

제 5 장 교량의 하부구조

5.1 교대 및 교각

5.1.1 교대의 변천

우리나라에서 근대적인 교량에 있어 교대 형식의 발전과정을 살펴보면 처음 시공된 시기별로 다소 차이가 있을 수 있으나, 전반적으로 흙막이식 원목(또는 대나무) 말뚝을 사용한 교대로부터 화강암 등을 이용한 석괴 교대, 무근 콘크리트를 사용한 중력식 교대, 철근콘크리트를 사용한 반중력식 교대, 역T형식 교대, 부벽식 교대, 라멘식 교대 등의 순으로 교대구조의 형식이 도입되었다. 그림 5.1은 각종 형식의 교대를 보여 주고 있다.

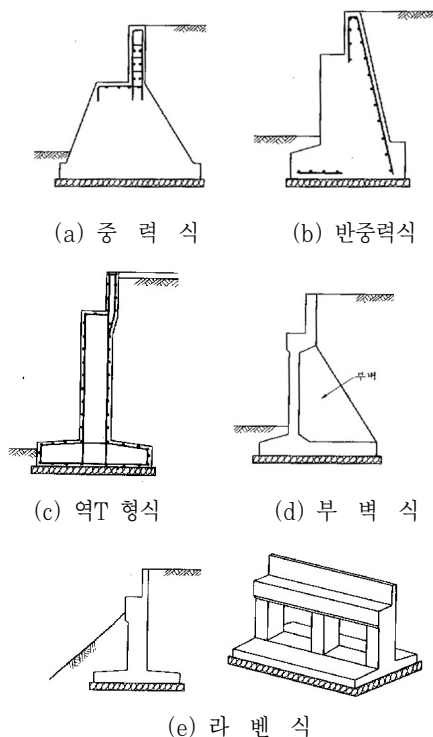


그림 5.1 각종 형식의 교대

5.1.2 교각의 변천

교각에는 구체형식에 따라 중력식, 부벽식, 구주식(矩柱式), 중공구주식, T형식, 라멘식, V형식 등의 여러 형식이 있다. 우리나라의 경우 중력식이 많으며(약 70%), 나머지는 반중력식, 구주식, 라멘식, T형식이 비슷한 비율을 차지하고 있다. 그림 5.2는 국내에서 시공된 각종 형식의 교각을 보여주고 있으며 그림 5.3은 1900년 7월 5일 준공된 한강 철도교의 교각 시공 광경을 보여주고 있다.

현대적인 교량이 건설되기 시작한 1900년대 초에는 대부분 화강암 등을 이용한 중력식 교각이 주류를 이루었으나 콘크리트가 도입되면서부터는 대부분의 교각은 철근콘크리트를 이용하여 건설되었으며, 일부 무근콘크리트교각도 건설되었다.

외국에서는 본격적인 도시고속도로가 건설되기 시작한 1970년경부터 강제교각이 급증하였다. 이는 도심지의 교각설치에서 오는 공간적, 도로선형적 제한조건에 의해 단면감소효과 및 교각기초설치가 가능한 위치의 제약에 따른 다양한 형상의 교각의 필요성 등에 따른 결과이다. 한편 국내에서는 일반 교량에 강제교각의 시공실적이 매우 미미하지만 최근 이에 대한 관심이 높아지고 있다. 국내의 대표적인 강제교각으로는 2000년 준공된 영종대교 접속구간의 복층교량의 교각이 있으며, 국내 최초의 실질적인 복층교량인 청담대교(1999. 12 도로교 개통, 2000. 8 지하철 개통)의 2층 도로교를 지지하는 V형 레그(leg)가 있다. 이 V형 레그는 거더와 일체화되어 있어 상부구조용 거더의 일부로 분류되기도 한다. 그림 5.4는 청담대교의 V형 레그설치 광경이다.

국내에서도 사장교나 현수교와 같은 특수교량에서 교각의 역할을 하는 주탑에서는 강제형식이 많이 도입

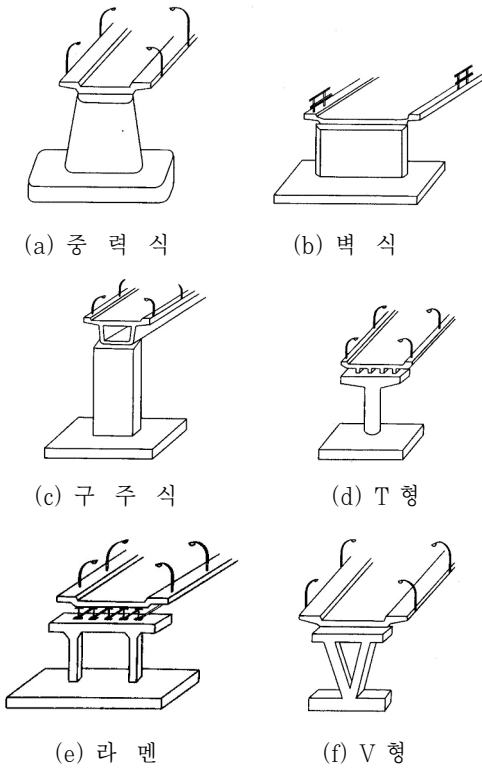


그림 5.2 각종 형식의 교각

되었다. 대표적인 교량으로는 1973년에 준공된 남해대교(현수교)의 주탑, 1984년에 준공된 돌산대교(사장교)와 진도대교(사장교)의 주탑, 그리고 2000년에 준공된 영종대교(자정식 현수교)의 주탑 등이 있다.

특히, 근간에는 콘크리트 주탑이나 높은 교각을 건조

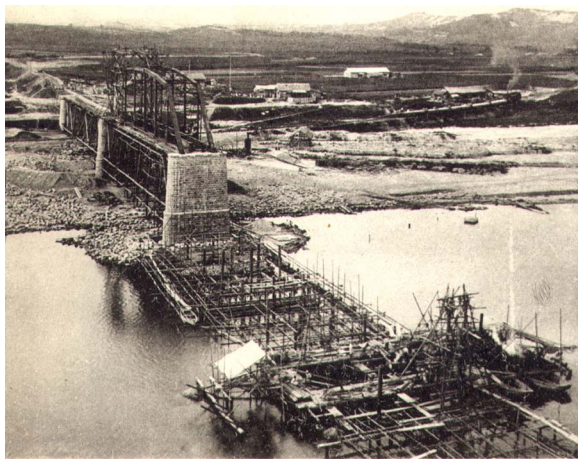


그림 5.3 한강 철도교 교각 시공광경(1900년 준공)



그림 5.4 청담대교 V형 레그 설치 광경

할 때, 슬립 폼(slip form)의 활용은 교각공사에 전기를 마련하였다. 슬립 폼 공법은 콘크리트의 타설진행에 맞춰 높이 1-1.5m의 이동식 거푸집을 위쪽으로 이동하면서 콘크리트의 이음매가 없이 구조물을 타설하는 방법으로서, 종전의 슬라이드 폼(slide form)공법이 기 타설 콘크리트에 앵커를 고정하여 새로운 콘크리트를 타설하고 상당시간(약 48시간 이상) 경과후 앵커를 풀어 거푸집을 1리프트(lift)씩 점차 이동하는 고정식에 비하여 잭의 작동으로 연속적으로 이동할 수 있으므로 높은 교각의 축조에는 획기적인 성능을 발휘할 수 있음은 물론 굴뚝, 사이로(silo) 등의 시공에 많이 사용되고 있다. 국내 교각공사에서는 1983년 11월 30일 완공된 88올림픽고속도로상의 성기대교(城基大橋)의 교각공사(82.7.15~82.11.15)에 본격적으로 도입되어 성공적으로 시공되었다. 성기대교에는 높이가 14.95m~43.90m에 이르는 고교각이 8기나 있어 재래 고정식 슬라이드 폼공법으로는 이를 수 없는 공기관리, 안전관리 및 품질관리 등을 무난히 달성하였다. 최근에는 높

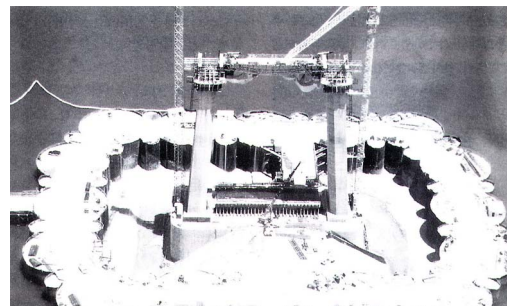


그림 5.5 서해대교의 기초공 및 교각시공광경

이가 182m에 달하는 서해대교(2000년 11월 완공)의 주탑도 슬립 폼 공법(그림 5.5)으로 성공적으로 시공되었다.

5.2 교량기초

교량의 기초는 일반적으로 직접기초, 말뚝기초, 케이슨 기초 등으로 나뉘지는데, 고대 교량에서는 주로 직접기초인 얇은 기초가 주류를 이루었으나 경간이 길어지고 교량의 하중이 증가함에 따라 나무말뚝 기초가 사용되어 오다가 광복 이후에 공장제작 콘크리트말뚝, 강말뚝, 현장타설말뚝 등이 이용되고 있다. 특히 하중규모가 큰 교량기초에는 직접기초나 말뚝기초로는 단면이 부족하고 지반지지력이 충분하기 못하여 케이슨 기초를 사용할 필요가 있으며, 오픈케이슨 기초는 1900년 한강 B선 철도교 기초에 적용된 이후 최근까지 많이 이용되고 있으며, 공기케이슨 기초도 1904년 청천강 철도교에 적용된 이후 최근의 영종대교 공사에서는 무인 굴착식 공기케이슨 기초로까지 발전하였다. 형식별 발전과정은 다음과 같다.

5.2.1 얇은 기초

얇은 기초는 상부구조로부터의 하중을 직접 지반에 전달시키는 형식의 기초로서, 지지지반이 양호하여 구조물을 그 위에 직접 설치하는 기초이므로 직접기초라고도 하며, 교각이나 교대의 기초형식 중에서 가장 기본적이며 오래된 형식으로 조선시대 초기에 청계천의 수표교 등에 적용한 것과 같이 우리의 전통교량에는 거의 모두 직접기초를 적용하였다.

직접기초는 시공 중 지하수 처리가 용이하고 시공 후 세굴 등의 문제가 발생하지 않도록 주의하여야 하며 장점으로는 말뚝 등을 시공하지 않으므로 소음진동과 공해면에서 유리한 점을 들 수 있으나, 지지층이 암반이 아닌 경우 침하에 대한 검토가 필요하다.

5.2.2 말뚝기초

말뚝기초는 지표부근의 지반이 연약하여 상부하중을 충분히 지지할 수 없는 경우에 많이 사용하는 기초형식으로서, 깊고 양호한 지층까지 말뚝을 설치하여 하중을 전달하는 깊은 기초이다. 이 공법은 케이슨 기초에 비하여 공사비가 적게 들고 시공도 쉬우며, 예부터 최근까지 나무, 강, RC, PSC, PHC, 현장타설 말뚝 등의 순으로 변천·발전하여 왔으나 각기 그 특징에 따라 적절히 활용하는 선택의 폭이 넓은 장점이 있으나 기초지반의 토질상태가 복잡하고 균일하지 않아 설계 및 시공상에 불확실한 점이 많다는 단점이 있다. 교량의 하부구조에 많이 쓰이는 말뚝으로는 다음과 같은 것들이 있다.

(1) 나무말뚝

나무말뚝은 일제시대에 건설된 교량에는 하부구조의 기초로 널리 활용되었으며 주요 교량으로는 부산의 영도교 등이 있어 수중에서는 내구성이 우수한 것이 입증되고 있으나 일반적으로, 내구성이나 공급상의 어려움 등으로 최근에는 거의 적용되지 않고 있다. 더구나 견고한 지반에는 타입이 어렵고 큰 지지력을 기대하기 어렵기 때문에 적용하기 어렵다. 단지 가설구조물인 경우에는 취급이 용이하여 사용되는 경우가 있다.

(2) 공장제작 콘크리트말뚝

이 말뚝은 공장에서 원심력으로 콘크리트를 다져서 증기로 양생하는 공정으로 생산되기 때문에 품질관리가 철저하고 일찍부터 원료공급이 용이하여 광복후 각종 형식, 강도의 제품이 풍부하게 공급되어 강말뚝보다 선호하였다. 강말뚝보다 타입시 지지력이 떨어지고 자중이 커서 운반·시공중에 손상되기 쉬운 약점이 있으나, 경제성이 좋고 내식성이 우수한 점 등에서 강말뚝보다 유리한 점도 있다.

국내에서 철근콘크리트 말뚝이 처음 사용된 교량으로는 6·25동란 직전에 준공된 안동댐 밑에 위치한 범흥교(法興橋)와 합천의 남정교(南汀橋) 등이 있다. 1969년 7월 14일에 준공된 동해남부선 효자역(孝子驛)에서 포항종합제철로의 인입선상의 형산강 철도교의 기초에는 13m의 원심력 철근콘크리트말뚝을 특수 제작한

연결구로 3개씩 연결하여 총 39m의 긴 말뚝을 설치하는 공법이 적용되기도 하였다.

PSC말뚝은 1960년부터 널리 이용되기 시작했으며, PHC말뚝은 1990년대 초에 도입되었다.

(3) 강말뚝

강말뚝은 여러 종류가 있으나 주로 강관과 H형강이 많이 사용된다. 강말뚝은 콘크리트보다 강도나 휨저항이 크고 충격에 강한 점 등 많은 장점을 가지고 있어 대규모 구조물의 기초, 내진을 고려한 기초 등에 광범위하게 사용된다. 그러나 굳은 모래층이나 자갈층에 관입시킬 때는 말뚝선단부와 말뚝머리를 보강해 야 하며, 부식하기 쉬우므로 방식처리를 하여 사용해야 한다. 강말뚝은 우리나라의 제철산업이 일어난 1960년대 후반부터 소구경 강관말뚝으로 시작하여, 직경 400~600mm가 주로 사용되고 있으며, 지질조건만 가능하다면 가장 경제적이고 시공속도가 빠른 공법으로 알려져 있다.

1981년에 준공된 고속도로 부산~마산선 상의 낙동강대교 건설에서 교량 건설사상 최초로 길이 36m~47m의 총 204개의 강말뚝을 시공하였다. 직경은 600, 800, 900mm를 사용하였으며, 기타 연약지반에 가설된 소교량에도 138개의 강말뚝을 시공하였다. 강말뚝의 항타공법으로는 디젤햄머를 사용한 두부항타공법으로 시공하였으며, 지역특성상 강관말뚝의 심한 부식(연간 약 2mm)이 예상되어 전기방식공법을 채택하였다.

최근에는 소음문제 때문에 대구경 강관말뚝을 이용하여 중굴말뚝으로 시공하는 사례가 많으며 대구경 강관말뚝은 1990년대부터 활용되기 시작하여 직경 3,000mm까지 시공되고 있으며, 광안대교에서는 직경 2,500mm 강관말뚝이 시공되었다.

강널말뚝은 교량기초의 축도, 흙막이, 물막이 등에 많이 사용되는데 1900년7월5일 준공된 한강 B선 철도교의 교각에 사용된 기록이 시효이며, 국내에서 강널말뚝이 생산된 1980년대초 부터 점차 활발히 사용되어 최근에는 서해대교 사장교 주탑기초에 시공한 것이 특기할 만한 사례이다(그림 5.5 참조).

(4) 현장타설말뚝

위 3종류의 말뚝은 주로 해머 등을 이용해서 타입공

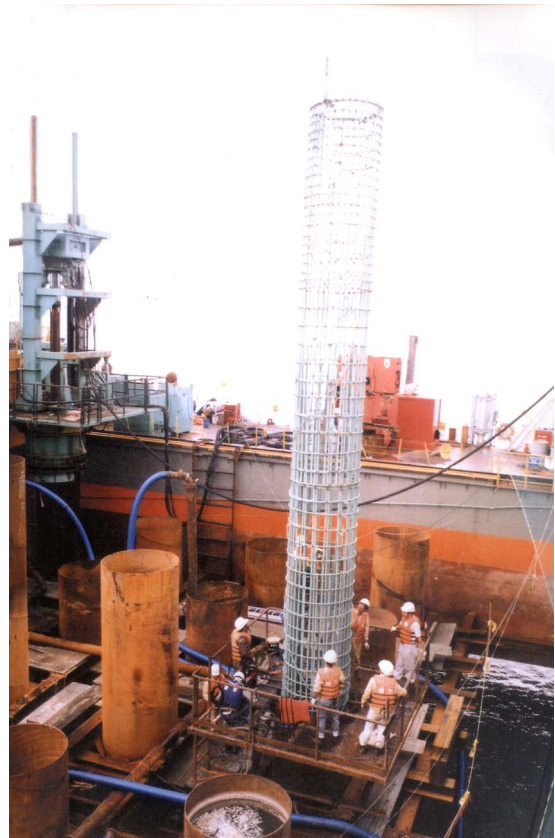


그림 5.6 교량기초(현장타설말뚝)의 시공광경

법에 의해 시공되는 데 반하여, 현장타설말뚝은 미리 지반 속에 천공하여 그 안에 철근망을 삽입한 후 콘크리트를 타설하여 현장에서 철근콘크리트 말뚝을 설치하는 방법이다. 그러므로 기성말뚝으로 시공하기 어렵거나 하중규모가 커서 대구경 기성말뚝으로 시공이 어려울 때에 일반적으로 많이 채택된다. 말뚝의 시공에 사용되고 있는 공법으로는 RCD(reverse circulation drill)공법, 올케이싱(all casing)공법, 어스드릴(earth drill)공법 등이 있다.

RCD공법은 1973년에 제2낙동대교의 교대기초공사에 처음으로 이용되었으나, 한동안 전석(轉石)의 처리에 문제가 있어 사용되지 않았으나, 최근에는 장비의 개선에 힘입어 영종대교나 서해대교 등의 교각기초를 비롯하여 널리 적용되고 있다. 그림 5.6은 철근망 건입 장면이다. 올케이싱공법과 어스드릴공법은 1970년대 후반에 국내에 도입되었다. 1975년 준공된 고속도로

동해선(목호~강릉)상의 낙풍천교 건설에서는 기초깊이가 28m로 중간에 모래, 자갈층이 있어 공장제작 말뚝의 시공이 어려워 올케이싱공법을 이용한 현장타설말뚝을 시공하였다.

5.2.3 케이슨 기초

케이슨(caisson) 기초는 말뚝기초와 같은 목적으로 사용되는 깊은 기초로서, 지지력과 수평저항력이 가장 큰 기초형식으로 육상 또는 수상에서 건조된 케이슨을 가설현장에 거치한 후, 케이슨 내부의 토사를 배출해가면서 케이슨의 자중이나 적재하중에 의해 소정의 지지층 깊이까지 침하시켜 설치하는 기초이다. 시공방법에 따라 오픈케이슨(우물통 기초), 공기케이슨 등이 있다.

(1) 오픈케이슨 기초

오픈케이슨(open caisson) 기초는 상하가 개방된 우물통 모양의 원형, 타원형 또는 구형의 콘크리트 또는 강재의 통을 지반 위에 거치하고, 저면에 있는 토사를 굴착하여 구체를 서서히 침하시켜서 지지력이 충분한 지반에 도달하면, 이 속에 콘크리트, 자갈, 모래 등을 채우거나 그대로 둔 채 마무리하는 공법으로 장대교의 기초로 가장 많이 이용되는 형식이며 기반암까지의 깊이가 십여m인 한강에서는 인도교, 광진교 등을 비롯하여 대부분의 교량이 이 공법으로 시공되었다.

국내에서 오픈케이슨 기초가 처음 적용된 교량은 1900년7월5일 준공된 한강 B선 철도교로 알려져 있다. 이 교량의 9개 교각 중 4개 교각에는 타원형 철근 콘크리트 우물통(장경 9m, 단경 4.8m)이 사용되었으며, 수심이 깊은 위치의 4개 교각에는 동일한 단면의 철재 우물통이 이용되었다. 도로교의 교각기초에 오픈케이슨이 적용된 예로는 1921년 착공하여 1924년 12월에 준공된 대동교(大同橋)가 있으며 높이13.6m의 철재 우물통이 이용되었다. 이외에도 해방전 경남의 수산교, 적포교 등에서도 적용되었으며, 1965년에 준공된 양화대교(구 제2한강교) 시공에서는 철근콘크리트

우물통의 자갈층 관통을 용이하게 하기 위해 우물통의 관입부에 사수 파이프(water jet pipe)를 장착하여 수중굴착하는 공법이 적용되었다.

1977년 준공당시 국내 콘크리트 교량 중 가장 긴 경간의 교량이었던 대구~마산 고속도로 상의 남지대교에도 7×11.5m 크기의 케이슨이 이용되었는데, 지반 조건상 29m 깊이까지 근입하여야 하나, 점토층과의 과다한 마찰력 때문에 어려움이 있어, 발파와 사수, 케이슨 주위 굴착작업 등을 병행하면서 시공한 사례가 있다.

(2) 공기케이슨 기초

공기케이슨(pneumatic caisson)은 오픈케이슨의 선단부분의 천장을 막아서 아래에 작업공간을 설치하고, 여기에 압축공기를 보내어 지하의 수압과 균형되게 한 다음 저면의 지반을 인력 또는 기계로 굴착하여 침설하는 공법이다.

케이슨은 압축공기를 사용하기 때문에 이에 따른 설비, 즉 기압(air lock), 기통(air shaft), 에어 콤프레서(air compressor), 동력 및 통신시설 등의 체반설비와 잠함병을 대비한 치료기압(hospital dock) 등을 갖추고 있어야 한다.

공기케이슨이 국내 교량공사에 처음 도입된 것은 1904년에 착공하여 1906년2월25일에 준공한 청천강 철도교의 교각기초공사이다. 이 당시 공기케이슨은 잠함이라고 불리었으며, 여기서 축적한 관련기술은 1911년11월1일에 개통된 압록강 철도교에서 성공적으로 이용되어 공사기간을 단축할 수 있었다. 이후에도 1940년4월에 준공된 청량리-원주간 중앙선상의 북한강 철도교의 교각기초에서 공기케이슨기초가 시공되었다. 광복 후 공기케이슨공법으로 기초공사를 시공한 것은 한강의 광진교 보수공사(1960년), 거제교(1972년), 강화교(1973년), 진도연륙교(1984년), 돌산연륙교(1984년) 등이며, 최근에 준공된 영종대교 주탑기초공사에서는 초대형(47m×18m×43m)의 무인굴착식 공기케이슨이 이용되어 공기케이슨 공법의 가장 큰 단점이었던 잠함병의 발생위험을 제거할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) 姜承門(1983), “韓國寺刹建築 中庭에 관한 研究”, 東國大學校 大學院, 碩士學位論文, pp.19-25
- 2) 康津郡(1982), “내 고장 전통 가꾸기”, pp. 220-223.
- 3) 姜嫻, 尹張燮(1982), “建築史의 接近 方法과 解釋에 관한 研究”, 大韓建築學會 學術發表論文集, pp. 27-30.
- 4) 姜炯碩(1988), “韓國 寺刹建築에서의 進入空間에 관한 研究”, 仁荷大學校 大學院 碩士學位論文.
- 5) 江華 文化院(1985), “風雲의 江都”, pp. 900-901.
- 6) 乾鳳寺(年度未詳), “乾鳳寺 및 乾鳳寺 末寺史蹟”, pp. 4-10.
- 7) 建設部國立建設研究所(1979), 岩石과 岩盤(基礎編), 技術指導書60.
- 8) 京畿道(年度未詳), “水原城 復原 化誌”, pp. 168-189.
- 9) 京畿道(1980), “水原成 復元 淨化誌”, 수원.
- 10) 京畿道(1988), “京畿金石大觀(제3편)”, 德水慈氏橋碑, p. 15.
- 11) 慶州市(1986), “月精橋址 發掘調査 및 復元設計 報告書”.
- 12) 高東煥(1985), “18-19 世紀 外方浦口의 商品流通 發達”, 韓國史論, 제13권, 서울大學校, pp. 235-305.
- 13) 高承濟(1981), “韓國史論(朝鮮後期)”, 제4권, 國史編纂委員會, p. 71.
- 14) 高裕燮(1963), “韓國 美術史 및 美學論考”, 通文館, pp. 35-53
- 15) 공동집필(1986), “교량의 조형과 미관설계”. 한국도로공사.
- 16) 공동집필, “서울의 다리”, 서울특별시. 1988.
- 17) 공동집필(1987), “아름다운 교량 설계”. 한국도로공사.
- 18) 국립건설연구소(1964), “콘크리트의 배합설계”, 건설부.
- 19) 국립건설연구소(1967), “콘크리트 혼화재료”, 건설부.
- 20) 권장순(1984), “韓國 寺刹建築의 意識에 의한 空間 研究”, 全南大學校 大學院, 碩士學位論文, pp. 11-61.
- 21) 今村(1929), 朝鮮의 橋. 朝鮮と 建築 8-1, 朝鮮建築會. 서울.
- 22) 金瑾燮(1991), “韓國 傳統 橋梁의 建設技術 變遷에 관한 연구”, 연세대학교 대학원 박사학위 논문, pp. 1-186.
- 23) 金瑾燮, 黃鶴周(1990), “現存 韓國 古代 桁橋의 構造의 발달에 관한 研究”, 大韓土木學會誌論文集, 제10권 제1호, pp. 81-86.
- 24) 金載元, 尹武炳, “感恩寺”(1961), 서울, 국립박물관.
- 25) 金基雄(1991), 古墳, 대원사(빛깔있는 책들).
- 26) 金基浩(1971), “朝鮮王朝 宮闕建築의 配置計劃에 관한 研究”, 大韓建築學會誌, 제15권, 제42호, pp. 43-54.
- 27) 金洛永(1992), “古代 石造아치교의 내하력에 관한 연구”, 한양대학교 대학원, 석사學位論文.
- 28) 金東旭(1985), “朝鮮後期 建築工匠의 勞賃考”, 大韓建築學會 論文集, 제1권 제1호, p. 53-61.
- 29) 金東旭(1976), “山地寺刹의 計劃形式에 관한 研究”, 高麗大學校 大學院 建築工學科, 碩士學位論文, pp. 19-36.
- 30) 金東賢(92-93), “蘆溝橋와 洛陽橋”, 建築文化, 제49권, 産業圖書出版公社, 1985, pp.
- 31) 金東賢(1985), “明清의 橋梁”, 建築文化, 제51권, 産業圖書出版公社, pp. 138-142.
- 32) 金東賢(1985), “安濟橋”, 建築文化, 제48권, 産

- 業圖書出版公社, pp. 115-117.
- 33) 金秉模(1985), “韓國人的 발자취”, 정음사.
 - 34) 金奉烈(1988), “韓國의 建築”, 空間社.
 - 35) 金泰烈(1989), “朝鮮時代 寺刹建築의 殿閣構成과 配置形式 研究”, 서울大學敎 大學院 建築學科, 博士學位論文, pp. 162-172.
 - 36) 金相運(1976), “韓國科學技術史”, 정음사.
 - 37) 金善億의 8명(1986), “花崗石類 石材資源 調査研究”, 韓國動力資源研究所.
 - 38) 金壽正(1974), “高麗瓷器에 나타난 蓮花의 造形的 分析”, 梨花女子大學校, 碩士學位論文.
 - 39) 金英相(1958), “서울의 名勝古蹟”, 서울特別市, pp. 43-66.
 - 40) 金元龍(1973), “韓國古考學概說”, 서울, 一志社.
 - 41) 金用萬(1982), “南原 廣寒樓의 烏鵲橋 復元에 關하여”, 大韓庭園學會誌, 제1권 제1호, pp. 104-105.
 - 42) 金元龍, “朝鮮石獸彫刻”, 郷土서울, 제12호, 서울 특별시, pp. 45-66.
 - 43) 金儀遠(1988), “歷史속의 옛 다리”, 國土와 建設, 大韓建設振興會, pp. 66-67.
 - 44) 金在瑾, “우리배의 歷史”, 서울大學校 出版部, 1989.
 - 45) 金正基(1980), “韓國木造建築”, 一志社.
 - 46) 金熙春(1976), “朝鮮 書院의 建築計劃에 對한 研究”, 大韓建築學會誌, 제23권 제88호, pp. 3-14.
 - 47) 南時鎭(1990), “鷄林東便 水路 石橋址 調査(해자교)”, 金正基博士 華甲論文集.
 - 48) 達城郡(1989), “충효의 고장 달성”, pp. 61-62.
 - 49) 渡邊 彰(1917-19), “僧侶架橋의 功德”, 朝鮮彙報, 조선총독부, 서울.
 - 50) 동아출판사, “世界 大百科 辭典”, 1982.
 - 51) 同濟大學(1981), “城市規則原理”, 北京, pp. 1-10.
 - 52) 東河淳(1988), “史觀이란 무엇인가”, (청람논단 1), 청람, pp. 9-34.
 - 53) 杜維運(1986), “歷史學 研究方法論”, 權重達譯, 一潮閣, pp. 21-225.
 - 54) 라변화(1986), “韓國 傳統建築의 象徴性에 關한 연구(I), (II)”, 大韓 建築學會論文集, 제2권 제6호.
 - 55) 命同奎(1957), “安濟橋의 補元文獻”, 제3기.
 - 56) 茅以升(1986), “中國古橋技術史”, 北京出版社.
 - 57) 閔悟(1976), “安濟橋”, 제5기.
 - 58) 文化財 管理局(1977), “文化遺蹟 총람” 상권, pp. 10-40, 66-70.
 - 59) 文化財管理局 文化財研究所(1977), “文化遺蹟總覽”, 상, 중, 하.
 - 60) 文化財管理局 文化財研究所(1984), “皇龍寺 遺跡 發掘 調査報告書1”.
 - 61) 文化財管理局(1975), “慶州 皇南洞 98號古墳 發掘略報告書”.
 - 62) 文化財管理局(1985), “昌慶宮 發掘調査報告書”.
 - 63) 文化財研究所 慶州古蹟發掘調査團(1988), “일정 교발굴조사보고서”, 대한인쇄.
 - 64) 박덕상(2001), “한국철도교량 약사 (1) 한국토목학회 사료의 정리를 위하여”, 대한토목학회지, 제49권 제2호, pp. 53-59.
 - 65) 박덕상(2001), “한국철도교량 약사 (2) 한국토목학회 사료의 정리를 위하여”, 대한토목학회지, 제49권 제3호, pp. 54-60.
 - 66) 박덕상(2001), “한국철도교량 약사 (3) 한국토목학회 사료의 정리를 위하여”, 대한토목학회지, 제49권 제4호, pp. 89-95.
 - 67) 朴萬植(1975), “韓國 古代伽藍의 配置 및 平面計劃에 關한 研究”, 工業技術研究會 論文集, 제1권 제1호, 忠南大學校, pp. 91-159.
 - 68) 朴萬植, 李昌甲, 尹錫天(1975), “朝鮮時代 石造虹霓橋의 構造의 特性에 關한 研究”, 忠南大學校, 工業技術研究會 論文集, 제2권 제1호, 忠南大學校, pp. 7-24.
 - 69) 朴明澤(1982), “統一新羅時代 鬼面瓦에 關한 研究”, 檀國大學校 大學院 應用美術學科, 碩士學位論文.
 - 70) 朴時翼(1987), “風水地理說 發生 背景에 關한 分析 研究”, 高麗大學校 大學院 建築工學科, 博士學

- 位論文, pp. 1-228.
- 71) 박준성(年度未詳), “물이 傳統마을과 建築의 좌향에 미친 영향”, 國民大學校 大學院, 碩士學位論文, pp. 1-32.
- 72) 朴海圭(1997), “統一新羅時代의 鬼面紋을 이용한 PATTERN DESIGN 연구”, 成均款大學校 教育大學院, 碩士學位論文.
- 73) 潘永煥(1974), “韓國의 다리”, 제35-59호 제 1-25면, 서울新聞社.
- 74) 白日(1981), “龍紋에 關한 研究”, 中央大學校 大學院 工藝學科, 碩士學位論文.
- 75) 변근주, 정영수 등(2000), “한국의 콘크리트사”, 한국콘크리트학회, pp. 167.
- 76) 변근주(1999), “한강교량건설의 기술변천”, 한강교량건설 100주년 기념세미나 논문집, 대한토목학회, pp. 5-25.
- 77) 변근주(1990), “혼화재료”, 한국레미콘공업협회, pp. 13-19.
- 78) 保寧郡(年度未詳), “내 고장 保寧(내 고장 전통 가꾸기)”.
- 79) 普城郡(1982), “내 고장 전통 가꾸기”, pp. 125-126.
- 80) 扶餘文化財研究所, 全羅北道(1992), “益山彌勒寺址 東塔址 基壇 및 下部調査報告書”.
- 81) 北韓 社會科學院出版社(1964), “대성산성 일대의 고구려 유적에 관한 연구”.
- 82) 北韓文化保存研究所(1983), “우리나라의 역사유적”.
- 83) 뿌리깊은 나무 편집부(1983), “韓國의 發見 (江原道編)”, 뿌리깊은 나무, p. 118.
- 84) 衫山 信三(1937), “京城의 石橋”, 朝鮮古蹟雜信(제3신) 史蹟과 美術 8-5.7.9. 東京.
- 85) 서문당(1986), “寫眞으로 보는 朝鮮時代 - 生活과 風俗”, p. 213.
- 86) 서울特別市(1987), “서울 600年史(文化 史蹟編)”.
- 87) 서울特別市(1977-1981), “서울 600年史”, 제1-4권.
- 88) 서울特別市史編纂委員會, 서울六百年史, 상, 중, 하, 1977.
- 89) 서울特別市(1986), “서울의 街路名沿革”.
- 90) 서울特別市(1988), “서울의 다리”, pp. 6-15.
- 91) 서울특별시(1989), “서울의 다리”, 서울특별시 1989.
- 92) 成賴承武(1942), “橋”, 河出書房, pp. 2-4.
- 93) “成宗實錄”, 제65권, 丁眉條.
- 94) “世宗實錄”(1422), 제15권, 庚戌條.
- 95) 小笠原好彦(1990), “勢多唐橋”, 東京, 六興出版.
- 96) 孫永植(1990), “옛 다리”, 대원사, p. 35.
- 97) 孫永植(1992), “韓國 古橋梁의 構造形式에 관한 연구”, 한양대학교 대학원 박사학위논문, 11, pp. 1-237.
- 98) 孫永植(1990), “韓國 古橋梁의 特徵”, 韓國網構造學會誌, 제2권 제3호, pp. 78-83.
- 99) 孫永植(1992), “古代構造物의 基礎工法에 관한 연구”, 韓國地盤工學會誌, 제8권 3호, pp. 75-85.
- 100) 孫永植(1992), “傳統舟橋의 構造形式에 관한 연구”, 大韓土木學會論文集, 제12권 3호.
- 101) 昇州郡(1983), “내고장 승주의 얼”, pp. 185-187.
- 102) 申榮勳(1975), “韓國 古建築 意匠”, 동산문화사.
- 103) 申榮勳(1987), “韓室의 造營”, 匡枯堂.
- 104) 신영훈, “한옥의 造營”, 匡枯堂, 1987, p. 16.
- 105) 申正眞(1977), “朝鮮時代의 宮闕建築의 欄干樣式에 관한 研究”, 梨花女子大學校 教育大學院, 碩士學位論文.
- 106) 沈雨晟(1986), “韓國의 민속놀이”, 大光文化社.
- 107) 安慶煥(1987), “山地 伽藍建築의 外部空間의 處理技法에 관한 研究”, 水原大學論文集, 제3집, 水原大學, pp. 497-505.
- 108) 안수한, 황학주 등(1991), “한국근세과학기술 100년사 조사연구(토목분야)”, 한국과학재단, pp. 390.
- 109) 安瑛培(1984), “韓國 佛寺의 建築空間에 관한 研究”, 延世大學校 大學院 建築工學科, 博士學位論文.
- 110) 安瑛培(年度未詳), “韓國건축의 外部空間”, 寶晉

- 齊출판사, p. 37.
- 111) 安中模(1986), “佛國寺의 伽藍配置의 復原에 관한 研究”, 延世大學校 産業大學院 建築專攻, 碩士學位論文.
- 112) 劉敦楨(1979), “中國廊橋”, 科技中文集, 제2권.
- 113) 俞在賢(1979), “民宅三要를 통하여 본 韓國 傳統住宅의 配置計劃論”, 蔚山工大研究論文集, 제10권 제2호, pp. 81-102.
- 114) 俞在賢(1979), “穴과 明堂의 關係를 통해 본 韓國 傳統 건축공간의 中心 概念에 관한 연구”, 蔚山工大 論文集, 제10권 제2호, pp. 103-121.
- 115) 尹星鎬(1987), “韓國寺刹建築 外部空間의 象徴性에 관한 研究”, 國民大學校 大學院, 碩士學位論文, pp. 18-54.
- 116) 尹用出(1985), “17, 18世紀 役夫 募立制의 成立과 展開”, 韓國史論, 제8권, 서울大學校, pp. 93-181.
- 117) 尹張燮(1972, 1973), “韓國建築史 研究”, 大韓建築學會誌, 제16권 제47호, 제17권 제53호.
- 118) 尹張燮(1973), “韓國建築史”, 東明社.
- 119) 李圭泰(1983), “民俗 韓國史”, 玄音社.
- 120) 李基白(1974), “韓國史 新論”, 一潮閣, p. 261.
- 121) 李基白(1974), “韓國史 新論”, 一潮閣.
- 122) 李秉根(1984), “景福宮에 관한 建築史의 研究”, 韓國精神文化研究院, 碩士學位論文.
- 123) 李秉浩(1982), “朝鮮時代 宮闕建築의 空間구성에 관한 연구”, 高麗大學校 大學院, 建築工學科, 碩士學位論文.
- 124) 李延馥(年度未詳), “서울의 都市化 過程과 社會經濟的 背景”, 鄉土서울, 제40호, 서울特別市, pp. 197-201.
- 125) 李英(1992), “朝鮮時代 王陵陵城의 建築과 配置形式 研究”, 서울대학교 대학원, 博士學位論文.
- 126) 李容宇(1986), “海印寺의 立地에 관한 研究”, 漢陽大學校 大學院, 碩士學位論文, pp.5-24.
- 127) 이재원(1975), “이씨조선시대의 교량에 관한 연구”, 연세대학교 산업대학원.
- 128) 李燦(1991), “韓國의 古地圖”, 汎友社.
- 129) 日本橋梁建設協會(1994), “日本の橋”, 朝倉書店.
- 130) 任德淳(年度未詳), “서울의 首都起源과 發展過程”, 서울大學教 大學院 地理學科, 博士學位論文, pp. 56-66.
- 131) 林錫珍(1987), “松廣寺誌”, 불일출판사.
- 132) 林忠伸(1981), “母空間의 原形 : 물과 向天的 흐름”, 大韓建築學會誌, 제25권 제103호, pp. 17-22.
- 133) 張慶浩(1973), “箭串橋 補修工事 報告”, 文化財, 제7권, 文化財管理局, pp.162-183.
- 134) 張聖浚(1978), “風水地理의 局面이 갖는 建築的 象徴力에 관한 考察”, 大韓土木學會誌, 제22권 제85호.
- 135) 張승필(1999), “구조안정론”, 서울대학교 출판부.
- 136) 鄭하산(2000), 최완철 등, “21세기 콘크리트 기술”.
- 137) 鄭寅國(1988), “韓國建築樣式論”, 一志社.
- 138) 全羅南道(1973), “文化財 圖錄”, p. 133.
- 139) 鄭재중(1975), “慶州月精橋 遺址調査”, 文化財, 제9권, 文化財管理局, pp. 74-79.
- 140) 鄭在勳(1975), “慶州月靜橋址 遺址調査”, 文化財, 제9권, 文化財管理局.
- 141) 鄭鎭亨(1982), “增補 碧骨堤史”, 全州 : 大興出版社.
- 142) 鄭忠植(1982), “우리나라의 옛다리에 관한 小考”, 韓國庭園學會誌, 제1권 제1호.
- 143) 趙明基(1986), “朝鮮 後期の 佛教”, 韓國史論, 제4권 國史編纂委員會, pp. 187-198.
- 144) 朝鮮日報社(1976), “사진으로 보는 開化 100년”, (週刊한국).
- 145) 趙炯俊(1983), “古代 石造아치 橋梁의 構造의 特性에 관한 研究”, 延世大學校 大學院 碩士學位論文.
- 146) 趙효남(1987), “교량공학”.
- 147) (주)대우 기술연구팀(1993), “거꾸집공사의 이해와 시공”, 기문당.
- 148) 朱潤(1987), “漢陽도읍을 關류하는 淸溪川과 橋梁에 대한 考察”, 鄉土서울, 제 44호, 서울特別市,

- p. 75.
- 149) 中央日報社(1983), “韓國의 美”, 제13권(寺院 건축 편).
- 150) 珍島郡(1985), “옥주의 열”, pp. 95-98.
- 151) 鎭川郡(年度未詳), “鎭川 籠다리 補修設計 報告書”.
- 152) 鎭川郡誌 編纂委員會(年度未詳), “鎭川郡誌”, pp. 121-123.
- 153) 鎭川郡(1987), “진천농다리 보수설계보고서”.
- 154) 昌寧郡(1984), “昌寧郡誌”, pp. 250-251.
- 155) 철도청(1999), “철도교설계기준”, 철도청.
- 156) 철도청(1999), “철도공사 전문시방서”, 철도청.
- 157) 淸州市(年度未詳), “내 고장 전통 가꾸기”, pp. 224- 225.
- 158) 淸州市(年度未詳), “淸州 近世 60年史”, pp. 466-467.
- 159) 淸州市(年度未詳), “淸州市誌”, pp. 1256-1258.
- 160) 崔琳奎(1984), “양양의 패다리농기”, 강원민속학 교.
- 161) 최신구(1985), “佛國土”, 國際 불교도 협의회.
- 162) 崔完基 외 5명(1981), “韓國道路史”, 寶齊.
- 163) 崔昌祚(1984), “韓國의 風水思想”, 民音社.
- 164) 忠淸南道(1965), “忠南道誌”, pp. 541-542.
- 165) 忠淸北道(1965), “文化財誌-古蹟篇”, p. 425.
- 166) 忠淸北道(年度未詳), “忠北의 文化財”, p. 166.
- 167) 沈雨晟(1986), “韓國의 民俗놀이”, 大光文化社, pp. 143-145.
- 168) 太田精六(1980), “眼鏡橋”, 理工圖書社.
- 169) 泰弘燮(1974), “韓國의 眼象紋樣”, 東洋學, 제4 집, pp. 248-295.
- 170) 한국골재협회(1999), <http://www.aak.or.kr/informa.htm>.
- 171) 韓國 佛敎研究院(1974), “佛國寺, 韓國의 寺刹 1編”, 一志社.
- 172) 韓國道路公社(1981), “길”.
- 173) 한국도로교통협회(1999), “도로교 설계기준”, 건설교통부.
- 174) 한국레미콘공업협회(1995), “레미콘산업발전 30년사”, pp. 3-16, 162-181.
- 175) 한국양회공업협회(1999), “시멘트”, 통권 151호, pp. 90-99.
- 176) 한국철강신문(1998), “철강연감”, 한국철강협회, pp. 518-557.
- 177) 한국콘크리트학회, “콘크리트 구조설계기준”, 건설교통부.
- 178) 한국콘크리트학회, “콘크리트 표준시방서”, 건설교통부.
- 179) 한국콘크리트학회(1999), “韓國의 콘크리트사”, pp. 37-46.
- 180) 韓東洙(1985), “通度寺의 領域構造 分析과 形成過程에 관한 研究”, 漢陽大學校 大學院 建築工學科, 碩士學位論文.
- 181) 韓昌道(1967), “살곶이다리에 대하여”, 鄉土서울, 제30권, 서울特別市, pp. 69-89.
- 182) 咸平郡(1989), “내고장 전통가꾸기”, pp. 129-130.
- 183) 咸平郡(年度未詳), “咸平郡誌”, pp. 254-260.
- 184) 洪以燮(1944), “朝鮮科學史”, 삼성당(일어판).
- 185) 黃湏江(1976), “新羅佛敎說話研究”, 일지사.
- 186) 黃鶴周(1987), “世界의 橋梁”, 國土와 建設, 大韓建設振興會.
- 187) 黃鶴周(1983), “옛 橋梁에 비친 祖上의 열”, 大韓土木學會誌, 제31권 제4호, pp. 14-17.
- 188) 黃鶴周(1982), “漢江橋梁에 관한 小考”, 大韓土木學會誌, 제30권 제6호. 10, pp. 1-5.
- 189) 黃鶴周(1976), “韓國의 橋梁史에 관한 研究”, 大韓土木學會誌, 제24권 제3호, pp. 93-103.
- 190) 黃鶴周(1982), “橋梁工學”, 東明社, pp. 23- 34.
- 191) 황학주(1994), “(최신)교량공학”.
- 192) 日本土木學會 構造工學委員會(1982), “美しい橋のデザ インマニュアル”, pp. 68-71.
- 193) 山口祐造(1977), “九州の 石橋”, 昭和堂印刷.
- 194) 濱田靑俊(年度未詳), “橋と 塔”, pp. 9-23.
- 195) 渡邊彰(1917), “李朝 五百有餘年間に於ける模範的 石橋”, 朝鮮彙報, 제9권, 朝鮮總督府, pp. 163-166.

- 196) 杉山信三(1969), “朝鮮の中世建築”, 日本建築雜誌, pp. 32-63.
- 197) 星和彦(1989), “最新の建築史をめぐって”, 建築雜誌, 日本建築學會, Vol.104, pp. 73-74.
- 198) 石川恒夫(1989), “建築様式論 研究(IV)”, 1989年度大會(九州), 學術講演梗概集, 日本 建築學會, pp. 981-982.
- 199) 米田美代治(1976), “韓國上代建築の研究”, 신영훈譯, 동아 문화연구원, 동산문화사판.
- 200) 中西章(1989), “朝鮮17世紀の營建都監における所について”, 1989년도 大會(九州)學術講演 梗概集 F, 日本 建築學會, pp. 937-938.
- 201) 馬場 俊介(1990), 二宮 公紀, 小川 元秀, “歴史的石造アーチ橋の構造論的分類への試み”, 日本 土木學會 誌, 제10호, pp. 41-51.
- 202) 平井敦 외 2人(1976), “中國の橋梁視察記”, 日本 土木學會誌, 제61권, pp. 2-10.
- 203) 堀入憲二(1985), “風水思想と中國の都市”, 日本 建築雜誌, 제100권 제1240호, pp. 42-46.
- 204) 采島武, 成瀬泰雄(1964), “世界の橋”, 森北出版, pp. 229-265.
- 205) 村田治郎(1981), “東洋建築史 研究の 展望と 課題”, 日本建築雜誌, pp. 3-23.
- 206) 加藤誠玉(年度未詳), “橋梁美學”, 山海堂 出版部, 日本, pp. 33-40.
- 207) 羅英(1959), “中國石橋”, 人民交通 出版社, 北京.
- 208) ACI(2000), “Manual of Concrete Practice”, ACI.
- 209) Althea, Thomas Telford(1977), Dinosaur publica-tion for Cambridge University, Cambridge, U.K.
- 210) Andrew, B(年度未詳). “Chinese Architecture & Town Planning”, 이왕기 譯, 기문당, pp. 227-237.
- 211) Andrews, T.(1961), “Bridges: Their History and Development”, The Manchester Association of Engineering, Manchester.
- 212) Barker, R.M. & Puckett, S.A.(1997), “Design of Highway Bridges”, Wiley Interscience.
- 213) Bebbington, D.(1988), “역사관의 유형들”, 천진석, 김진영 譯, 두란노서원, pp. 8-29.
- 214) Carpenter, S. T.(1960), “Structural Mechanics”, John Wiley & Sons, pp. 347-356.
- 215) Carr, E. H.(1989), “역사란 무엇인가”, 서정일 譯, 열음사.
- 216) Chen, W-F & Duan, L.(1983), “Bridge Engineering Handbook”, CRC Press, 2000.
- 217) Croad, S., London’s Bridges, H.M.S.O., London.
- 218) Christian Menn(1989), “프리스트레스 콘크리트교”.
- 219) David Plowden(1974). “Bridges-The Spans of North America”.
- 220) Denning, R. O.(1973), “The History of London Bridges”, Finsbury Publishing Ltd, London.
- 221) Edmond and Bacon, N.(1975), “Design of Cities”, Thames & Hudson Limited, London.
- 222) Gerwick, B.C., Jr.(1993), “Construction of Prestressed Concrete Structures”, Wile Interscience.
- 223) Graefe, H. A., “Rosenheim, Brüken Europas”, Meisenback-Riffarth & CO, Germany, pp. 11-31.
- 224) Hayden, M.(1976), “The Book of Bridges”, Marshall Gavendish, London, pp. 6-85.
- 225) Heins(1987), “강교의 설계”.
- 226) Heins(1986), “콘크리트교의 설계”.
- 227) Henry, D., and Jerome, J. A.(1965), “Modern British Bridges”, C. R. Books Ltd., London, pp.11-22.
- 228) Jones, J. E., “Development in Road Bridge Design”, Public works and Road

- Transport Congress, London.
- 228) K.C.Rdckey 외 3명(1987), “有限要素法”, 탐구당.
- 229) Leonhardt, F.(1982), “Bridges”, Architectural Press.
- 230) Liebenberg, A. C.(1988), “Concrete bridges: design and construction”.
- 231) Lynch, K.(1981), “Good City Form”, MIT Press, England, pp. 13-15.
- 232) Maré, E.(1954), “The Bridges of Britain”, B.T. Batsford Limited, London, pp. 21-58.
- 233) Metha, P.K., and Monterio, P.J.M.(1993), “Concrete: Structure, Properties, and Materials”, 2nd Ed., Prentice Hall.
- 234) Ministry of Transport, H.M.S.O., “The Apperance of Bridges”, London.
- 235) Nawy, E.G.(2000), “Reinforced Concrete”, Prentice Hall.
- 236) Nawy, E.G.(1989), “Prestressed Concrete”, Prentice Hall.
- 237) Needham(1988), “中國의 科學과 文明”, 제2권, 이철주 외 3人譯, 乙酉文化社, pp. 306-311.
- 238) Norman, F.C., and Richard, I.S.(1987), “歷史를 어떻게 연구할 것인가”, 金成男 譯, 청아출판사, pp. 31-51.
- 239) Peters, T.F.(1989), “Transitions in Engineering: Guillaume Henri Dufour and the 19th century Cable Suspension Bridges”, Journal of the Society of Architectural Historians, The “Society of Architectural historians”, USA. pp. 197-198.
- 240) Poddny, W. Jr., & Muller, J.M.(1982), “Construction and Design of Prestressed Concrete Segmental Bridges”, Wiley Interscience.
- 241) Podolny(1991), “사장교의 설계와 시공”.
- 242) Peter Murray, Mary Anne Stevens(1996), “Living Bridges - The Inhabited Bridge : Past, Present and Future”.
- 243) Raina, V.K.(1994), “Concrete Bridges”, McGraw-Hill.
- 244) Robert S.(1998), Cortright, “Bridging - Disco-vering the beauty of bridges”.
- 245) Sealey, A., “Bridges and Aqueducts”, Hugh Evelyn Limited, London, pp. 7-17.
- 246) Somayaji, S.(1995), “Civil Engineering Materials”, Prentice Hall, pp. 119-120.
- 247) Singer, C., Holmyard, E. J. , Hall, A. R., and William, T. I.(1957), “A Short History of Technology”, Clarandon Press, Oxpord.
- 248) Smith, H.S.(1954), “The World’s Great Bridges”, The Scientific Book Club, London, pp. 1-62.
- 249) Straub, H.(1952), “A History of Civil Engineering”, Rockwell, E. ed., Leonard Hill Limited, London, pp. 6-14.
- 250) The Bridge House Eastates(1984), “The Tower Bridge”, The Corporation of the City of London, London.
- 251) Waddell, S.S. & Dobrowolski J.A.(1993), “Concrete Construction Handbook”, McGraw-Hill.
- 252) Warner, M.(1974), “The Dragon Empire”, Weidenfel & Nicolson limited, London.
- 253) Xanthakos, P.P.(1994), “Theory and Design of Bridges”, Wiley Interscience.