

청담대교의 구조형태적 특성

The Chungdam Double Deck Bridge, Seoul



글 / 崔佑邦
(Choi, Woo Bang)
토목구조기술사,
동부엔지니어링(주) 전문.
E-mail: wbchoi@dongbueng.co.kr



글 / 金炯穆
(Kim, Hyung Mok)
토목구조기술사,
(주)대한컨설턴트 전문.
E-mail: khm51010@hanmail.net

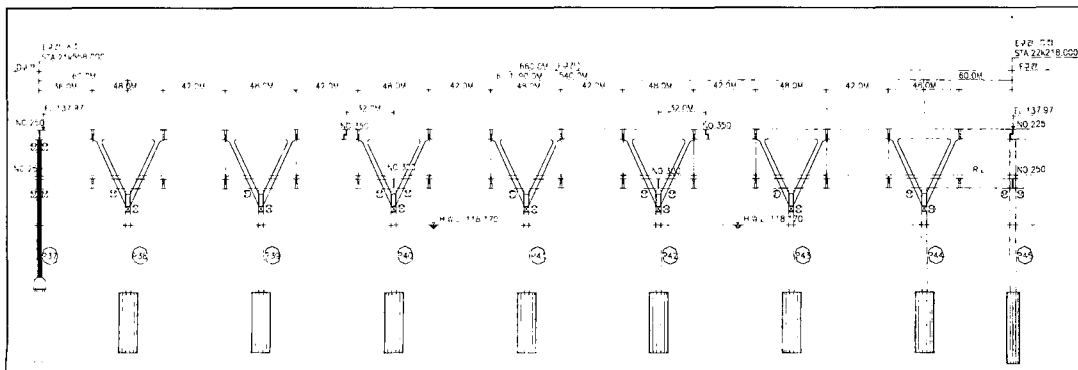
Chungdam bridge is double deck bridge over Han river at Seoul. On the upper deck there are six lanes of highway traffic, and on the lower deck two tracks for subway.
The large load of lower railway bridge is partially carried to upper highway bridge by connecting with cables at the end points of V-leg between piers.

1. 개요

한강다리로서는 17번째(철도교포함 23번째)로 놓여지고, 국내 최초의 복층(複層)교량으로 건설된 청담대교는 교량의 아래층에는 제2기 지하철 7호선 자양역-청담역간의 복선전철이 통과하며, 윗

층에는 강변도시고속도로와 장지I.C를 잇는 동부간선도로 연결도로가 통과하고 있다. 청담대교는 국내 최초로 복층교량으로 건설됨에 따라 공사비 절감과 한강의 주변환경과 조화를 이루어 미관을 높이는 효과를 얻을 수 있게 되었다.

2. 구조적 특성



〈그림 1〉 청담대교 한강 통과부 종단면도

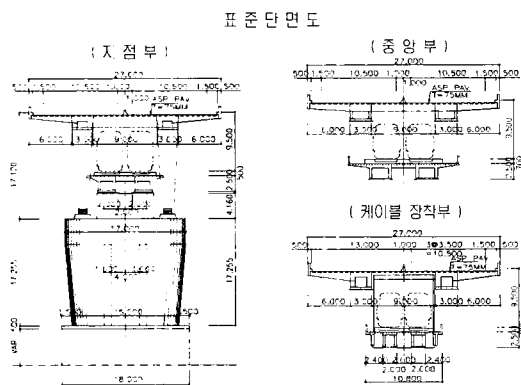
경간구성은 3연속+2연속+3연속 π 형 라멘교 형식(L = (60+2@90)+2@90+(2@90+60) = 660.0m)으로, 상부DECK는 강상판형 Steel Box 복층구조로 연결부는 게르버 힌지(Gerber Hinge)로 처리하였으며, 각 교각사이 도로형 V-Leg의 끝지점에서 케이블(Cable)을 사용하여 철도교의 연속하중 일부를 도로교에 부담시키는 형식으로 하여 지간장을 줄임으로써 경제적인 설계가 되도록 하였다.

하부교각은 한강유속흐름에 지장을 최소화하며 강성이 큰 타원형 벽체로 계획하였으며, 기초는 Concrete Caission구조로 기반암인 경암층에 근입하도록 설계하였다.

1) 상부 구조 특징

◆도로교(Upper Deck) 및 철도교(Lower Deck)

상부구조의 형식은 주변경관을 고려하고 한강 유람선의 항로 유지는 물론 서울 시민의 상징물로 부각시키고자 상부도로교의 구조형태를 π 형 라멘 형태의 강상판형교로 설계하였다. 강상판의 종방향 보강재(RIB)로 도로교(폭27.0m)에서는 U자형 리브를 사용하였고, 철도교(폭10.8m)에서는 I자형 리브를 사용하였다.



〈그림 2〉 청담대교 표준 단면도

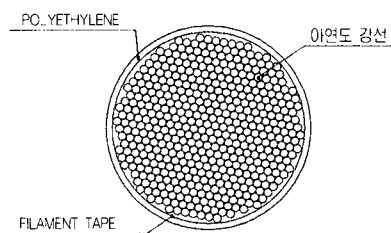
◆V-Leg

V-각부의 상,하단은 주형 및 하부교각에 결합되어, 단면형상이 부재 축방향에 따라 변화하는 휨모멘트와 축력이 동시에 작용하는 부재로써 상자형 단면을 채택하였으며, 압축력과 휨모멘트에 대한 면내,외 좌굴을 검토하였다.

◆Cable

철도교의 모든 하중은 케이블과 하부지점에서 지지하며, 케이블의 설계장력은 1,100톤, 케이블의 직경은 120mm로 한지점당 2본씩 총 56본의 케이블이 사용되었다.

케이블은 각 하중조합마다의 최대응력을 조사하는 것 이외에도 지하철 운행계획(열차통과 수 800회/일 기준)에 준한 피로의 검토를 수행하였으며, 교축방향의 수평변위가 케이블에 미치는 영향을 검토하여 안정성을 확인하였다.



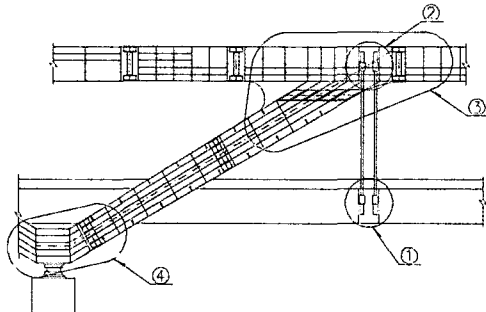
〈그림 3〉 케이블 단면도

2) 응력 집중부재의 검토 및 동적하중의 안정성 검토

◆응력 집중부재의 해석

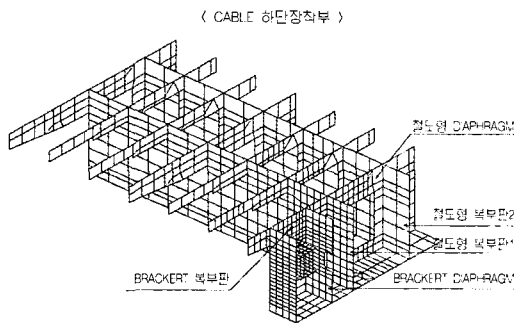
청담대교 한강통과 교량의 형식은 도로형(Upper Deck)에서 철도형(Lower Deck)을 CABLE로 매달은 V-각 RAHMEN교로써 특히 V-각부는 케이블 정착부, 2층 구조로 인한 대반력을 받는 교량받침부 및 우각부 등 응력집중현상이 두드러지게 된다.

따라서 구조의 타당성과 안정성을 조사하기 위한 3차원 탄성 F.E.M해석을 행하게 되었다.

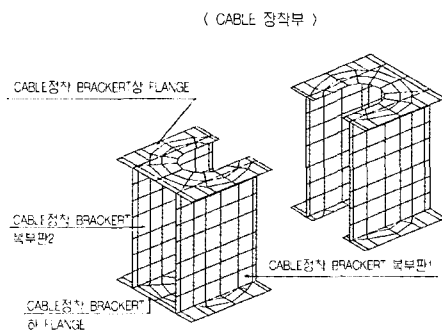


〈그림 4〉 응력집중 부재

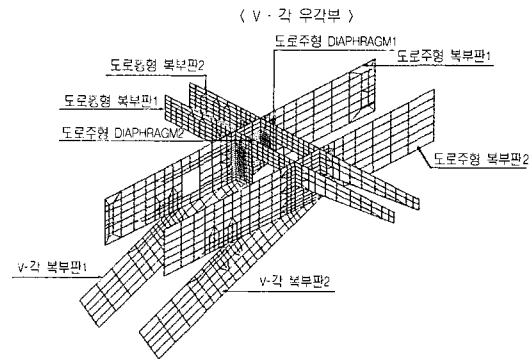
응력집중 부위를 그림으로 나타내면 다음과 같다.



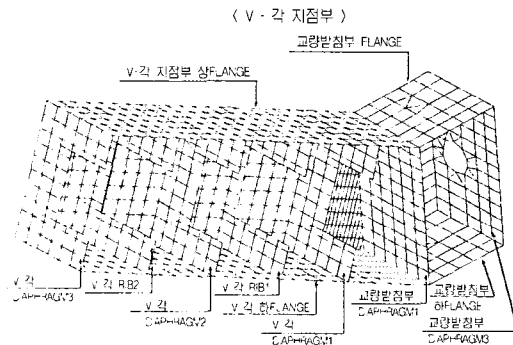
〈 ① 케이블 하단 정착부 〉



〈 ② 케이블 정착부 〉



〈 ③ V-각 우각부 〉



〈 ④ V-각 지점부 (교좌부) 〉

케이블 하단부 및 상단 정착부는 케이블 장력이 정착부를 통하여 주형에 원활하게 전달되는 가를 확인하여 부재구성의 안정성을 조사하였고, 이때 해석구조요소는 주형, 횡형, 강상판 및 다이아프램은 판요소로, 종RIB 및 U-RIB는 봉요소로 고려하여 검토하였다.

V-Leg 우각부 및 지점부에서는 주형의 단면 형상이 좌우대칭의 직선교이므로 해석 대상 부분을 분리하여 3차원 탄성해석 부분입체 모델로 하였으며, 하중은 평면골조해석에 의한 설계단면력을 경계면에 작용시켜 검토하였다.

◆ 동적 하중에 대한 안정성 검토

본 교량의 상층은 주형과 V형 부재가 강결합한

연속강상판상형교이고, 하층은 상층형에 CABLE로 탄성지지시킨 연속강상판형교로 설치되는 구조체이므로,

- i) 풍하중에 의한 동적해석
- ii) 지진에 의한 동적해석
- iii) 열차진동 및 주행에 의한 동적해석을 수행하여 그 안정성을 확인하였다.

3. GUSS 아스팔트 포장 검토

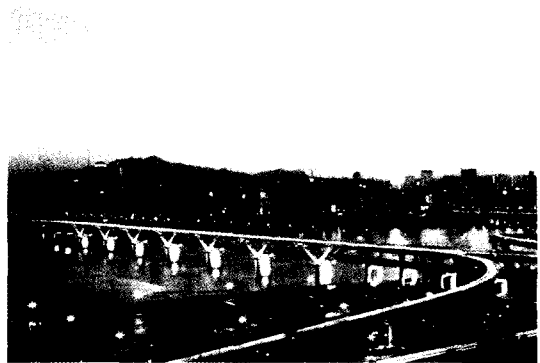
본 교량의 도로부에 포설한 GUSS 아스팔트는 불투수성과 내구성이 뛰어나 휨에 대한 적응성이 높기 때문에 강상판교량 등의 교면포장에 주로 쓰이는 특수포장 방법이다.

GUSS 아스팔트는 포장시 약 200°C ~ 260°C의 고온으로 포설하여, 강상판 단면 상하 방향으로 일시적으로 100°C ~ 130°C의 온도차가 발생하므로 이에 대한 GUSS아스팔트 포설에 따른 종형 검토를 수행하여 온도차에 의한 응력의 정도와 최적의 포설방법을 결정하여 안전한 공사를 수행토록 하였다.

4. 경관 조명

청담대교는 시각적 창작의 관점에서 야간의 경관을 특화시킴으로써 도시의 미관과 조화를 이루게 하여 도시민이나 관광객으로 하여금 격조 높은 수도 서울의 상징물로 인식시킴과 동시에 시각적 효과를 높이고자 경관조명을 시행하였다. 경관조명의 구성은 윗층 도로교는 양측단에 Line조명으로 7가지 색상을 연출하여 시간대별, 요일별로 색상의 변화를 주도록 하는 한편, V자형 교각형태를 부각하고자 2가지 색상(녹색과 황색)을 계절별로 연출하여 수면과 교각면에 실루엣(Silhouette)을 은은히 비추도록 구성하고, 사계절 내내 조망자로 하여금 시각적인 만족과

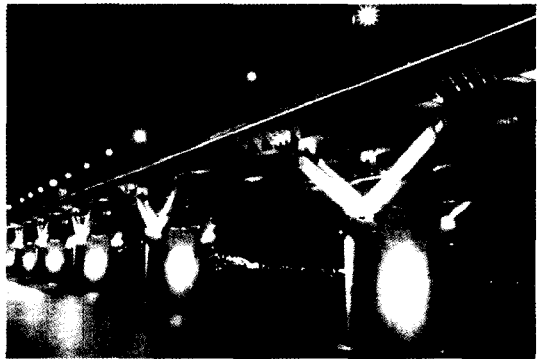
함께 친근감을 느낄 수 있는 시민의 교량을 연출하였다.



〈그림 5〉 청담대교 조명경관(1)



〈그림 6〉 청담대교 조명경관(2)



〈그림 7〉 청담대교 조명경관(3)

(원고 접수일 2002. 3. 6)