

도시교량경관의 이미지 및 시각적 선호도 분석

- 경의선 폐철구간 공원조성 지역을 대상으로 -

천현진* · 김성균**

*서울대학교 대학원 생태조경학 전공 · **서울대학교 조경 · 지역시스템공학부

I. 서론

급속한 산업발전을 겪은 우리나라에서는 사회간접자본 확충의 일환으로 여러 가지 토목공사가 시공되어 왔다. 이러한 경제발전과 더불어 교통과 운송의 주요 구조물로 도로 및 철도가 많이 건설되었는데, 산과 강이 많은 우리나라의 지형적 특성상 도로 및 철도의 일부로 교량이 많이 만들어졌다. 하지만 우리나라 교량은 시공시 구조적 안정성만을 고려하고 주위의 배경에 대한 경관적 요소는 고려하지 않아서 경관적 미가 많이 부족하다. 교량경관에 관련된 연구 역시 일본을 비롯한 국외에서는 많이 이루어졌지만 국내에서는 구조역학적 측면을 제외한 교량경관에 대한 연구는 아직 많이 미비하다. 국내의 교량경관 관련 연구를 살펴보면 선호도 평가를 통해서 설계방향만을 제시하였을 뿐 실제적인 경관 설계에 대한 사례 및 설계과정에 대한 연구 등은 이루어지지 않았다. 이러한 문제점으로 인하여 실제로 직접적인 교량 경관 설계에 활용하기에는 미흡하다. 본 연구에서는 교량 시공이 이루어질 가능성이 있는 대상지를 찾아서 주위 환경과 교량 형식에 따른 교량경관의 이미지 평가 및 선호도 분석을 통하여 교량 경관설계에 대한 이론적 기초자료를 제시하고자 한다.

II. 이론적 고찰

1. 교량의 개념 및 경관설계

호수, 하천이나 해안 그리고 다른 교통로나 구축물을 건너기 위하여 가설되어진 고가구조물을 교량이라고 한다. 우리말로는 다리, 교(橋), 교량(橋梁)이 같은 뜻으로 사용되고 있으며, 교(橋)라는 것은 양안(兩岸)사이를 넘어감을 의미한다(이상엽 등 2002). 현재는 교량을 건설시 경관을 고려한 교량경관설계의 중요성이 대두되고 있으며 교량의 구조적인 안정성 만을 위한 것이 아니라 경관설계에 대한 쪽으로 발상의 전환이 되어가고 있다. 현재 심의제도 도입을 하여 경관설계를 의무화 하고 있으며 2006년 1월 1일 개정된 자연환경보전법 제28조에 의거하여 의무화하고 있다.

2. 교량의 구성 및 분류

교량의 구성에는 주구조와 부속구조로 나눌 수 있다. 다시 주구조는 상부구조와 하부구조 등이 있고, 부속구조에는 난간, 받침, 신축이음 등이 있다. 주구조에 포함되어 있는 상부구조는 교통하중을 직접 지지하는 역할을 하며, 하부구조는 상부구조를 지지하고 그 하중을 지반으로 전달하는 역할을 한다. 교량의 상부구조에서 구조형식에 따른 분류는 거더교, 트러스교, 아치교, 라멘교, 사장교, 현수교로 나눌 수 있다.

III. 연구 방법

1. 연구범위

교량 설계가 이루어지기 위해서는 토목기술자, 조경전문가와 도시계획가 그리고 지역 주민들까지 참여해서 계획과 설계가 이루어져야 한다. 본 연구는 교량시공대상지를 선정하여 교량을 결정하는 여러 요소 중 상부구조 형식에 이미지 및 시각적 선호도 조사를 실시하여 대상지에 적절한 교량양식을 제시하는데 기초자료를 제공하려고 한다.

2. 연구대상지 선정 및 타당성 분석

경의선 복선화 사업중 용산구청 앞에서 불광천까지 약 7.2km 지상부에 선형 테마공원을 2012년까지 조성한다. 일부 구간은 자전거 도로와 보행로 조성시 도로에 의해서 단절된다. 지하에는 지하철이 운행되어 지하도 건설은 어렵고 건널목을 이용시 우회하는 구간이 긴 구역에서는 불가피하게 교량의 설치가 필요하다. 본 연구는 이러한 지역의 여러구간 중 동교동삼거리 지역을 대상으로 해서 경관을 고려한 교량을 설계하고자 한다.

선정된 연구대상지에 자전거도로와 보행자도로가 동교동삼거리에 위치하고 있는 횡단보도로 우회하였을 경우에 상당한 시간이 걸린다. 또한 우회 시 이지역의 차량이동이 심하여 자전거 이용자와 보행자들에게 교통사고의 위험이 존재하고 대상지 지역에 새로운 횡단보도를 설치시 심각한 교통체증이 예상된다. 그리고 이 지역은 경의선 공원화 사업 지역중 절절점



그림 1. 경의선에서의 대상지



그림 4. 선정된 배경경관

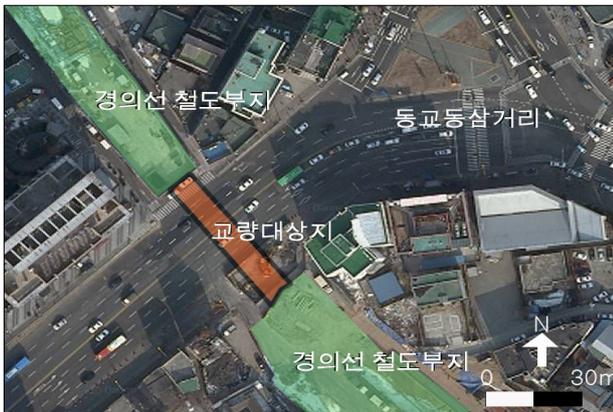


그림 2. 교량대상지

범례: ■ 교량대상지, ■ 경의선 철도부지

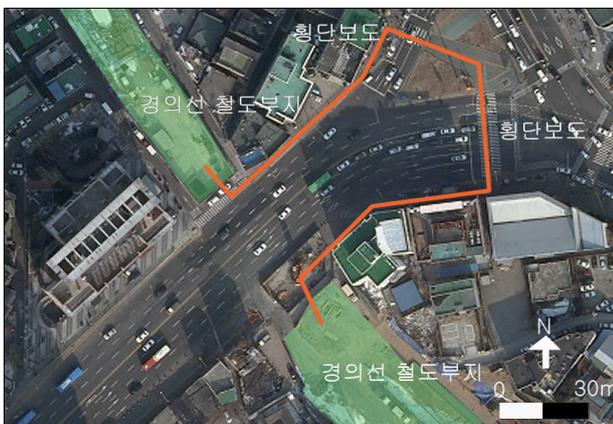


그림 3. 대상지 예상 보행자 동선

범례: ■ 보행자동선, ■ 경의선 철도부지

으로 이 지역에 교량 건설이 랜드마크적인 역할도 기대된다. 이러한 이유로 이 지역에 교량을 설치되어야 하겠다(그림 3 참조).

3. 조망점 선정 및 경관형용사 선정

본 연구에서는 교량의 크기와 형태, 질감 등을 바탕으로 주변

표 1. 교량경관분석에 사용된 경관 형용사

경관형용사		
추한-아름다운	조잡한-세련된	인공적인-자연적인
불안정한-안정한	혼란한-질서있는	조화롭지 않은-조화로운
지루한-흥미로운	획일적인-다양한	매력없는-매력있는

경관을 인식할 수 있는 근경에서 바라본 경관을 선정하였으며, 가급적 교량의 전체를 조망할 수 있는 도로의 중앙에 시점을 선정하였다(그림 4 참조).

경관 평가에 사용될 경관 형용사는 대상 교량과 주변의 경관적 특성을 이해하고 이것을 적절히 설명할 수 있는 형용사 어휘를 선택하였으며 이를 위해서 관련문헌(임승빈, 1991)을 토대로 경관 형용사 목록 50개를 선택한 후 설문조사를 바탕으로 적합한 형용사 9개를 선정하였다.

4. 교량형태 선정 및 경관시뮬레이션

시뮬레이션을 할 대상교량은 거더교, 아치교, 트러스교, 사장교, 현수교 5개의 교량 유형을 대상으로 하였으며, 대상교량은 설계도면을 바탕으로 하여 교량형태를 설계하였다. 유형의 형태는 각 교량유형에 적합하고 평가시 이질감을 저하시키기 위해 그 특성이 뚜렷하면서도 일반적인 형태로 선정하였다. 시간장의 크기는 상부구조를 비교하는데 오차가 생기지 않으며 도심 공사라는 한계점을 고려하여 선정하였다. 실제 시공시 굴착 공사의 시행으로 인한 시공성과 경제성, 그리고 교통난으로 인한 문제를 최소화 줄이기 위해서 현재 공원을 조성하기 위한 지역에 교각을 설치하였다. 사장교의 경우는 주탑이 시간 사이에 존재하므로 교통난을 최소화할 수 있는 도로의 중앙인 황색선에 설치하였으며, 현수교의 경우 2개의 주탑 또한 도심공사라는 상황으로 인하여 공원을 조성하기 위한 지역에 설치하였다. 교량 형태 이외의 교량 시뮬레이션의 요소인 카메라, 조명위치, 교량의 재질 및 색채 등 다른 요소는 동일하게 설정하였다. 또한 경관 시뮬레이션에서는 현실적 감각을 최대한 높이기 위해서



그림 5. 교량 시뮬레이션

Auto-CAD, Sketch-UP, Photoshop CS 등의 프로그램을 사용하여 교량을 제작하였으며, 대상지 배경경관에 각 유형별 교량을 합성시켜 교량경관을 완성시켰다(그림 5 참조).

5. 조사집단 선정 및 분석방법

설문조사는 2009년 5월 15일부터 6월 15일까지 총 3차례 실시하였고, 사진의 규격은 210×297mm로 동일하게 하고 평가시간은 8초로 관찰시간을 일정하게 제한하였다. 평가집단은 교량에 대한 기본지식이 있는 건국대학교 토목공학과 25명과 경관의 개념을 이해하는 서울대학교 조경학과 25명을 무작위로 표본추출하여 총 50명을 경관평가에 직접 참여시켰다. 설문조사는 평가에 앞서 평가목적 및 진행방법을 설명한 후 배경경관 및 시뮬레이션 사진을 평가하게 하였다. 설문조사의 이미지는 7단계 어의구별척도, 선호도는 7단계 리커트척도를 사용하였다. 통계분석은 Excel, KESS(Korean Educational Statistics Software) 통계 프로그램을 이용하여 배경경관과 도입경관의 이미지 특성에 대한 기술통계값을 추출하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 교량도입에 따른 이미지 평가 및 변화

배경경관의 이미지 평가 결과는 형용사 척도 중 ‘자연적인’,

‘다양한’, ‘매력있는’의 이미지가 비교적 낮게 평가되었으며 ‘안정한’, ‘질서있는’의 이미지는 보통(3.5) 이상의 높은 평가치를 나타냈다. 선정된 배경경관이 도심내에 위치하고 있어 고층건물이 비교적 큰 면적을 차지하고 있으므로 ‘인공적인’ 이미지가 높게 평가된 것으로 판단된다. 거더교 도입경관의 이미지 평가에서는 ‘안정한’, ‘질서있는’ 이미지는 높게 평가되었으며, ‘흥미로운’, ‘다양한’, ‘매력있는’ 이미지는 낮게 평가되었다. 거더교의 단순로운 이미지가 오히려 배경경관과 어울리지 못한 것으로 분석된다. 아치교는 ‘자연적인’ 이미지를 제외한 거의 모든 형용사에서 높은 평가치를 나타냈다. 특히, ‘안정한’, ‘아름다운’, ‘질서있는’, ‘흥미로운’ 이미지가 높게 평가되었는데, 아치리브의 부드러운 곡선이 외적의 도시적 배경과 조화를 이룬 것으로 분석된다. 트러스교는 ‘자연적인’ 이미지에서 보통(3.5)의 평가치를 나타냈고, 나머지 이미지는 보통 평가치보다 높게 평가되었다. ‘아름다운’, ‘안정한’, ‘질서있는’ 이미지가 높게 평가된 것은 트러스교의 3각형 형식의 다양한 구조체들이 주위의 건축물 등 인공구조물과 조화를 이룬 것으로 분석된다. 사장교는 ‘자연적인’ 이미지는 비교적 낮게 측정되었으며, ‘조화로운’, ‘질서있는’ 이미지는 보통 평가치를 나타냈다. 그리고 나머지 이미지는 보통보다 높게 평가된 것으로 분석되었는데, 주탑과 케이블이 주변경관과 잘 어울리게 된 것으로 분석된다. 현수교는 ‘자연적인’ 이미지를 제외한 모든 면에서 높은 평가를 나타냈다. 그중에서 ‘아름다운’, ‘세련된’, ‘안정한’ 이미지는 특히 높게 평가되었다. 현수교의 직선의 주탑과 곡선의 케이블이 경관에 시각적인 아름다움을 주는 역할을 한 것으로 판단된다. 배경경관에 교량이 도입됨으로서 변화는 이미지 평가 결과는 거더교가 도입될 때 몇 개의 긍정적 이미지의 평가치가 감소하였다. ‘아름다운’, ‘조화로운’, ‘흥미로운’, ‘다양한’, ‘매력있는’ 이미지는 거더교를 도입함으로써 하락하였다. ‘세련된’, ‘자연적인’, ‘안정한’, ‘질서있는’ 이미지는 소폭 상승하였지만 전체적으로 거더교는 도입시 배경경관에 긍정적인 이미지를 부여하지 못하는 것으로 평가되었다. 아치교를 도입했을 경우에 대부분 배경경관보다 상당히 높게 평가된 것으로 나타났다. 트러스교 또한 배경경관과 비교할 때 모든 이미지 평가값이 상승하였다. 사장교 도입경관에서는 ‘조화로운’ 이미지는 배경경관에 비해서 감소하였고, 나머지 이미지는 전체적으로 소폭 상승하였다. 현수교 도입경관에서는 배경경관과 비교할 때 모든면에서 이미지가 크게 향상된 것으로 분석되었다(표 2 참조).

2. 교량형태별 도입경관의 선호도

경관형태에 따른 도입경관별 선호도를 분석하였으며, 유의수준은 0.05 이내로 교량형태에 따른 도입경관 선호도의 차이가 유의한 것으로 분석된다. 아치교 도입경관과 현수교 도입경관은 선호도가 매우 높게 평가되었으며, 트러스교 도입경관과 사

표 2. 경관형용사별 이미지 평가

경관형용사	배경 경관	거더교	아치교	트러스교	사장교	현수교
추한-아름다운	3.64	3.46	4.56	4.5	4.38	5
조잡한-세련된	3.5	3.64	4.4	4.26	4.18	4.88
인공적인-자연적인	2.66	3.4	3.64	3.44	3.2	3.28
불안정한-안정한	4.04	4.44	4.84	4.48	4.28	4.74
혼란한-질서있는	4.1	4.32	4.64	4.42	3.66	4.66
조화롭지 않은-조화로운	3.76	3.6	4.3	4.36	3.5	4.46
지루한-흥미로운	3.02	2.76	4.52	4.3	4.28	4.7
확실적인-다양한	2.98	2.7	4.12	4.36	4.26	4.54
매력없는-매력있는	2.7	2.68	4.38	4.38	4.16	4.6

표 3. 교량형태에 따른 도입경관별 선호도

경관	평균	표준편차	F값	유의확률
배경경관	3.72	0.6074	5.5369	0.0001
거더교	3.42	0.8104		
아치교	4.1	0.953		
트러스교	3.98	0.5529		
사장교	4	0.833		
현수교	4.18	1.1726		

장교 도입경관은 조금 높게 평가되었으며, 거더교 도입경관은 선호도가 낮게 평가되었다. 이러한 교량형태별 도입경관의 선호도 변화는 교량형태 선정시 배경경관에 따른 교량형태 계획이 필요하다고 판단된다.

3. 교량도입 전·후에 따른 경관별 선호도

배경경관과 교량 도입 후에 대한 선호도 차이에 대하여 t-검정을 하였다. 분석결과는 표 4와 같다. 배경경관과 교량 도입경관은 모든 교량에서 유의수준 0.05내에서 유의한 차이를 보이는 것으로 분석되었다. 이것은 교량이 경관에 영향을 줄 수 있는 중요한 요소로 평가된다고 해석할 수 있다. 경관에 대한 선호도는 거더교를 도입시 배경경관에 비해서 낮아졌다. 거더교 도입경관은 '아름다운', '조화로운', '흥미로운', '다양한', '매력있는' 이미지는 배경경관에 비해서 하락하였는데, 일반적인 거더교 형식의 교량의 단조로운 이미지는 도시내에서 주변경관과 잘 어울리지 못하는 것으로 분석된다. 아치교 도입경관과 현수교 도입경관은 선호도가 매우 높게 평가되었으며, 아치교는 이미지 평가에서 '안정한', '아름다운', '질서있는', '흥미로운' 이미지가 높게 평가되었는데 아치교 상부의 부드러운 곡선이 도시의 인공적인 이미지를 완화시키는 작용을 한 것으로 판단된다. 현

표 4. 교량도입 전·후에 따른 경관별 선호도

교량형태	전·후	평균	표준편차	t값	유의확률
거더교	배경경관	3.72	0.6074	2.226	0.0306
	거더교 도입	3.42	0.8104		
아치교	배경경관	3.72	0.6074	-2.2846	0.0267
	아치교 도입	4.1	0.953		
트러스교	배경경관	3.72	0.6074	-2.2195	0.0311
	트러스교 도입	3.98	0.5529		
사장교	배경경관	3.72	0.6074	-2.0417	0.0466
	사장교 도입	4	0.833		
현수교	배경경관	3.72	0.6074	-2.6755	0.0101
	현수교 도입	4.18	1.1726		

수교 도입경관의 이미지는 '아름다운', '세련된', '안정한' 이미지가 높게 평가되어서 주탑과 포물선을 그리고 있는 케이블이 도시경관에 긍정적인 이미지를 제공하는 것으로 평가된다. 트러스교 도입경관과 사장교 도입경관은 배경경관에 비해서 선호도가 상승하였다. 트러스교는 이미지 평가에서 '아름다운', '안정한', '질서있는' 이미지가 높게 평가되었으며, 트러스 형식의 상부구조가 도시의 이미지와 잘 어울리게 된 것으로 평가된다. 사장교는 이미지 평가에서는 '아름다운', '흥미로운', '매력있는' 이미지가 높게 평가되었으며, 주탑과 케이블이 있는 사장교는 확실적인 도시경관인 배경경관과 잘 어울려져서 흥미로운 경관으로 변화시켜서 선호도에서 긍정적인 영향을 준 것으로 평가된다(표 4 참조).

t값은 거더교에서는 양(+)의 값을 나타냈으며, 나머지 아치교, 트러스교, 사장교, 현수교에서는 t값이 음(-)의 값을 나타내었다. 이러한 결과를 종합적으로 분석하여 보면 교량의 형태가 경관의 선호도에 많은 영향을 미치는 것으로 분석되며, 교량 도입시 주변 환경의 특성을 파악하여 적절한 교량 형식의 선정이 중요하다고 할 수 있다. 그리고, 선정된 배경경관에서 아치교와 현수교의 도입 시 시각적 선호도가 높게 평가되었으며, 거더교의 도입 시 시각적 선호도가 가장 낮게 평가되었다. 도입된 교량형식에 따라서 시각적 선호도가 다르다는 것을 알 수 있었으며, 교량계획 시 주변경관에 따라서 적절한 교량형태를 선정할 필요성이 있는 것으로 판단된다.

V. 결론

과거에는 교량건설시 안정성과 경제성이 중요한 가치였지만 경제발전으로 인하여 교량의 경관적, 환경적 가치가 대두되고 있다. 이에 본 연구는 실질적으로 교량시공이 필요한 지역을 선정하여 교량시공을 위한 타당성을 검증한 후 교량 전체를 조

망할 수 있는 배경경관을 선정하였다. 그리고 시뮬레이션을 통하여 시각적인 영향과 경관선호도를 조사하여 경관을 고려한 교량 경관설계의 방향을 제시하고자 하였다. 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 선정된 배경경관은 도시경관이며 거더교를 제외한 나머지 교량을 도입 시 시각적 선호에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 분석되었다. 선정된 배경경관의 이미지 평가에서는 선정된 배경경관이 도시적 이미지의 경관이므로 '인공적인' 이미지가 높게 평가된 것으로 판단되었다. 거더교 도입경관의 이미지 평가에서는 '안정한', '질서있는' 이미지가 높게 평가되었으며, 아치교 도입경관의 이미지 평가에서는 '안정한', '아름다운', '질서있는', '흥미로운' 이미지가 높게 평가되었다. 트러스교 도입경관 이미지 평가에서는 '아름다운', '안정한', '질서있는' 이미지가 높게 평가되었으며, 사장교 도입경관 이미지 평가에서는 '자연적인' '조화로운', '질서있는' 이미지를 제외한 나머지 이미지에서 높게 평가된 것으로 분석되었다. 그리고 현수교는 '자연적인' 이미지를 제외한 모든 면에서 높은 평가를 나타내었다. 교량설계 시 교량형태가 주변환경의 시각적 선호도에 높은 영향을 미치는 것으로 분석되었으며, 경관설계시 교량형태와 주변환경을 함께 고려한 경관계획의 수립이 필요한 것으로 사료된다. 그리고 실질적인 교량설계 시 구조적인 안정성과 경제성 그리고 시공성과 마찬가지로 경관적인 요소도 함께 고려되어진 적절한 교량 형태가 선정되어야 할 것이다. 본 연구에서는 경관성에 대한 교량형태만을 연구하였으나, 안정성, 경제성, 시공성등 교량설계 시 여러 가지 중요한 변수들이 존재하므로 추후 연구에서는 이들과 함께 복합적으로 분석, 연구되어 적절한 교량형태가 선정될 수 있도록 해야 할 것이다.

인용문헌

- 김수아(2006) 미학적 인자를 고려한 거더 교량의 웹기반 설계시스템. 서울대학교 지구환경시스템공학부 공학석사학위논문.
- 김남희, 고현무(2005) 고대 교량에 나타난 미학적 개념-교량 미학의 뿌리를 찾아서. 대한토목학회지 256A pp.1061-1069.
- 김락기, 금기정, 양계승, 임성빈(2006) 단경간 강박스거더교의 교량형상계수별 경관선호도 분석에 관한 연구. 대한교통학회지 24(2): 7-18.
- 권인환 역(1994) 교량의 미학. Fritz, Leonhardt, Bridges Aesthetics and Design. 서울: 원기술.
- 도로교통법 일부개정 2008.06.13 법률 제9115호.
- 부산광역시 기획관실(2008) 건설정보지 통권제65호(2008.7월호).
- 삼성물산 토목기술팀(2003) -기술자들의 새로운 도전- 초장대교 시대의 개막. 도서출판 구미서관.
- 서주환, 최현상, 차정우(2002) 서울시 한강교량 주야간 경관이미지 분석. 한국조경학회지 30(5): 31-38.
- 서울시 표준시방서 보도교 설계기준.
- 장승필(1995) 교량과 아름다움. 대한토목학회지 43(1): 79-88.
- 정성관, 채소정, 김경태, 이우성, 박경훈, 유주환(2007) 교량경관의 이미지 및 시각적 선호도 분석. 한국조경학회지 35(5): 82-91.
- 정성관, 박영은, 박경훈, 유주환, 김경태, 이우성(2007) 경관시뮬레이션을 이용한 아치교량의 시각적 특성평가. 한국조경학회지 35(4): 48-56.
- 조효남(2001) 교량공학. 구미서관.
- 최윤석, 정인영, 안현태, 김정태(2006) 조망의 변화에 따른 교량 경관조명의 휘도특성분석. 조명·전기설비학회논문지 20(6): 1-8.
- 이상엽, 오휘영, 조세환(2002) 도시 교량경관의 이미지와 조화성 분석. 한국조경학회지 29(6): 11-20.
- 川田忠樹 著, 박수영, 이명재, 양민수(2005) 근대현수교의 역사. 경제성과 강성의 상극. 도서출판 과학기술.
- 임승빈(1991) 경관분석론. 서울: 서울대학교 출판부.
- 임승빈(1987) 시각적 질의 계량적 측정기법에 관한 연구. 한국조경학회지 15(2): 91-100.
- 허준(2002) 교량의 시각적 선호도의 차이-한강의 교량을 대상으로. 한국조경학회지 30(2): 1-11.
- 한국강구조학회(2000) 강구조공학. 구미서관.
- 한국도로공사 인력개발원(2005) 교통기반시설 및 설계. 한국도로공사.
- 한국도로공사 인력개발원(2006) 교통기반시설 및 설계. 한국도로공사.
- Finley, J.(1810) A Description of the Patent Chain Bridge. Portfolio 3(6). Newyork and Philadelphia.
- Fukuda, T.(1979) Notes on Bridge Failures. April.
- Podolny, W., Jr, and J. B. Scalzi(1976) Construction and Design of Cable Stayed Bridges. John Wiley & Sons, New York.
- Strasky, J.(1994) Architecture of Bridges as Developed from the Structural Solution. FIP '94-International Congress on Prestressed Concrete. Washington, DC.
- 박명균역(2007) 토목학 Straky Jiri, Stress Ribbon and Cable-supported Pedestrian Bridges. 이엔지북.