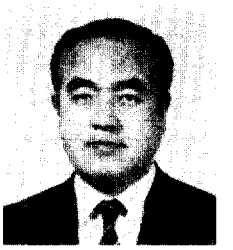
특집

콘크리트 교량

콘크리트 교량의 역사와 미관설계
The History and the Aeshthetic Design of Concrete Bridges



변 근 주*

1. 교량문화

금문교가 없는 샌프란시스코와 에펠탑이 없는 파리를 상상하는 것이 부자연스러운 감이 들 정도로 이 구조물들은 그 도시의 얼굴이 되는 유산이다. 더구나 외국의 TV나 신문광고에 그 도시의 상징으로 교량이 나오는 것을 종종 볼 수 있다.

우리말로는 다리, 橋, 橋梁이 같은 뜻으로 사용되고 있다. 橋와 梁은 같은 의미를 지니고 있다. 橋라는 것은 양안사이를 넘어감을 의미하고, 梁은 나무를 사용하여 물을 건너감을 의미하므로, 교와 양은 모두 같은 의미를 가지고 있다. 중국에서는 약자로 桥가 사용되고 있다. 영어의 Bridge는 스칸디나비아 古語인 Brygge, Brig에서 유래된 후 화란에서는 Brug, 스웨덴과 노르웨이에서는 Bro, 독일에서는 Brücke와 같이 변천되었다. 또한 라틴계에서는 Pont로 부터 이태리의 Ponte, 불란서의 Pont, 스페인의 Puente 등으로 바뀌었고, 슬라브어인 러시아 언어로는 Most 등으로 교량을 표기한다.

교량이란 도로, 철도, 계곡, 호수, 해안 등의 위를 건너거나, 다른 도로, 철도, 수로, 가옥, 시가지 등의 위를 건너는 경우에, 이들 위에 가설하는 구조물의 총칭이라 정의할 수 있는데, 본질적으로는 도로, 철도, 수로의 일부분을 형성하므로 국민 생활과 국가 경제의 동맥역할, 대단위 인간공동체의 생명선과 같은 기능을 가지고 있다.

교량은 일반적으로 기능적인 면과 정신적인 면에서 인간과 밀접한 관계를 가지고 있다. 기능적인 면이란 교량위를 지장없이 통행할 수 있도록 충분한 강도와 사용성과 내구성과 규모를 갖는 것을 의미한다. 정신적인 면에서는 주로 조형미를 의미한다. 교량 조형미는 교량자체의 형태미(proportion), 교량이 주위의 풍경이나 환경과 결합하여 창출하는 경관미(composition)로 구성된다. 위의 두조건을 만족하는 교량을 건설하기 위해서는 교량의 life cycle 즉 계획, 설계, 시공, 유지관리, 폐기의 5단계를 고려하게 된다.

계획단계는 교량의 위치와 규모, 주변환경과의 조화, 경제성과 시공성을 고려한 교량형식을 선정하고 그에 적합한 교량경간을 분할하는 과정이고, 교량경제(bridge economy)라고 한다.

설계단계는 기본계획의 골격에 맞추어 교량을 설계하는 단계이고, 이때 가장 좋은 설계를 이루

* 정회원, 연세대학교 토목공학과 교수

는 기본원리는 효율성(efficiency), 경제성(economy), 미적품위(elegance of aesthetics)이다. 효율성이란 교량의 기능을 유지하면서 재료를 절감시키는 과학원리이고, 경제성이란 시간과 장소(공간)의 개념을 가진 사회과학적원리로서 효율성을 유지하여 건설경비를 절감시키는 원리이다. 외적품위란 설계자의 주관적개념에 따라 교량이 상징적이고 가시적인 미적 의미를 갖도록 하는 원리로서, 교량의 구심점이나 통일성(unification), 명확성(definition), 변화성(variety)에 주안점을 두고, 교량을 한마디로 표현할 수 있는 특징은 무엇이며, 구조가 어떻게 하중을 지지하고, 환경조건에 적응할 수 있으며, 교량의 구조 요소가 어떻게 조합되어야 하는가를 다루는 것이다.

2. 콘크리트 교량의 역사

콘크리트 교량의 역사를 정리하려면 시멘트, 철근콘크리트의 개발역사와 교량의 발달사를 먼저 생각하는 것이 필요하다.

1) 시멘트의 역사

시멘트란 광물질을 한 덩어리로 결합시킬 수 있는 점착력(adhesion)과 결합력(cohesion)을 가진 재료를 총칭하는 표현이다. 시멘트의 주원료는 석회석과 진흙이고, 시멘트는 물과의 화학반응에 의하여 응결 경화하기때문에 수경시멘트(hydraulic cement)라고도 한다.

시멘트는 매우 오래전부터 사용한 흔적이 있다. 고대 이집트인은 소성석고, 그리스인과 로마인은 소석회를 처음에 사용하다가 후에 석회, 모래, 부순돌, 벽돌, 깨진 타일 조각등과 섞어쓰는 방법을 배우게 되었다. 아마도 이것이 최초의 콘크리트 사용일 것이다. 이 후 로마인은 석회석에 화산재나 구운 점토타일을 혼합·분쇄하여 사용하기 시작했다. 현재의 포졸란 시멘트(화산재가 처음 발견된 Pozzuoli 마을의 이름을 땅)가 처음 생산된 셈이다.

기록상으로는 로마인들이 조적조를 모르터로 부착시켜 만든 로마의 Coliseum과 Nimes 근처의 Pont du Guard가 있다. 역시 중세에 이르러서는 시멘트 기술과 사용이 감소되었다가 18세기에 와서야 시멘트 기술의 진전이 나타난다. 이후 현재까지의 연도별 기술의 주요발전내용을 기술하면 다음과 같다.

1756년 : 영국 John Smeaton(Civil Engineers라는 용어를 처음 제안한 사람)이 Eddystone 등대의 재건축에 Pozzolana와 석회석을 섞은 모르터를 사용, 즉 좋지 않게 생각하던 점토질의 역할과 수경석 회석의 화학적 성질 이해.

1796년 : J.Parken은 천연시멘트의 발견

1824년 : 영국 Joseph Aspdin이 미세한 점토질과 석회석을 로속에서 O_2가 완전히 제거된 클링커가 형성될 때까지 소성시켜 Portland Cement(이 시멘트의 질과 색깔이 Dorset에서 채석된 석회석의 일종인 Portland stone과 유사한데서 붙여진 이름)를 만들고 특허를 얻음.

1875년 : 일본에서 포틀랜드 시멘트이 생산시작

1900년전후 : 한국에 시멘트 전래

1942년 : 강원도 삼척에 日本小野田 시멘트 공장 설치

1945년 : 상공부 삼척 시멘트공사로 변경

1962년 : 시멘트에 관한 KS L5201 규격의 제정

1964년 : 시멘트 수출개시

2) 콘크리트의 역사

시멘트의 사용초기부터 콘크리트의 사용은 시작되었다고 보아야 할 것이고, 그 후 철근콘크리트, 프리스트레스트 콘크리트, 특수 콘크리트 등으로 콘크리트 기술은 발전되어 왔다. 콘크리트 기술이 발전되어온 발자취를 연도별로 기술하면 다음과 같다.

고대 : 그리스인, 로마인들은 소석회를 물, 모래, 부순돌, 벽돌, 깨진 타일을 혼합하여 사용.

1832년 : 영국의 Sir Marc Isambard Brunel은 처음으로 철근콘크리트(이후 RC 로 표기) 아치구조의 모형실험.

1832년 : 불란서의 François Marten Le Brun은 경간 5.5m의 콘크리트 아치 구조를 가진 콘크리트 주택의 건축

1854년 : 영국의 W.B.Wilkinson이 twisted cable로 보강한 콘크리트 바닥구조의 특허획득

1855년 : 불란서의 Joseph Louis Lambot는 R.C.row boat를 제작(1850년제작)하여 파리 세계박람회에 출품

1855년 : 불란서의 François Coignet는 콘크리트바닥판에 iron bar를 매립보강하여 특허 획득하고, 1969년에는 RC의 응용에 대하여 서적을 발간

1867년 : 불란서의 Joseph Monier는 iron mesh로 보강한 garden tubs and pots를 제작하고 특허획득하였고, 1873년에는 탱크와 교량에, 1877년에는 보와 기둥에 RC의 사용특허를 얻는 등 RC의 발명과 개발에 큰 공을 세움.

1877년 : 미국의 Thaddeus Hyatt는 인장부에 iron bar로 보강한 RC보 50개의 모형실험을 수행하고, 내화성, 건조수축, 열선팽창계수등을 실험하고, 콘크리트와 철근의 탄성거동을 구명하므로서 RC의 해설과 설계기술의 진전에 큰 공헌.

1884년 : 미국 San Francisco의 Concrete-steel Company의 E.L. Ransome은 처음으로 이형철근을 철근콘크리트에 사용하였고, 1889~1891년 사이에 철근콘크리트 교량을 건설.

1886년 : Koenen은 콘크리트 구조의 이론과 설계에 대한 서적출간

1900년 : 불란서의 Ministry of Public Works는 Armand Considere(당시 도로 교량기술자)를 원장으로 선임하고 1906년에 RC 시방서의 개발.

1928년 : 불란서의 Eugene Freyssinet는 Prestressed Concrete의 개념을 도입

1920년까지 : 건물, 교량, 수조등이 RC로 이어 건설

1915~1940년 : 콘크리트의 크리프와 건조수축, RC거동의 연구

1963년 : 강도설계법의 도입

1900년 : 한강철교의 교각공사에 콘크리트를 사용하여 준공하면서 콘크리트의 사용 확산

1920년이후 : 본격적인 R.C. 교량건설이 국내에서 시작되었고, 현재까지 남아 있는 것들도 있음.

1950년 : 한국에 Prestressed Concrete의 소개

1958년 : PS 콘크리트의 철도침목,

1962년 : PS 콘크리트의 교량건설(원효교, 구운교건설)

1962년 : 건설부에서 무근콘크리트 표준시방서 제정

1964년 : 건설부에서 콘크리트 표준시방서의 재정

3) 콘크리트 교량의 역사

19세기 말까지의 교량은 석조, 조적조, 목조로 건설되었기 때문에 대부분 아치교형식이었고, 일부만이 거더교 형식이었다. 현존하는 교량중 석재를 모르터로 부착시켜 기원14년에 만든 Pout du Guard(프랑스 남부의 Nimes에 있는 길이 270m, 높이 45m의 3층 원호아치 수로교)가 가장 오래된 콘크리트관련 교량이다. 콘크리트의 역사를 통하여 알 수 있듯이 19세기말 까지는 콘크리트가 건설재료로 고려되지 않았기때문에 콘크리트 교량이 처음 건설된 후 콘크리트의 장점인 자연색의 발현, 원하는 형상의 재조가능, 재료 사용의 용이성등 때문에 사용이 확대되었고, 특히 2차대전후 강재의 부족현상이 나타났을때 콘크리트 교량의 건설이 확산되었다. 콘크리트 교량의 역사를 연도별로 정리하면 다음과 같다.

1394년:한국 조선시대에 태조는 橋路(교량과 도로)는 工曹에서 건설하고, 戶曹에서 관리하도록 하고, 태종때는 開川都監 세종때는 都城修築都監 세조때는 工曹를 두어 서울에 86개의 교량을 건설토록 하고, 정조는 수원의 사도세자묘를 참배하기 위하여 한강을 건널때 사용한 舟橋(현재의 浮橋)를 건설하는 舟橋司를 설치

1716년 : 불란서의 왕 루이 25세때 교량도로학교 설치

1747년 : 불란서에 교량도로학교(Ecole des Ponts et Chaussees) 설립

1873년 : 불란서의 Joseph Monier가 철근콘크리트를 교량건설에 사용하도록 특허획득

1874년 : 미국 James B.Eads가 St. Louis의 미시시피강을 건너는 교량에 경량콘크리트로 바닥판을 사용하여 교량을 건설한 후 명예의 전당에 이름이 새겨짐

1891년 : 미국의 E.L. Ransome이 San Francis-

co에 콘크리트 교량선걸

1900년 : 한강철교에 콘크리트사용

1901년 : 스위스의 Robert Maillart는 처음으로 교량설계에 미학개념을 도입하고, 스위스 Tavanas의 Rhine 강에 Box 단면의 3힌지 아치교(three-hinged, box section arch bridge with solid spandrels)를 설계하여 건설하였고, 이 교량은 이후 40년간 유사한 구조의 표본이 되었음.

1905년 : 불란서의 Hennebique는 철근콘크리트에 관한 현장실험연구를 수행한 후 벨기에 Liége의 Ourthe강에 55m 지간에 단경간 콘크리트 교량의 건설

1920년 : 한국에 슬래브교와 T형교의 건설시작

1930년 : Freyssinet가 경간장 178m의 R.C. 아치교인 Plougasted교 등의 건설

1930년~1940년 : 최대지간 12m까지 solid state span의 철근콘크리트교량, 최대지간 30m까지 슬래브거더 시스템(즉 R.C. T형교) 교량이 $\frac{\text{거더높이}}{\text{지간}}=\frac{1}{12}$로 건설

2차대전중 : 스웨덴에 당시 세계 최대경간 264m의 콘크리트 아치교인 Sando교의 건설(이후 약 20년간 기록유지)

1950~1960년 : PS 콘크리트 교량의 건설활발(전후강재 부족과 자동차 산업의 발달에 따른 도로 확장)

1957년 : 미국 New Oleans의 총 길이 38km의 Lake Ponchartrain Bridge의 건설

1959년 : 큐바에서 경간장 91.5m의 PS 콘크리트 트러스교인 Zaza River교건설

1962년 : Venezuela에서 PS 콘크리트교와 사장교를 조합한 총연장 8.8km의 Lake Maracaibo교 건설

1962년 : 한국에서는 최초로 PS 콘크리트량인 원효교와 구운교의 건설

1963년 : 호주 Sydney항에 경간장 305m의 콘크리트 아치교인 Gladeswille교 건설

1960~1970년 : Cantilever 공법이 개발되면서 장대경간의 PS 콘크리트 교량이 건설되기 시작했고, 주 경간장 240m 이상의 콘크리트 사장교가 건설되기 시작.

1979년 : 경간장 270m의 콘크리트 거더교인 파라과이강교의 건설

1983년 : 스페인에서 주 경간장 440m의 PS 콘크리트 사장교인 Barrios de Luna교의 건설.

현재 공사중인 장대 경간의 콘크리트교량으로서는 Texas의 Baytown교(주경간장 674.8m, 합성거더를 이용한 사장교), 일본의 Tatara교(주경간장 890m, 상부는 강재, 주탑은 콘크리트) 등이 있다.

국내에서는 1980년에 들어서면서 캔틸레버공법, 이동식비계공법, 압출공법, 프리캐스트 세그먼트공법등이 도입되어, 원효대교(1981년 주경간장 100m)를 필두로 강동대교(1991년, 주경간장 125m) 등이 PS 콘크리트 박스거더교로 건설되었고, 올림픽대교(1989년, 주경간장 150m)가 콘크리트 사장교로 건설되었다.

향후 경간장 600m가 넘는 콘크리트 사장교, 450m가 넘는 콘크리트 아치교가 멀지않은 장래에 건설될 것으로 예상되는데, 이를 위하여는 새로운 콘크리트 재료의 개발, 설계기법과 건설공법, 유지관리기법의 개발이 선행되어야 할 것이다.

3. 교량의 미관 설계

1) 橋梁의 미적요소

(1) 교량의 形態美와 構圖

교량의 미관을 논할 때는 구조공학적으로 타당하게 설계된 교량을 대상으로 하여, 대상교량을 보는 방법에 관한 기본개념이 필요하다. 교량의 미는 교량자체가 가지고 있는 형태와 교량을 보는 차이점의 인식과 밀접한 관계가 있다. 이 때문에 교량미학(Bridge aesthetic)에서는 교량미를 교량의 형태미(Proportion)와 구도(Composition)의 두요소로 구성된 것으로 본다.

교량의 형태미란 동일대상 또는 동일공간에 있는 상이한 크기(Dimension) 사이의 관계, 즉 보의 높이와 폭의 비, 아치의 높이(Rise)와 지간의 비, 3경간 연속교의 측경간장과 중앙경간장의 비 등을 나타내는 개념이다. 즉 형태미라는 것은 대상교량을 바라보는 시점의 위치에 따라 변하지 않는 고

정의 고유미를 말한다.

한편 구도라는 것은 서로 상이한 대상사이 또는 상이한 공간사이와 대상을 보는 위치사이의 관계를 나타내는 개념이다. 따라서 이 개념은 고유의 형태미와는 다르게 대상에 대한 視点位値에 따라 변하는 개념이다. 즉 동일한 형태를 가진 교량이라도 시점위치와 視線方向(視軸)에 따라 교량을 보는 방법이 크게 달라진다. 일반적으로 대상교량의 경관을 평가할 때는 한정된 視点으로 부터의 미를 중심으로 평가하기 때문에 교량과 같은 시대구조물에서는 구도의 개념이 매우 중요하다.

교량을 보는 방법을 규정하는 구도의 첫번째 요인은 교량과 視點의 공간적 위치관계에 있다. 물론 계절, 시각, 기후 등 여러 변동요인들에 의해서도 교량의 경관은 다르게 느껴질 수 있지만, 이들 요인은 설계자나 감상자의 능력으로는 조절할 수 없기 때문에 미학적인 관심에서는 제외할 수 밖에 없다. 따라서 구도의 결정요소로는 水平視角, 視距離, 視線入射角, 視點의 높이등이 있다. 이 요소들은 교량의 외관 크기, 외관 형태, 부재의 재질감, 교량과 주변요소와의 관계 즉 구도를 규정하는 것이다.

교량을 보는 방법을 규정하는 구도의 두번째 요인으로는 視點場의 상황과의 관계이다. 즉 동일한 크기와 외관을 가진 형태의 교량일지라도, 교량을 보는 시점상의 성질에 따라 교량의 미관에 크게 달라진다. 시점이 이동할때 즉 움직이는 자동차, 전철, 선박위에서 보거나 보행하면서 교량을 감상할 때 교량의 표정이 어떻게 변화될 것인가도 교량의 경관 설계상 유의해야 할 점이다. 이러한 문제는 상대교량을 접속도로에서 접근하면서 보는 경우, 또는 고도교나 과선교를 교차하면서 주행하는 경우에도 나타난다.

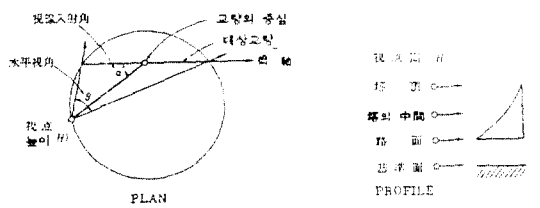


그림 1 교량시점의 위치와 교량과의 관계

(2) 水平視角과 視距離

교량을 보는 수평시각과 교량까지의 거리는 그림 1과 같이 교량의 경관과 관련된 眺望地點(view point)의 중요한 요소(paremeter) 중의 하나이다. 이중 수평시각(θ)의 크기는 인간 시야와의 관계에 따라 경관상의 교량의 중량감을 결정함과 동시에 교량전체의 외관 및 교량경관에 대한 전체적인 윤곽라는 규정지어 준다. 또한 교량까지의 시거리는 교량부재에 따른 texture-크기와의 관계이다. 보통 시거리에 관하여는 대상교량의 외관관계로부터 近景, 中景, 遠景의 3영역으로 구분된다.

근경영역 : 세부부재, texture의 식별가능(θ≥60°)

중경영역 : 교량각부의 세부, texture등이 자세하게 의식되지 않음(60°>θ≥10°)

원경영역 : 주부재만 인식되고, 세부는 식별 불가능 (θ < 10°)

(3) 視線入射角

교량과 같이 긴 구조물은 교축방향과 시축이 이루는 시선입사각 (α)가 교량의 외관형상에 그림2의 현수교와 같이 큰 영향을 준다.

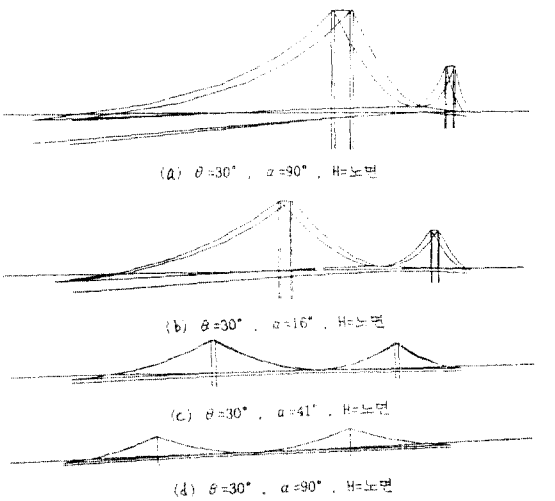
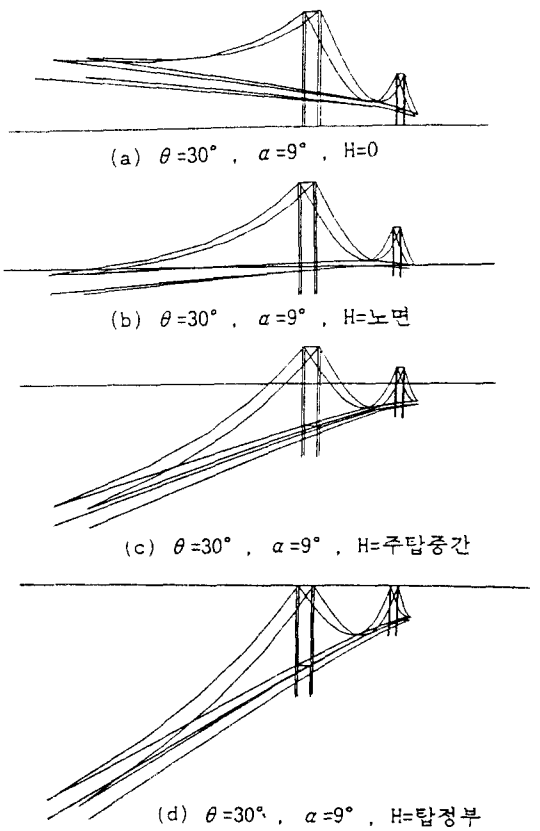


그림 2 사선입사각에 따른 현수교의 미관

(4) 앙각과 부각

그림 3과 같이 교량을 바라보는 시점의 높이(H)도 교량의 외관 형상에 영향을 주는 주요한 요소중의 하나이다. 앙각의 경우에는 하늘을 배경으로 하기때문에 동적 또는 상징적으로 보이게 되는 반면에 관시점에서의 앙각은 압박감을 주고, 부각의 경우에는 교량이 배경의 지물에 섞여서 상징성이 약해진다.



앙각 $\beta>30°$: 압박감영역
$14°<\beta<30°$: 약간의 압박감
$\beta<14°$: 압박감이 없음.

그림 3 시점의 높이 변화에 따른 현수교의 미관

(5) 기타의 영향인자

교량의 미관설계에 영향을 주는 기타의 미적요소를 열거하면 다음과 같다.

(ㄱ) 시점자
(ㄴ) 주변공간과의 조화
(ㄷ) 하부공과 수면의 조화
(ㄹ) 하부공간과 지표면의 조화
(ㅁ) 하부공의 장식
(ㅂ) 접속도로
(ㅅ) 교량광장
(ㅇ) 교량의 장식(난간, 조명등, 보도포장, 식재등)
(ㅈ) 도시교량
(ㅊ) 평지교량
(ㅋ) 산지교량
(ㅌ) 복수교량
(ㅍ) 2층교량등

2) 교량의 형태미

(ⅰ) 교량미학의 기본개념

교량을 계획, 설계할 경우에는 가설지점에서 의미와 아름다운 형태를 나타내는 교량형태를 검토하는 것이 바람직하다. 이를 위하여는 그림 4와 같은 과정을 염두에 두고 교량미관을 설계할 필요가 있다.

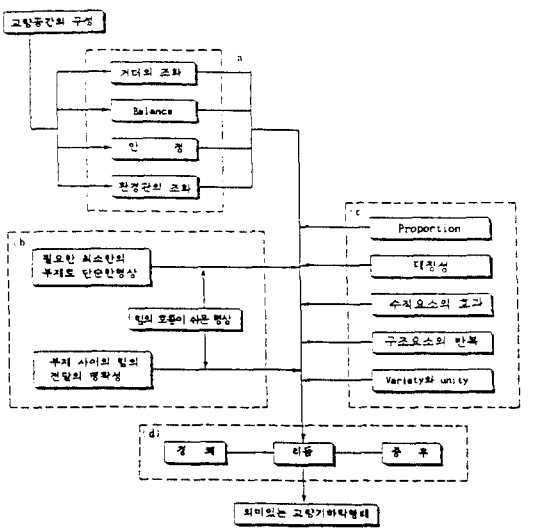


그림 4 교량공간의 구성

(2) 교량의 형태미(Proportion)

교량을 구성하는 각부분의 치수의 구성에 따라 교량의 미는 변화하는데, 이 개념이 형태미이다.

① 미적 비례조화법칙

도형이나 물체의 세로와 가로치수를 조화있게

구성하는 3학설이 오래전부터 사용되어 오고 있다.

(ㄱ) 황금분할(Golden Section)

두 치수 A와 B의 비가 $\frac{A}{B} = \frac{1.618}{1} = \frac{5}{3}$ 를 만족할 때 가장 좋은 조화를 이룬다는 학설이다.

(ㄴ) 피보나치 급수(Fiboracci Series)

서로 연속된 두 수의 합이 다음수와 같아지도록 한 급수 즉 1, 2, 3, 5, 8, 13 … 와 같은 것으로서, 황금분할의 3 : 5도 이중에 속한다.

(ㄷ) 동적대칭(Dynamic Symmetry)

이것은 1, $\sqrt{2}$, $\sqrt{3}$, $\sqrt{4}$, $\sqrt{5}$ 등과 같은 정수의 평방근으로 구성되는 급수로서, 이 수의 비를 사용한 도형은 비를 구성한다는 학설로서 다음과 같은 비를 의미한다.

1 : 1 = 정사각형

1 : $\sqrt{2}$ = 직사각형

1 : $\sqrt{3}$ = 직사각형

② 교량의 치수비

현수교에서는 sag－중앙경간장비, 사장교에서는 주탑높이중 거더상부의 주탑높이비, 거더하부의 주탑높이비, 아치교에서는 rise－경간장비, 트러스교에서는 트러스높이－경간장비, 연속교에서는 측경간장－중앙경간장비의 크기에 따라 교량의 형상이 변화된다.

교량의 치수는 역학 및 기타 구조공학과 관련이 있으므로, 형태미와 역학적 거동의 양면을 함께 고려하여야 한다. 이 경우 교량의 전체적 또는 부분적인 치수나 크기는 전술한 미적비례조화법칙을 참조로 하는 것이 바람직하다. 이런 이유때문에 미학만 한다고 하여 교량을 설계할 수 없고, 건축가가 교량을 설계할 수 없는 것이다. 간혹 천재예술가가 역학적으로 부의미한 형태의 구조를 도출하여 문제가 되는 경우가 있다.

③ 대칭성과 연직선

교량은 수평방향의 차원이 길기 때문에 구조 전체의 형태미를 고려해야 하고, 이를 위하여는 대칭성과 연직선으로 미를 살릴 수 있다. 수평방향의 긴 길이로 생기는 결점은 대칭성으로 보완하고, 연직선을 이동하여 세로와 가로의 불균형을 완화시킬 수 있다. 예를 들어 현수교의 주탑과, 현수재, 사장교 주탑의 연직선이 형태미를 살리고 있다. 트러스교에서는 수직재에 의한 연직선을 주어 silhouette적으로 보이도록 할 수 있다. 그리고 그림 5와 같이 경간수를 짝·홀수로 구성함에 따라 미적 표현이 달라진다. 경간비율은 (b),(c)도표와 같이 하는 것이 좋고, (b)는 좌우경간등을 불연속으로 느끼게 하고, (a)는 연속적인 느낌을 주고, 경간수가 증가하면 짝수, 홀수의 미적차이는 없어진다.

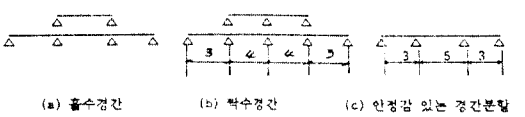


그림 5 교량의 경간분할

(3) 기타의 개념

다음의 사항도 교량의 형태미를 구성하는데 중요한 역할을 한다.

(ㄱ) 경간분할의 연속성과 교각높이 사이의 관계
(ㄴ) 주부재형상
(ㄷ) 구조요소의 반복성
(ㄹ) 주부재와 도로노면사이의 조화
(ㅁ) Camber의 형상
(ㅂ) 거더의 형상
(ㅅ) 교량전체의 Slenderness
(ㅇ) 거더 높이의 변화
(ㅈ) 거더의 단면구성
(ㅊ) 교각의 형상, 단면형상, 교각구성, 상부거더와의 연결부
(ㅋ) 교대의 Volume감, 거더단부와의 접속부, 교대의 크기, 형식, 형상
(ㅌ) 교탑
(ㅍ) 교량의 색채와 texture, 난간, 조명시설, 방음벽, 교명주, 기타 교량 부속물

3) 교량 경관도 작성의 체계화

상기의 영향인자들을 고려하여 미적 교량안이

작성되면 교량의 미를 객관적으로 평가할 수 있어야 합니다. 이를 위하여 Parameter의 척도화, 경관이미지의 정식화, 경관평가 요인의 시각표시, 조화성의 판정방법, 평가의 시스템화의 5단계항목을 체계화하면 교량의 미를 객관적으로 평가할 수 있고 아름다운 교량을 설계할 수 있다고 판단된다.

4. 맺는말

본 고에서는 콘크리트 교량의 역사와 외관설계를 문헌조사를 중심으로 기술하였다. 우리나라에는 유난히도 산과 하천과 계곡이 많기때문에 앞으로도 더 많은 교량이 건설될 것으로 예상된다. 한편 국민들은 교통수단으로서의 「사용기능」만이 아니고, 「경관적 기능」까지도 요구하고 있다. 이 양기능을 갖도록 교량을 계획하고 건설하지 않으면 안될 것이다. 600년전 우리의 선조들이 서울에 적은 교량을 건설하면서도 우리의 정신, 전통, 민속, 신앙을 심었는데, 현재는 더 좋은 기술과 여건을 가지고 있으면서도 우리 고유의 더 좋은 기술과 교량은 찾아보기 힘들다. 콘크리트 교량의 역사를 더듬어 보고, 주변과의 조화를 고려하는 교량의 설계가 성취되기를 기원한다.

참 고 문 헌

1. 변근주 등 편집, 서울의 다리, 서울특별시, 1988. 2.
2. 김근섭, "한국전통교량의 건설기술 변천에 관한 연구", 연세대학교 대학원 박사학위논문, 1991. 6.
3. 日本土木學會, Manual for Aesthetic Design of Bridge, 技報堂, 1982.
4. 日本建設産業調査會, 最新 橋梁設計 施工ハンドブック, 1990.
5. Watson, S.C. $ Hurd, M.K, Esthetics in Concrete Bridge Design, ACI MP-1, ACI, 1990.
6. Heins, C.P. $ Lawrie, R.A., Design of Modern Corcrete Highway Bridges, Wiley, 1784.
7. Leonhardt, F., Bridges : Aesthetics and Design, Architectural Press, 1982.
8. TRB, Bridge Aesthetics Around the World, TRB, 1991.