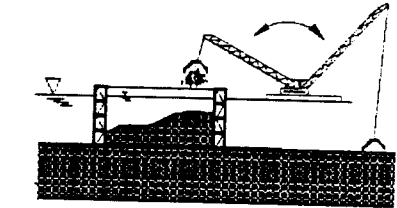
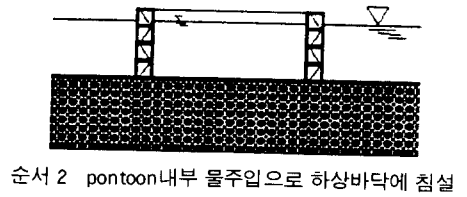


그림 1 축도설치 단면 비교표

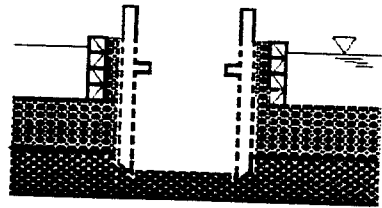
4.2.3 pontoon 작업진행공정



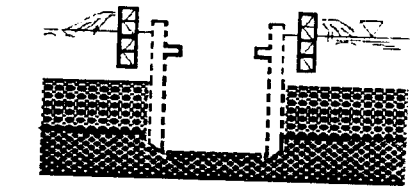
순서 1 위치 SETTING



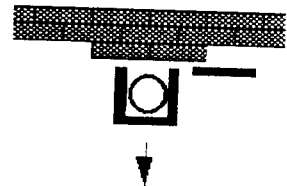
순서 3 pontoon내부 준설토사 채움



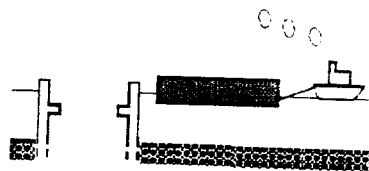
순서 4 우물통 설치/ 굴착



순서 5 pontoon내부 물 양수로 pontoon 부상



순서 6 pontoon 전면 panel 해체



(다음 우물통으로 이동)

순서 7 pontoon 해체/ 예인

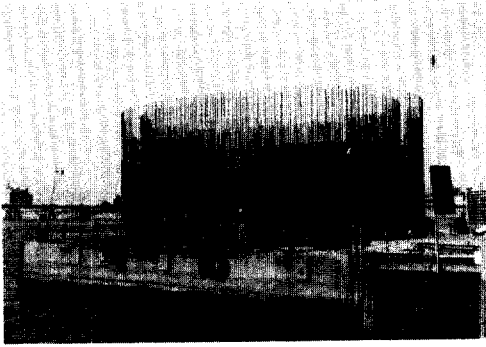



사진 4 pontoon을 이용한 우물통 벽체 철근조립 전경

5. 결 론

설계·시공일괄 입찰방식에 의해 건설되는 '본

프로젝트는 설계 단계에서 부터 시공팀이 참여하여 시공성을 감안한 경제적이면서도 합리적인 설계가 되도록 노력하였다.

새로운 설계방식의 적용에 따른 시공시의 시행착오를 최소화 하기 위해 기술연구소 및 산학 협동으로 밀접한 관계를 유지하여 시공시의 안정성 및 경제성을 확보하고 기술 축적이 되도록 할 계획이다.

한강상에 최초의 복층 교량을 건설한다는 자부심과 후대에 부끄러움이 없는 자연과 조화된 구조물을 만들기 위해 시공에 임하는 모든 현장 참여 기술자들은 최선을 다할 것을 약속하며 현재 설계 진행중에 있는 유지관리시설 등을 보완하여 완벽한 시공으로 준공 기록을 통해 다시 한번 만났으면 한다. 

도서보급 안내

「고성능유동화제를 이용한 고강도콘크리트의 제조와 특성 및 활용」

— 본 학회 국제워크숍 교재 —

• 주요내용

- I. Achieving and Testing High Performance Concrete
Cement and Superplasticizer Compatibility
Current and Future Applications of High Performance Concrete(Dr. Pierre-Claude Aitcin)
- II. 고강도 콘크리트 제조를 위한 국내의 혼화제 제조 현황 및 특성, 혼화제의 기구(노재성)
- III. State-of-the-Art on High-Strength Concrete in Japan(Dr. Yasuo Tanigawa)
- IV. 고강도 콘크리트 건축구조물의 국내 개발과 활용 및 전망(신성우)
- V. 고성능콘크리트 및 고강도콘크리트의 개발과 국내 토목구조물의 활용전망(오병환)

- 교재보급가 : 회원 18,000원, 비회원 20,000원
- 문 의 처 : 한국콘크리트학회 사무국
전화 : 543-1916, 545-0199

