

■ 論 文 ■

단경간 강박스거더교의 교량형상계수별 경관선호도 분석에 관한 연구

Landscape Preference over Single-Spanned Steel Box Girder Bridge by Bridge Shape Parameters

김 락 기

(명지대학교 교통공학과 석사)

금 기 정

(명지대학교 교통공학과 교수)

양 계 승

(명지대학교 교통공학과 도로전공 박사과정)

임 성 빈

(명지대학교 교통공학과 교수)

목 차

I. 서론	III. 실험방법
1. 연구의 배경 및 목적	1. 실험계획법에 의한 실험배치
2. 연구의 범위 및 방법	2. 실험을 위한 3D-Simulation 개발 및 특성
II. 이론적 고찰	IV. 경관선호도 실험 및 실험결과 분석
1. 교량경관에 관련된 이론 고찰	1. 실험개요
2. 단경간 강박스거더교의 설계변수	2. 실험결과 분석
3. 실험계획법(Design of experiments)의 적용	V. 결론
4. 경관이미지 분석을 위한 이론 고찰	참고문헌

Key Words : 단경간 강박스거더교, 실험계획법, 교량형상계수, 경관선호도, 선호인자

요 약

본 연구는 단경간 강박스거더교를 대상으로 교량의 형태적 특성인 교량형상계수를 변화시켜가며 3D-Simulation을 평가매체로 하여 경관선호도를 조사, 분석하고 경관선호도를 결정하는 시각적 선호인자와 물리적 선호인자를 분석하여 경관선호도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

그 결과 경관선호도가 가장 높은 것으로는 거더가 얇고 곡률이 많이 적용되며 교대를 내측으로 기울인 내측형 경사벽으로 구성된 경관으로 나타났고, 경관선호도가 가장 낮은 것으로는 거더가 가장 두껍고 곡률이 적용되지 않았으며 교대를 내측으로 기울인 내측형 경사벽으로 구성된 경관으로 나타났다. 경관선호도에 차이를 나타내는 시각적 선호인자는 높이에 관한 개방성에서 가장 큰 차이를 보이고 있으며, 독특함에 관한 심미성에서 가장 작은 차이를 보이고 있는 것으로 분석되었다. 단경간 강박스거더교의 경관선호도에 영향을 미치는 인자를 추출한 결과 시각적 선호인자로는 심미성과 개방성이 추출되었으며, 물리적 선호인자인 교량형상계수로는 거더의 높이며, 거더의 곡률, 교대의 각도 모두가 경관선호도에 영향을 미치는 인자로 간주될 수 있었다.

연구의 결과, 경관을 고려한 단경간 강박스거더교를 설계할 때는 거더의 높이를 구조적으로 안전한 수준범위내에서 가장 얇게 적용하고, 거더에 곡률을 안전한 수준범위내에서 최대값을 적용하며, 교대의 각도는 수직형 면벽보다 외측형 경사벽을 적용하는 것이 경관선호도를 향상시키는 것으로 분석되었다.

The Purpose of this study is to develop landscape preference and define elements of difference in landscape preference of the 1-span Steel Box Girder Bridge by Bridge Shape Parameters(BSP) through Design of Experiments.

Lately, the 1-span Steel Box Girder Bridge is dominating much component ratio and the Steel Box Girder Bridge has strong points that is economically profitable and management has easy when construct. but landscape preference of the 1-span Steel Box Girder Bridge was evaluated low because impression of landscape is being surfeited and dulled. Do to consider optimization in design that give change to Bridge Shape Parameters(BSP) to supplement this shortcoming in this study.

Therefore, this study changes Bridge Shape Parameters(BSP) and extract elements that influence in landscape preference of the 1-span Steel Box Girder Bridge, and based on the design that consider landscape preference of the 1-span Steel Box Girder Bridge, some essential guidelines for rational design of the 1-span Steel Box Girder Bridge suggested.

1. 서론

1. 연구의 배경 및 목적

우리나라의 경우 1980년대 이전만 해도 교량의 기능 중에서 가장 중요시 여겨졌던 요소는 안전성과 경제성뿐이었기 때문에 가장 경제적으로 빨리 건설할 수 있는 교량만을 설계하여 건설해 온 것이 사실이다. 그러나 1980년대 이후 우리나라는 눈부신 경제발전에 힘입어 국민의 생활수준이 향상되어 가면서 각 분야에서 환경에 대한 관심이 고조되고 있다¹⁾.

도로경관과 관련하여 외국에서는 도로 이용자에게 안락하고 쾌적한 주행환경을 제공할 수 있도록 감성공학을 고려한 다양한 연구를 통하여 기준을 제시하고, 이를 실제 도로계획 및 설계에 반영하는 노력이 이루어지고 있으나 국내에서는 연구가 미흡한 실정이다. 또한 선행된 경관평가에 관한 연구들은 시각적 선호와 관련된 경관의 지각이미지에 관한 연구가 대부분이고, 평가의 대상이 되는 물리적 경관요소의 계량화나 지표화에 관한 연구는 미흡한 실정이다.

특히, 일반적인 도로설계의 경우에서 교량설계가 상당히 빈도가 높게 나타나고 있지만 교량의 설계변수인 교량형상계수를 변화시켜가며 경관선호도를 분석하여 경관선호도를 향상시키고자 하는 관련 연구들은 부족한 실정이다. 이로 인해 경관설계측면에서는 다양성이 부족하여 교량 설계가 너무 획일적인 경향으로 치우쳐져 있다.

따라서, 본 연구에서는 실험계획법을 이용하여 단경간 강박스거더교를 대상으로 교량의 형태적 특성인 교량형상계수(Bridge Shape Parameter: BSP)를 변화시켜가며 경관선호도에 영향을 미치는 인자를 추출하여 경관선호도를 향상시킬 수 있는 방안마련에 활용하고자 한다.

2. 연구의 범위 및 방법

최근 5년 동안 일반국도 상에 가설된 교량의 종류를 조사한 결과 라멘교와 강박스거더교의 가설이 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 나타났다. 이 중에서 2003년 한 해에만 287개의 교량이 가설되었는데, 라멘교는

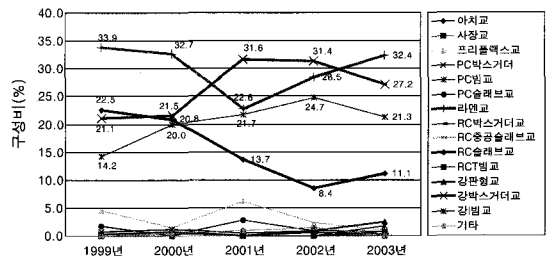
93개로써 32.4%, 강박스거더교가 78개로써 27.2%를 차지하고 있다.

본 연구에서는 모든 강박스거더교를 대상으로 하기에는 실험계획상 무리가 있을 것으로 판단되어 가설되어있는 강박스거더교 중 가장 많은 비중을 차지하는 단경간 강박스거더교를 대상으로 한정하였다.

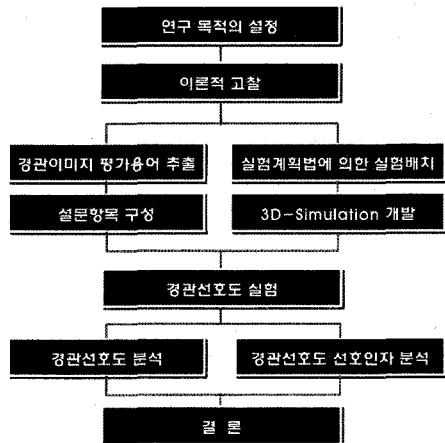
가설이 지속적으로 증가하고 있는 강박스거더교는 시공이 편리하고 경제적으로 유리하며, 내부의 각 부분의 관찰, 도장, 보수가 가능한 장점을 가지고 있다.

이러한 장점에도 불구하고 지길용(2003)²⁾의 연구에서는 연구대상으로 한 14개 형식의 대표적인 교량형식 중 단경간 강박스거더교가 경관선호도가 가장 낮게 평가되었는데 이에 대한 중점적인 경관선호도 인자로서 경관의 느낌이 식상하며 둔탁함이 있는 것으로 나타났다.

단경간 강박스거더교의 경관상 단점인 식상하고 둔탁한 느낌을 배제하기 위해서는 경관상의 변화가 필요하다. 경관상의 변화를 줄 수 있는 방법에는 교량형상



〈그림 1〉 연도별 교량 가설 구성비



〈그림 2〉 연구의 수행과정

1) 양승현 외 (1998), "교량의 경관설계 방법과 구조형상의 시각적 안전성 평가", 한국구조물진단학회 제2권 제3호, pp.235~244
 2) 지길용·박일동·임성민·금기정 (2003), "도로절토사면(절개면)의 경관평가를 위한 요인분석 및 LISREL 모형구축", 대한교통학회지 제21권 제2호, pp.33~43

계수에 변화를 주는 디자인적 측면에서의 최적화와 교량의 재질 및 색채 등에 변화를 주는 방법이 있다. 이 중에서 교량의 재질 및 색채에 변화를 주는 방법은 본 연구의 대상에서 제외하였다.

따라서 본 연구에서는 강박스거더교 중 일반국도 상에 많이 가설되고 있는 단경간 강박스거더교를 대상으로 실험계획법을 이용한 교량의 형태적 특성인 교량형상계수에 변화를 주어 경관선호도를 향상시키는 방법에 대하여 고찰하였다.

II. 이론적 고찰

1. 교량경관에 관련된 이론적 고찰

교량의 설계는 경제적인 면과 기능적인 면 외에도 조형미를 추구하는 경관학적인 관점에서 교량을 분석·평가하여 설계에 이를 적극 반영할 필요가 있다. 기존의 경관 이론을 원용하여 교량에 적용할 수 있는 미학적인 특성·규칙·지침 등을 알아보면 다음과 같다(한국도로공사, 1993 : Fritz Leonhardt, 1994 : Gottmoeller and Frederick, 1998)³⁾.

1) 형태

교량분야에서 사용하는 넓은 의미의 형상화는 거더나 슬래브에서 느낄 수 있는 직선이나 평면성, 박스 거더의 동적곡선, 아치의 원이나 포물선, 트러스의 공간개폐, 케이블교량의 단순화, 원형기둥이나 모양이 다양하게 처리된 교각 등을 표현하는 행위라고 할 수 있다. 이렇게 해서 만들어진 형태는 관찰자의 위치에 따라 항상 변할 수 있다. 따라서 관찰자가 교량의 형태를 인지하는 것은 구조물의 부재들(상부구조, 교각, 교대 등), 도로의 선형, 주위환경 등에 영향을 받는다.

2) 질감

교량이 주위 경관과 융합되기 위해서는 재료의 선택과 색상에 의한 표면처리가 크게 작용한다. 그래서 설계자는 재료의 특성을 파악하여 주변경관과 색상, 재료표

면의 질감을 기술적으로 발전시킴으로서 교량의 표면에서 느끼는 시각적 아름다움을 증가시킬 수 있다. 교량표면에서 느끼는 질감에는 자연적인 질감과 인공적으로 처리하여 새로운 질감을 창출하는 두 가지 방법이 있다.

3) 색채

교량의 아름다움을 표현하는 미적 측면에서의 색채는 즉각적인 시각 반응으로 사람들에게 인식되기 때문에 시각적 정보전달에 가장 기본적인 수단 중 하나이며 미적인 효과에 매우 중요한 역할을 한다. 즉 교량에 있어서 색채는 교량 전체적인 미관 및 이미지 형성에 큰 영향을 미친다. 기능적 측면에서는 부식을 방지하는 도장으로 조형적인 중요성 이외에도 유지·보수라는 공학적 기능면에서도 중요하다. 이와 같이 색이란 단순히 포괄적으로 말할 수는 없지만 색을 잘 이해한 가운데 사용하면 장식과 의미전달의 소재로 아름다운 교량을 만들어내는 기본적 필수조건이다. 특히, 미적 측면에서 색채를 선정하는 목적은 주위경관이 아름다운 경우로서 주변과 교량의 구성요소들이 조화되도록 사용하는데 있다.

4) 주위 환경과의 조화

조화는 일반적으로 2가지 혹은 그 이상의 부분이 서로 다르면서도 통일적 인상을 주는 경우를 말한다. Oscar Faber는 “토목 구조물의 미에 가장 중요한 것은 조화이다.”라고 했으며 그 조화를 내적조화(internal harmony)와 외적조화(external harmony) 두 가지로 나누고 있다. 내적조화(internal harmony)란 구조물을 구성하는 각 요소, 즉 교량의 경우는 일반적으로 상판과 하부구조인 교각, 교대 등을 포함한 구조형과 거기에 조명, 난간 등의 부속물 상호간의 조화를 말하며, 외적조화란 구조물과 그 주변 경관과의 조화를 의미한다. 특히, 외적조화의 경우 거리, 지형, 그 외의 시설이나 구조물과 주위 환경과의 조화를 고려해야 하며 교량 가설시에 가설지점의 주위 자연환경과의 조화는 매우 중요하다(杉山和雄, 1997)⁴⁾. 이와 같은 맥락에서 대상교량을 평가할 때는 조망 가능한 시점에서의 미를 기준으로 평가하기 때문에 교량과 시점의 공간적 위치관계, 바라보는 장소

3) * 한국도로공사 (1993), “교량의 造型과 美觀設計”

** Fritz Leonhardt, 권인환(역) (1994), 『교량의 미학』, 서울 : 원기술

*** Gottmoeller and Frederick (1998), Bridgescape, USA : John Wiley and Sons (T)

4) 杉山和雄 (1997), “교량과 基礎 調和”, 東京 31(9), pp.37~38

의 상황, 시점이 이동할 때 교량에 대한 느낌의 변화 등을 고려하여 교량의 조망지점을 선정하는 것이 특히 중요한 요소라 할 수 있다.

2. 단경간 강박스거더교의 설계변수

1) 강박스거더교(Steel Box Girder Bridge)

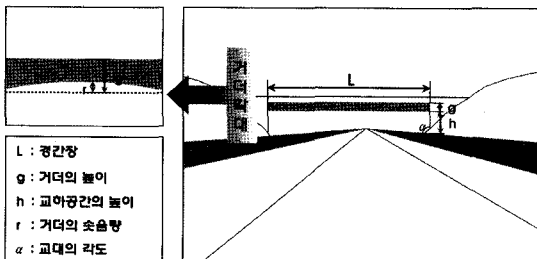
강박스거더교(Steel Box Girder Bridge)는 얇은 강판(박판)을 상자형 단면 또는 U-형단면으로 결합하여 상부에 철근 콘크리트 바닥판 또는 이와 유사한 바닥판을 설치한 합성·비합성교를 총칭한다.

일반적으로 강박스거더교는 40~50m 지간에 많이 적용되며, 최근에는 연속교에서 50m를 초과하는 경우에 대해서도 사용한다. 교하공간은 교량 밑의 교차조건이 도로인 경우에는 4.7m이상, 가급적 5m이상으로 한다. 실제 시공에서는 중량과 높이 제한에는 관계법령(도로차량운송법, 도로법, 도로교통법) 및 규정(강도로교상세부설계지침)을 엄격히 적용하고 있으므로 거더의 폭과 높이는 가급적 3.0m이내, 제작길이는 10.0m 내의 제작중량은 20.0ton 이내로 하는 것이 바람직한 것으로 규정되어 있다(도로설계편람, 2000)⁵⁾.

2) 교량형상계수(Bridge of Shape: BSP)

교량형상계수(Bridge of Shape)는 호주의 Crouch가 1974년에 발표한 연구에서 처음 명명한 것으로서 교량의 물리적 구성요소의 형태적 특성을 말하며 다음을 포함한 포괄적 의미를 가진다(한국도로공사, 1993)⁶⁾.

- 거더의 높이비(경간장/거더의 높이)
- 거더의 곡률(거더의 솟음량/거더의 높이×100(%))
- 교대의 각도



〈그림 3〉 교량형상계수의 개념도

3. 실험계획법(Design of experiments)의 적용

실험계획법(Design of experiments)이란 실험에 대한 계획방법을 어떻게 취하며, 어떠한 통계적 방법으로 데이터를 분석하면 최소의 실험횟수에서 최대의 정보를 얻을 수 있는가를 계획하는 것이라고 정의할 수 있다. 따라서 하나의 실험계획법을 적용하는 것은 해결하고자 하는 문제에 대하여 인자를 선정하고, 실험방법을 택하여 실험순서를 정하고, 실험 후 얻어지는 데이터에 대한 최적분석방법을 선택하였다는 의미를 갖는다.

이러한 실험계획법을 적용한 본 실험은 다음과 같은 이점이 있다.

- 경관선호도에 영향을 미치는 다양한 교량형상계수 인자에 대한 모든 영향의 파악이 가능함
- 모든 인자를 동시에 고려하여 경관선호도를 향상시킬 수 있는 방안마련이 가능함

따라서 본 연구에서는 강박스거더교의 교량형상계수들을 변화시켜가며 설계할 때 어떤 교량형상계수가 경관선호도에 유의한 영향을 주고 있는가를 파악하고, 교량형상계수의 수준에 따라 경관선호도에 미치는 영향에 차이가 있는지를 분석하기 위하여 실험계획법을 적용하였다.

1) 실험계획법의 기본원리

실험계획에 사용되는 기본원리로서 다음의 다섯 가지를 들 수 있으며, 실험을 계획하는 단계에서 실험자는 이 원리들을 항상 염두에 두고 실험계획을 작성하면 실험의 정도가 좋고 분석이 용이한 실험계획을 구상할 수 있을 것이다.

(1) 랜덤화의 원리(principle of randomization)

이 원리는 여러 가지 기본원리 중에서 가장 중요한 것으로, 뽑혀진 인자 외에 기타 원인들의 영향이 실험결과에 편의(bias)되게 미치는 것을 없애기 위한 방안이다. 따라서 랜덤화가 잘 되지 않은 실험으로부터 어떤 결론을 내릴 때에는 상당히 주의하지 않으면 안된다.

(2) 반복의 원리(principle of replication)

실험은 각 수준의 조합에서 1회 행하는 것보다는 가

5) 건설교통부 (2000), "도로설계편람"

6) 한국도로공사 (1993), "교량의 造型과 美觀設計"

능하면 반복하여 2회 이상 행하는 것이 얻어지는 실험 결과의 신뢰를 높일 수 있다. 반복을 시켜줌으로써 오차항의 자유도를 크게 해줄 수 있으며, 오차분산이 정도 좋게 추정됨으로써 실험결과 신뢰성을 높일 수 있다. 그러나 반복을 실시하여 실험횟수가 증가하면 비용이 많이 소요되므로 적은 횟수의 실험에서 정도 좋은 결과를 얻을 수 있는 실험계획법을 구상하도록 해야 한다.

(3) 블록화의 원리(principle of blocking)

실험의 환경을 될 수 있는 한 균일한 부분으로 쪼개어 여러 블록(block)으로 만든 후에 블록내에서 각 인자의 영향을 조사하는 것이 바람직하다. 실험전체를 시간적 혹은 공간적으로 분할하여 블록을 만들어 주면 각 블록내에서는 실험환경이 균일하게 되어 정도 좋은 결과를 얻을 수 있을 것이다.

(4) 교락의 원리(principle of confounding)

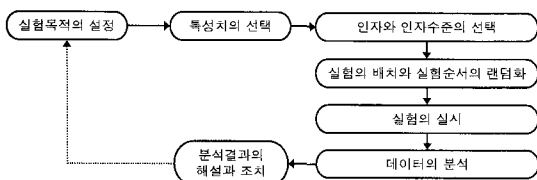
교락법은 구할 필요가 없는 2인자 교호작용이나 고차의 교호작용을 블록과 교락시키는 방법으로 검출할 필요가 없는 요인이 블록의 효과와 교락하게 됨으로써 실험의 효율을 높일 수 있다.

(5) 직교화의 원리(principle of orthogonality)

요인간에 직교성을 갖도록 실험을 계획하여 데이터를 구하면 같은 실험횟수라도 검출력(power of test)이 더 좋은 검정을 할 수 있고, 정도가 더 높은 추정을 할 수 있는 것으로 밝혀져 있다. 교호작용 가운데 기술적으로 생각하여 무시될 수 있는 것을 주효과(main effect)와 교락시켜 실험의 크기를 줄일 수 있는 실험계획을 짜도록 교안된 표를 직교배열표(orthogonal array table)라고 하며, 직교배열표는 요인간의 직교성을 이용하여 만들어 놓은 표이다. 일부실시법(fractional factorial design)에 직교배열표는 매우 유용하게 사용된다.

2) 실험계획법의 순서

실험을 계획하고, 이를 실시하여 얻어진 데이터를



(그림 4) 실험계획법의 순서

분석하며, 그 결과를 실제로 적용시키는 일련의 과정은 일반적으로 다음과 같은 순서에 따른다.

3) 분산분석

실험계획법에서 가장 많이 사용되는 분석방법은 분산분석으로, 실험에 의하여 얻어지는 데이터의 분석에는 분산분석이 그 밑바탕을 이루고 있다고 하겠다. 분산분석(analysis of variance)이란 특성치의 변동을 제곱합(sum of squares : 이를 산포 또는 자승합이라고도 부른다)으로 나타내고 이 제곱합을 실험과 관련된 요인 마다의 제곱합으로 분해하여 오차에 비해 특히 큰 영향을 주는 요인이 무엇인가를 찾아내는 분석방법이다.

각 요인의 제곱합을 그 요인의 자유도로 나누면 그 요인의 제곱평균이 되며 오차분산에 비하여 얼마나 큰가를 검토하게 된다. 따라서 분산분석이란 특성치의 변동을 요인별로 분해하여 어느 요인이 큰 변동을 나타내고 있는가를 규명하는 방법이라고 말할 수 있다.

4. 경관이미지 분석을 위한 이론 고찰

1) 어의구별척도법(Semantic Differential scale : SD방법)

SD방법은 정성적인 특성을 몇 단계의 언어적인 구분을 통해 구분하고 이를 평가에 활용하는 방법이다. SD방법을 이용하여 정성적인 평가를 할 때 언어적인 구분을 세부적으로 하면 대안의 평가에 신빙성이 약해질 수 있다. 반면, 평가의 구분을 대략적으로 하면 대안의 정성적인 특성을 명확하게 파악할 수 없다. SD방법은 단독으로 대안평가에 활용되기도 하지만 행태분석모형의 기초적인 자료로 이용된다. SD를 이용하기 위해서는 분석하고자 하는 대안의 정성적인 특성을 열거하고, 특성을 서로 상반된 말로 나타내며, 이들 특성의 정도를 구분하여 일정한 수로 단계를 두어 평가에 이용한다.

따라서 일반적으로 대안평가의 정성적인 특성에 따라 5~9개의 구분을 통하여 평가하게 된다. 본 연구에서는 단경간 강박스커더교의 시각적이미지가 가지는 정성적인 특성에 따라 7개의 구분을 통하여 상대적인 비교가 가능하고 구체적으로 어느 정도 우월한지에 대한 비교치를 적용하도록 한다.

2) SBE(scenic beauty estimation) 방법

SBE방법은 경관을 평가함에 있어서 개인적 기준의 차이로 인한 평가치의 차이를 보정하기 위하여 표준값

(Z-score)을 이용하는 방법이다(Daniel & Boster, 1976)⁷⁾. SBE값은 등간척도(interval scale)로서 경관상호간의 상대적 비교만 가능할 뿐이지 경관미의 절대적 값을 나타내는 것은 아니다.

SBE 방법의 신뢰도와 타당성은 여러 차례에 걸친 후속 연구에서 입증된 바 있다(Im Seung-Bin, 1984)⁸⁾.

본 연구에서는 SD방법으로 구분하여 평가한 설문항목에 대한 평가치를 SBE방법으로 보정하여 비교가 가능한 경관선호도를 나타내도록 하였다.

III. 실험방법

1. 실험계획법에 의한 실험배치

1) 단경간 강박스거더교의 물리적 특성치 규명

단경간 강박스거더교의 경관선호도에 영향을 미치는 물리적 특성치는 경간장, 교량의 높이, 바닥판의 높이, 거더의 높이, 교하공간의 높이, 거더의 솟음량, 교대의 각도 등이 있다. 이러한 물리적 특성치는 교량의 물리적 구성요소의 형태적 특성인 교량형상계수(Bridge of Shape)로 나타낼 수 있다.

2) 실험계획법의 적용

본 연구에서는 단경간 강박스거더교의 경관선호도를 향상시키기 위하여 교하공간에 변화를 줄 수 있는 교량형상계수를 변화시키면서 실험을 시행하여 그에 따른 경관선호도를 분석하여야 한다. 단경간 강박스거더교의 교하공간에 변화를 줄 수 있는 다음과 같은 교량형상계수(BSP)를 인자로 채택하기로 한다.

- 거더의 높이비 (경간장/거더의 높이) : BSP 1
- 거더의 곡률 (거더의 솟음량/거더의 높이×100%) : BSP 2
- 교대의 각도 : BSP 3

관련인자별 구체적인 내용은 다음과 같다.

- 거더의 높이비 : 거더의 높이비는 경관선호도에 직접적으로 영향을 주는 것으로 실제 현장에서 사용하고 있는 거더의 높이비는 20~25정도(경간장이 50m일

때 거더의 높이가 2.0m~2.5m)이다. 그러나 거더의 높이는 설계기준에 따르면 1.1m이상 3.0m이하에서 시공자의 판단 하에 선택할 수 있는 인자이다. 본 연구에서는 거더의 높이비를 변화시켜가며 경관선호도에 미치는 영향에 대한 정량적인 분석을 시도하였다.

- 거더의 곡률 : 기존의 관련 연구에서는 교량의 상부 구조 거더(보:beam)의 모양이 단순한 직선 형태로 제작된 교량들의 선호도가 곡선(아치) 등 동적인 선형이 가미된 형태의 교량의 선호도보다 감소하는 것으로 나타났다. 본 연구에서는 거더의 곡률이 경관선호도에 미치는 영향에 대한 정량적인 분석이 가능하도록 시도하였다.
- 교대의 각도 : 일반국도 상에 가설되어 있는 많은 단경간 강박스거더교들이 수직형 면벽의 교대를 가지고 있다. 그러나 수직형 면벽의 교대는 교량의 상판 선을 갑자기 차단하는 느낌을 준다. 이후 설계자들은 교량상판을 마치 공중에 떠있는 듯이 보이게 설계하고자 노력하고 있으며 하나의 방법으로 교대를 내측이나 외측으로 기울이는 경사벽 방식을 시도하고 있다. 본 연구에서는 교대에 사용하는 세가지 방법이 경관선호도에 미치는 영향에 대한 정량적인 분석을 시도하였다.

그 외에도 교량의 높이와 바닥판의 높이 등은 경관선호도에 영향을 미칠 수 있으나 다음의 인자들에 비해 동일조건으로 통제하여도 무리가 없을 것으로 판단되므로 통제하도록 한다. 교하공간의 높이는 교량의 높이, 바닥판의 높이, 거더의 높이에 의해 정해지므로 인자의 선정에서 제외하였다.

각 인자별 수준 결정에서 각 인자별 수준에 대한 기준은 실제 실시설계자료들을 몇 가지 검토한 후 구조적으로 안전한 범위내에서 설정하였으며, 각 인자별 수준은 다음과 같다.

- 거더의 높이비 : 거더의 높이비는 경간장을 50m로 가정했을 때의 거더의 최소높이인 1.1m와 최대높이인 3.0m를 적용한 17~46의 범위 중에서 구조적으로 안전한 범위인 16~30의 범위를 선택한다. 거더의 높이비는 실험자가 수준의 범위 중 자의로 3개의 수준을 선택할 수 있는 명확한 기준을 제시할 수 없

7) Daniel, T.C., R.S. Boster (1976), 'Measuring Landscape Esthetics : The scenic beauty estimation Method. USDA Forest Service., Research Daper RM-167. Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Dept. of Agriculture

8) Im, Seung-Bin (1984), "Visual preferences in enclosed urban spaces." Environment & Behavior 16(2), pp.235~262

었다. 그러므로 거더의 높이비는 인자의 수준범위 내에서 랜덤하게 수준을 결정하여 나온 통계적 결론을 모든 수준범위에 확장 적용할 수 있는 랜덤효과로 지정하고, 수준의 범위인 16~30 중 난수표를 사용하여 랜덤하게 3개의 수준을 선택하였다.

- 거더의 높이비의 수준은 17, 20, 27의 3개 수준으로 하였다.
- 거더의 곡률 : 거더의 곡률은 경관선호도에 미치는 영향의 유·무를 판단하는 것에 목적을 두고 실험자가 자의로 수준을 결정하여 실험이 실제 수행된 수준들에 한해서만 통계적 결론이 유의한 고정효과로 지정한다. 수준은 구조적으로 안전한 범위의 최소값, 중간값, 최대값을 수준으로 선택하였다.
 - 거더의 곡률의 수준은 0%, 20%, 40%의 3개 수준으로 하였다.
- 교대의 각도 : 교대의 각도는 실험자가 자의로 수준을 결정하는 고정효과로 지정하고, 수직형 면벽인 90°와 교대를 내측이나 외측으로 기울이는 경사벽 방식을 포함하여 3개 수준으로 설정한다. 경사벽의 기울기는 실제 설계사태를 검토하여 ±30°를 적용하였다.
 - 교대의 각도의 수준은 60°인 내측형경사벽, 90°인 수직형면벽, 120°인 외측형경사벽의 3개 수준으로 하였다.

인자별 수준이 각각 3수준인 3개의 인자에 대해서 주효과(Main Effect)를 검출할 때 인자의 처리조합 수가 3³(=27회)로 시간상의 제약 등으로 실험의 실시가 곤란하게 된다. 그러므로 필요로 하는 인자에 대한 정보를 얻기 위하여 의미가 적은 고차의 교호작용을 희생시켜서 실험의 횟수를 적게 하는 일부실험법을 실시하였다.

정의대비를 $I = AB^2C$ 으로 하여 블록과 교락시키면 3개의 블록을 만들 수 있고, Kempthorne의 방법을 쓰면 식(1)과 같이 된다.

〈표 1〉 인자별 수준

구분	인자	기호	수준 0	수준 1	수준 2
거더의 높이비	BSP 1	A	17	20	27
거더의 곡률	BSP 2	B	0%	20%	40%
교대의 각도	BSP 3	C	60°	90°	120°

$$L = x_1 + 2x_2 + x_3 \quad (1)$$

본 연구에서는 3개의 블록에서 1개의 블록을 택하여 실험하도록 한다. 실험순서는 난수표를 사용하여 랜덤화하였으며 실험계획법의 직교표 $L_9(3^4)$ 를 채용한 결과는 다음과 같다.

〈표 2〉 직교표 $L_9(3^4)$

실험 번호	실험 순서	열번호				실험조건
		1	2	3	4	
1	경관#3	0	0	0	0	$A_0B_0C_0 = (0, 0, 0)$
2	경관#2	0	1	1	1	$A_0B_1C_1 = (0, 1, 1)$
3	경관#1	0	2	2	2	$A_0B_2C_2 = (0, 2, 2)$
4	경관#8	1	0	1	2	$A_1B_0C_2 = (1, 0, 2)$
5	경관#7	1	1	2	0	$A_1B_1C_0 = (1, 1, 0)$
6	경관#6	1	2	0	1	$A_1B_2C_1 = (1, 2, 1)$
7	경관#4	2	0	2	1	$A_2B_0C_1 = (2, 0, 1)$
8	경관#5	2	1	0	2	$A_2B_1C_2 = (2, 1, 2)$
9	경관#9	2	2	1	0	$A_2B_2C_0 = (2, 2, 0)$
기본표시		a	b	a	a	
배치		A	B	e	C	

주 : 여기서, A - 거더의 높이비, B - 거더의 곡률, C - 교대의 각도

2. 실험을 위한 3D-Simulation 개발 및 특성

근래 도로경관에 관한 관심이 높아지면서 경관선호도의 분석 및 평가기법 등에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 심상렬(1995)⁹⁾은 도로경관의 시각적 특성과 선호도와와의 상관관계를 분석하기 위하여 사진분석방법을 사용하였으며, 우대준(1993)¹⁰⁾은 경관의 연속성에 주목하고 영화의 틀을 빌어서 경관을 분석하고 설계에 응용하는 방안을 제시하였고, 주신하(1998)¹¹⁾는 슬라이드와 비디오를 이용한 평가와 현장 평가의 결과를 비교하고 경관선호도에 미치는 영향을 분석하였다. 이러한 기존의 연구들은 미래 경관의 재현을 위해 사진합성 및 조작 등 정적 시뮬레이션(static simulation) 방법을 사용하고 있다. 그러나 도로경관은 연속적으로 체험되기 때문에 정적 시뮬레이션에 의존한 평가는 설령력에 있어서 한계가 있을 수밖에 없다(주신하, 1998).

동적인 상황에서의 인간성능평가는 실제 도로에서의

9) 심상렬 (1995), "도로경관의 시각적 특성 및 선호도에 관한 연구", 청주대학교 학위논문
 10) 우대준 (1993), "영화의 시각적 구조와 표현기법의 응용을 통한 연속적 경관의 구성에 관한 기초연구", 영남대학교 학위논문
 11) 주신하 (1998), "경관 시뮬레이션 기법에 관한 연구", 서울대학교 학위논문

실험평가(field test)와 모델(model)을 통한 평가가 있다. 실제 도로에서의 평가는 물리적 도로상황의 변경이 불가능하고, 운전자 조건은 윤리적인 문제에도 봉착하게 된다. 또 각 피실험자에 대하여 동일한 실험조건을 제시하는 재현성을 확보하는 문제도 발생하게 된다. 이에 비해 모델을 통한 평가는 실제 도로상의 평가 시 문제점을 모두 보완할 수 있을 뿐만 아니라, 다양한 조건에서의 실험 및 동일한 장면과 조건을 재현할 수 있으므로 경제적으로도 이점이 있다(이순철, 1990).

본 연구에서 분석하고자하는 실험계획법을 이용한 단경간 강박스커더교의 교량형상계수별 경관선호도에 관한 실험은 동일한 대상에 대하여 여러 가지 인자별 수준의 조합으로 구성된 실험을 계획하고자 하므로 동일한 주변 환경 및 조건을 만족시키기 위해 3D-Simulation을 이용한 실험이 유용할 것으로 판단하였다. 이에 본 연구는 경관선호도 실험을 위하여 시야에 비치는 동적인 운전상황을 재현한 3D-Simulation을 개발하였다.

본 연구를 위한 3D-Simulation은 3D-Studio -MAX5.0을 사용하여 제작하였다. 현실감을 주기 위하여 현재

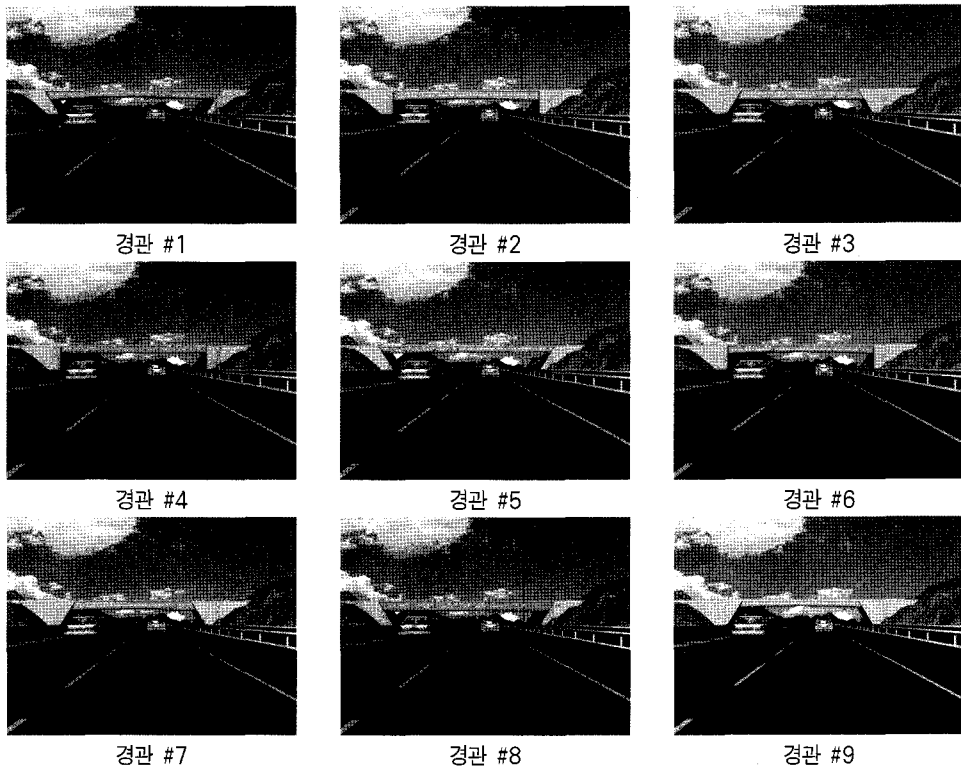
가설되어 있는 실제의 사진을 통하여 그 재질감을 표현하였으며 실물의 크기와 모양을 그대로 반영한 수치로 제작하였다. 도로조건 및 기하구조는 『도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙, 2000, 건설교통부』의 지침을 따르도록 하였다.

단경간 강박스커더교의 경간장은 50m, 교량의 총 높이는 9m로 설정하였다. 또한 교량의 바닥판 및 방호책의 높이는 1.1m이고, 속도는 80km/h로 구성하였다. 강박스커더교의 설계는 건설교통부 제정 도로교설계기준(2000)¹²⁾과 교량계획과 설계(오제택, 2003)¹³⁾의 지침을 따르도록 하였다.

IV. 경관선호도 실험 및 실험결과 분석

1. 실험개요

실험은 3D-Simulation을 이용한 실내실험을 실시하였으며, 20대 운전자 50명을 대상으로 어의구별척도를 이용한 설문항목을 사용하여 측정하였다. 한 명의 피실험



〈그림 5〉 실험대상 시뮬레이션 화면

12) 건설교통부 (2000), "도로교설계기준"

13) 오제택 (2003), "교량의 계획과 설계", 반석기술

자는 총 9가지의 단경간 강박스거더교에 대하여 각각의 3D-Simulation을 경험하고 난 다음에 설문지에 답하는 형식으로 경관선호도 및 경관선호도 선호인자를 평가하였다.

설문항목 중 경관선호도의 시각적 선호인자에 대한 것은 기존의 선행연구들을 참고하여 경관이미지 평가용어를 작성하였다. 교량의 형태와 관련된 경관이미지 평가용어를 채택하고, 예비조사를 통하여 총 12개의 설문항목을 선정하였다. 경관이미지 평가용어 12개의 항목과 경관선호도를 7점 척도의 어의구별척도(SD방법)를 이용하여 설문항목을 구성하였다. 이때 본 연구의 특성상 각 실험마다 실험대상인 단경간 강박스거더교의 색채, 주변환경, 재질은 동일하게 설정되므로 이와 관련된 경관이미지 평가용어는 배제하였다.

경관선호도의 시각적 선호인자는 경관이미지 평가용어에 대한 요인분석을 실시하였다. 또한 경관선호도의 물리적 선호인자는 실험에서 설정된 교량형상계수에 대해 분산분석을 시행하여 조사하였다. 분석은 SAS V8을 이용하여 수행하였다.

본 연구의 설문지 구성은 다음과 같다.

〈표 3〉 설문지의 구성

변수	경관선호도측정								
	1	2	3	4	5	6	7		
X1	시야가 답답한	1	2	3	4	5	6	7	시원한
X2	교량의 느낌이 거친	1	2	3	4	5	6	7	섬세한
X3	교량의 느낌이 정적인	1	2	3	4	5	6	7	동적인
X4	교량의 느낌이 낮은	1	2	3	4	5	6	7	높은
X5	교량이 평범한	1	2	3	4	5	6	7	독특한
X6	교량이 추한	1	2	3	4	5	6	7	아름다운
X7	시야가 좁은	1	2	3	4	5	6	7	넓은
X8	교량의 느낌이 불편한	1	2	3	4	5	6	7	편안한
X9	교량의 느낌이 딱딱한	1	2	3	4	5	6	7	부드러운
X10	시야가 폐쇄적인	1	2	3	4	5	6	7	개방적인
X11	교량의 느낌이 둔탁한	1	2	3	4	5	6	7	경쾌한
X12	교량의 느낌이 평면적인	1	2	3	4	5	6	7	입체적인
종속변수	전체적으로 교량을 비선호하는	1	2	3	4	5	6	7	선호하는

2. 실험결과 분석

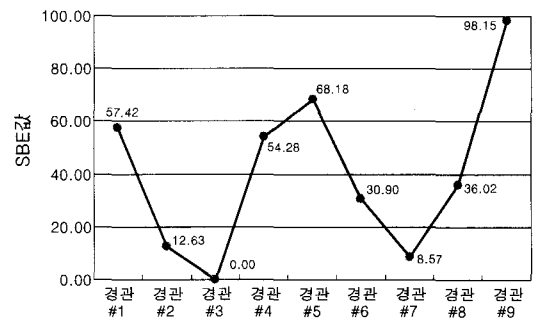
1) 경관선호도 분석

경관선호도에 대한 평가 항목은 7점 척도를 이용하였으며, 수치가 높을수록 경관을 선호한다는 것이다. 본 연구에서 사용된 9개의 단경간 강박스거더교의 경관에 대하여 SBE법을 사용하여 경관선호도를 측정하였다. 측정결과는 다음과 같다.

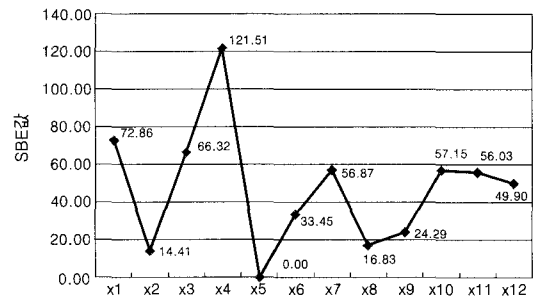
경관선호도가 가장 낮은 경관 #3의 경관선호도(SBE값)를 0으로 볼 때 나머지 경관들의 경관선호도 값이 〈그림 6〉과 같이 나타났다. 경관선호도가 가장 높은 것으로는 거더의 높이비가 27, 거더의 곡률이 40% 적용되며 교대를 내측으로 기울여 내측형 경사벽으로 구성된 경관 #9로 나타났고, 가장 경관선호도가 낮은 것으로는 거더의 높이비가 17, 거더의 곡률이 0% 적용되며 교대를 내측으로 기울여 내측형 경사벽으로 구성된 경관 #3으로 나타났다.

경관선호도 값들을 비교해 볼 때 거더의 높이가 낮을수록, 거더의 곡률을 크게 적용할수록, 경관선호도가 높은 것으로 나타났다. 가장 선호하는 경관 #9와 가장 선호하지 않는 경관 #3의 시각적 선호인자의 차이를 분석하여 보면 다음과 같다.

〈그림 7〉에서 단경간 강박스거더교의 시각적 선호인자는 X4-높이에 관한 개방성에서 가장 큰 차이를 나타내고 있고 X5-독특함에 관한 심미성에서 가장 작은 차이를 나타내고 있다.



〈그림 6〉 경관별 경관선호도(SBE값)



〈그림 7〉 경관선호도의 차이에 영향을 미치는 시각적 선호인자 (X1~X12: 변수)

2) 경관선호도 선호인자 분석

(1) 시각적 선호인자 분석

시각적 선호인자 분석을 위하여 우선 설문항목이 강박스거더교의 경관선호도를 측정하는 항목으로 그 신뢰성을 가

지고 있는지 검정을 하기 위하여 신뢰계수를 추정하는 방법으로 Chronbach's α 를 사용하였다. 신뢰도 계수 α 에 의한 신뢰도 검정을 시행한 결과 12개 종속변수에 대한 신뢰도 계수 α 는 0.9411이며, 변수들을 표준화시킨 뒤의 신뢰도 계수는 0.9412로 나타났다. 계수값이 0.9412보다 큰 변수는 없으므로 12개의 모든 변수를 최종적으로 확정하였다.

상관계수의 절대값이 0.2보다 작으면 상관관계가 없거나 무시해도 좋으며 절대값이 0.4정도 이하면 양한 상관관계, 0.6이상이면 강한 상관관계로 볼 수 있다. 변수 X2(섬세한-거친)과 X3(동적인-정적인), X7(넓은-좁은)과 X10(개방적인-폐쇄적인), X11(경쾌한-둔탁한)과 X12(입체적인-평면적인)간의 상관계수가 0.6이상으로 강한 상관관계를 보이며 그 외의 변수들은 0.2~0.6 사이 값들을 가지므로 양한 상관관계를 보이는 것을 알 수 있다.

요인분석은 고유분산의 존재를 배제할 수 없으므로 공통요인모형을 취하였다. 공통분 추정치로 다중상관관계곱치(SMC)를 사용하고, 기초구조의 추출은 단일주축분해를 하였다. 또한 요인의 수효결정을 위해서 Scree 검사, 누적퍼센트, 그리고 해석가능성을 사용하였다.

요인수는 Scree Plot를 보면 고유치(Eigenvalue)가 1, 2번째까지 급격히 감소하다가 3번째부터 변화가 거의 없는 것으로 나타났다. 누적퍼센트에서도 두 번째까지가 100%로 나타나 요인은 2개가 적절한 것으로 판단된다.

요인수효의 결정으로 기초구조를 나타내는 기초요인(계수)행렬(factor loading matrix)을 얻을 수 있다. 이 기초요인(계수)행렬을 상관관계가 높은 변수들끼리 동질적인 집단으로 묶는 배리맥스(Varimax)법으로 요인구조를 회전시켜 최종구조를 산출하였다. 그 결과, 전체 설명분산은 변치 않으나, 각 요인이 설명하는 분산은 반드시 변한다. 즉, 추출된 두 요인군의 설명력(설명분산+총분산)이 전체변량 중에서 100%인 것으로 분석되었다. 요인 1을 구성하고 있는 변수는 '부드러운', '아름다운', '입체적인', '경쾌한', '독특한', '동적인', '섬세한', '편안한'으로 고유치와 공통변량은 각각 3.8762와 52.09%이다. 요인 1은 교량 형태의 '심미성'이라 명명할 수 있다. 요인 2를 구성하는 변수는 '넓은', '시원한', '개방적인', '높은'으로 고유치와 공통변량은 각각 3.5655와 47.91%이다. 요인 2는 교량 형태의 '개방감'이라 명명할 수 있다. 최종요인구조에서 두 요인은 전체변량을 각각 비슷한 비율로 설명하고 있음이 확인되었다.

즉, 시각적 선호인자로는 '심미성'과 '개방성'이 단경간 강박스거더교의 경관선호도에 영향을 미치는 인자로 간주될 수 있었다.

〈표 4〉 최종요인(계수)행렬

변수	요인 1	요인 2
X9 (부드러운-딱딱한)	0.7242	0.3219
X6 (아름다운-추한)	0.7192	0.2013
X12 (입체적인-평면적인)	0.6640	0.4066
X11 (경쾌한-둔탁한)	0.6618	0.5281
X5 (독특한-평범한)	0.6450	0.3366
X3 (동적인-정적인)	0.6019	0.4450
X2 (섬세한-거친)	0.5956	0.4776
X8 (편안한-불편한)	0.5464	0.3830
X7 (넓은-좁은)	0.3649	0.8024
X1 (시원한-답답한)	0.3116	0.7836
X10 (개방적인-폐쇄적인)	0.4239	0.7682
X4 (높은-낮은)	0.3376	0.6655

(2) 물리적 선호인자 분석

본 연구는 거더의 높이비는 랜덤효과로 지정하고, 거더의 곡률과 교대의 각도는 고정효과로 지정한 혼합효과모형이다. 랜덤효과와 고정효과는 통계적 검증을 시행하는 데 있어서 각각 다른 귀무가설을 설정한다. 단경간 강박스거더교의 경관선호도에 영향을 미치는 인자들의 통계적 검증에 대한 귀무가설은 다음과 같다.

- 거더의 높이비 : "거더의 높이비의 분산값은 0이다."
- 거더의 곡률 : "거더의 곡률의 수준간에 경관선호도에 미치는 영향에는 차이가 없다."
- 교대의 각도 : "교대의 각도의 수준간에 경관선호도에 미치는 영향에는 차이가 없다."

직교표 $L_9(3^4)$ 에 대한 경관선호도 측정결과 〈표 5〉의 분산분석표를 얻었다.

〈표 5〉 분산분석표 (경관선호도 측정치)

source	SS	df	MS	F	Pr>F
거더의 높이비	70.67	2	35.34	43.33	0.0226***
거더의 곡률	35.12	2	17.56	9.26	0.0001***
교대의 각도	56.43	2	28.22	14.88	<.0001***
Error	838.05	443	1.90		
Total	1000.27	449			

- a) SS : 제곱합
- b) df : 자유도
- c) MS : 평균제곱
- d) F : 분산추정치의 F비
- e) ** p<.05 : 유의수준 0.05이하의 범위에서 귀무가설을 기각
- e) *** p<.001 : 유의수준 0.001이하의 범위에서 귀무가설을 기각

분산분석 결과 거더의 높이비는 유의수준이 0.05이하, 거더의 곡률과 교대의 각도는 유의수준이 0.001이하에서 귀무가설을 기각하고 있다. 즉, 3개의 인자 모두 단경간 강박스거더교의 경관선호도에 영향을 미치는 인자로 간주될 수 있었다. 거더의 높이비, 거더의 곡

를, 교대의 각도 모두 단경간 강박스거더교의 경관선호도에 영향을 미치는 것으로 분석되었으므로 각 인자별 수준간에 경관선호도에 미치는 영향에 대한 사후검증이 필요하다. 본 연구의 모형은 혼합효과모형이므로 랜덤효과와 고정효과에 대한 각각의 사후검증을 실시한다.

랜덤효과가 모형에 존재한다면 언제나 그 효과에 대하여 정규분포를 가정한다. 이 정규분포의 평균은 언제나 0 이므로 관심대상이 못되지만 σ_A^2 , σ_{AB} 등과 같은 분산항들은 모형에서 가정된 모수로서 데이터로부터 그 값을 추정해서 통계적 사후검증에 이용해야 한다.

이러한 랜덤효과요인의 분산을 특히 분산요소(variance component)라 하는데 이 분산요소들을 추정하다 보면 때에 따라 그 추정값이 0보다 작게 나올 수가 있다. 이런 경우에는 분산값이 0보다 작을 수는 없으므로 분산요소의 추정값으로 0을 대용한다. 제1종 방법은 제1종 제곱합(Type I SS)을 기초로 각 효과에 대한 평균제곱과 EMS(기대평균제곱)를 같다고 놓고 분산요소를 추정한다. 제1종 방법으로 거더의 높이비에 대한 분산요소를 추정한 결과는 다음과 같다.

<표 6> 거더의 높이비에 대한 분산요소 추정

분산요소	추정방법
	제1종 방법
σ_A^2	0.2230
σ^2	1.8918

랜덤효과요인인 거더의 높이비에 대한 분산요소 추정 결과 분산이 0보다 크면 통계적으로 유의한 차가 있는 것으로 분석한다. 거더의 높이비의 분산인 σ_A^2 가 0 보다 크므로 통계적으로 유의한 차가 있는 것으로 분석되었다. 즉, 거더의 높이비는 수준범위인 16~30의 범위에서 수준간 경관선호도에 미치는 영향에 차이가 있는 것으로 분석되었다.

고정효과의 사후검증 방법으로는 수준별 표본의 크기가 같은 균형자료에서 사용하며, 실험방식 오류율(α_F)을 사전에 설정된 α 수준으로 유지시키면서 모든 짝진 평균을 비교하기 위하여 교안된 검증 방법인 Tukey방법을 사용하도록 한다.

거더의 곡률은 유의수준이 0.05, 오차평균제곱 MSE의 값이 1.8966인 조건일 때, 이에 대응하는 자유도가 443, 최소유의차(Minimum Significant Difference)가 0.374이다. 만일 두 개의 수준간 평균차이의 절대값이 최소유의차(Minimum Significant Difference)인 0.374보다 크면 대응되는 두 모평균 간에는 유의한 차

가 있다고 결론내리고, 그렇지 않으면 대응되는 두 모평균 간에는 유의한 차이가 없다고 결론내린다. 거더의 곡률에 대한 사후검증 결과는 다음과 같다.

<표 7> 거더의 곡률에 대한 수준별 모평균 추정

거더의 곡률	모평균($\mu(B)$)	비고
0%	3.5600	0
20%	3.8333	1
40%	4.2400	2

거더의 곡률을 적용하지 않은 것과 최대값인 40%를 적용한 것은 수준간 경관선호도에 미치는 영향에 차이가 있고, 중간값 20%를 적용한 것과 최대값 40%를 적용한 것은 수준간 경관선호도에 미치는 영향에 차이가 있는 것으로 분석되었다.

교대의 각도는 유의수준이 0.05, 오차평균제곱 MSE의 값이 1.8966인 조건일 때, 이에 대응하는 자유도가 443, 최소유의차(Minimum Significant Difference)가 0.374이다. 이 최소유의차를 기준으로 한 교대의 각도에 대한 사후검증 결과는 다음과 같다.

<표 8> 거더의 곡률에 대한 수준별 모평균 추정

거더의 곡률	모평균($\mu(C)$)	비고
내측형 경사벽(60°)	3.5600	0
수직형 면벽(90°)	3.8333	1
외측형 경사벽(120°)	4.2400	2

교대의 각도가 수직형 면벽인 90°와 외측형 경사벽인 120°만이 수준간 경관선호도에 미치는 영향에 차이가 있는 것으로 분석되었다.

즉, 물리적 선호인자로는 거더의 높이비, 거더의 곡률, 교대의 각도 모두 단경간 강박스거더교의 경관선호도에 영향을 미치는 인자로 간주될 수 있었다.

V. 결론

본 연구는 단경간 강박스거더교를 대상으로 교량의 형태적 특성인 교량형상계수를 변화시켜가며 3D-Simulation을 평가매체로 하여 경관선호도를 조사, 분석하고 경관선호도를 결정하는 시각적 선호인자와 물리적 선호인자를 분석하여 경관선호도를 향상시킬 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

단경간 강박스거더교의 경관선호도에 영향을 미치는 인자를 추출한 결과 시각적 선호인자로는 심미성과 개방성이 추출되었으며, 물리적 선호인자인 교량형상계수

로는 거더의 높이비, 거더의 곡률, 교대의 각도 모두가 경관선호도에 영향을 미치는 인자로 분석되었다.

물리적 선호인자 중에서 거더의 높이비는 구조적으로 안전한 설계범위 내에서 가장 얇게 설계하는 것이 경관선호도를 향상시키는 것으로 분석되었다. 거더의 곡률은 곡률을 적용하지 않는 0%보다 20%나 40%로 적용하는 것이 경관선호도를 향상시키는 것으로 분석되었다. 또한 교대의 각도에서는 수직형면벽식인 90°보다는 외측형경사벽인 120°를 적용하는 것이 경관선호도를 향상시키는 것으로 분석되었다.

본 연구는 단경간 강박스거더교의 경관을 고려한 설계시 반영할 수 있는 기초자료를 제시하였고 더 나아가 단경간 강박스거더교의 경관평가인자로서 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

그러나 본 연구는 단경간 강박스거더교만을 대상으로 연구가 진행되었으며, 본 연구에서 여건상 경제성을 고려하지 못한 단점을 가지고 있다. 그러므로 향후에는 모든 강박스거더교에 대해 연구를 확대하고, 경제성을 고려한 연구가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 건설교통부(2000), "도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙".
2. 건설교통부(2000), "도로설계편람".
3. 건설교통부(2000), "도로교설계기준".
4. 건설교통부(2004), "2004 교량현황조사".
5. 김대현(2001), "보행자 전용도로의 이용자 경관만족 요인분석", 한국환경복원논화학회지 4권 2호, p.5.
6. 박성현(2003), "개정판 현대실용계획법", 민영사.
7. 杉山和雄(1997), "桥梁と基础 调和", 东京 31(9), pp.37~38.
8. 성내경(2001), "SAS/STAT 분산분석 제2판", 자유아카데미.
9. 심상렬(1995), "도로경관의 시각적 특성 및 선호도에 관한 연구", 청주대학교 학위논문.
10. 양승현 외(1998), "교량의 경관설계 방법과 구조형상의 시각적 안전성 평가", 한국구조물진단학회 제2권 제3호, pp.235~244.
11. 오제택(2003), "교량의 계획과 설계", 반석기술.
12. 우대준(1993), "영화의 시각적 구조와 표현기법의 응용을 통한 연속적 경관의 구성에 관한 기초연구", 영남대학교 학위논문.
13. 元济戊(1996), "政策分析技法", 博英社.
14. 이상엽·오휘영·조세환(2002), "도시 교량경관의 이미지와 조화성 분석-서울 한강 교량을 중심으로", 한국조경학회지 Vol. 29. No.6.
15. 이순목(2000), "요인분석의 기초", 교육과학사.
16. 이순철(1990), "운전경험이 운전중의 시시각에 미치는 효과", 교통안전연구논집 제9권, pp.171~181.
17. 임승빈(1991), "경관분석론", 서울대학교출판부.
18. 주신하(1998), "경관 시뮬레이션 기법에 관한 연구", 서울대학교 학위논문.
19. 지길용·박일동·임성빈·금기정(2003), "도로절토사면(절개면)의 경관평가를 위한 요인분석 및 LISREL 모형구축", 대한교통학회지, 제21권 제2호, 대한교통학회, pp.33~43.
20. 한국도로공사(1993), "桥梁의 造型과 美观设计".
21. Daniel, T.C., R.S. Boster(1976), "Measuring Landscape Esthetics : The scenic beauty estimation Method. USDA Forest Service., Research Daper RM-167, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, Forest Service, U.S. Dept. of Agriculture.
22. Fritz Leonhardt, 권인환(역)(1994), 『교량의 미학』, 서울: 원기술.
23. Gottemoeller and Frederick(1998), Bridgescape. USA : John Wiley and Sons(T).
24. Im, Seung-Bin(1984), "Visual preferences in enclosed urban spaces". Environment & Behavior 16(2), pp.235~262.
25. <http://user.chollian.net/~savequit/stat/Bas eStat/cor r01/htm>.

✉ 주 작 성 자 : 김락기

✉ 교 신 저 자 : 금기정

✉ 논문투고일 : 2005. 1. 11

✉ 논문심사일 : 2005. 2. 4 (1차)

2005. 2. 28 (2차)

2005. 11. 25 (3차)

2005. 12. 13 (4차)

2006. 3. 14 (5차)

✉ 심사판정일 : 2006. 3. 14

✉ 반론접수기한 : 2006. 8. 31