Journal of the Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection
Vol. 24, No. 4, August 2020, pp.64-71
https://doi.org/10.11112/jksmi.2020.24.4.64
pISSN 2234-6937
eISSN 2287-6979

노후 교량 유지관리를 위한 상부구조물의 상태평가 결과와 교량의 안전성 및 내하력과의 상관관계 분석

박주현[1], 안효준[2], 한만석[3], 민지영[4], 이종한[5*]

Examination of Correlation between the Condition Evaluation Results of Superstructure and the Safety and Load-carrying Capacity of Bridges

Ju-Hyun Park[1], Hyojoon An[2], Manseok Han[3], Jiyoung Min[4], Jong-Han Lee[5*]

Abstract : In recent years, many infrastructure have been rapidly aging around the world, which grows interest in the maintenance of the infrastructure. Among the social infrastructure, bridge is a very important structure to transport lots of human and various products. The performance evaluation of bridge can be divided into the condition evaluation and safety evaluation, proposed by Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation. However, there are no separate criteria for the performance evaluation of three-class bridges. In general, the performance of bridge is dominated by the results of the condition evaluation, which is lower than that of the safety evaluation. Therefore, this study assessed the correlation between the condition evaluation of superstructure and bridge and also between the condition evaluation and the safety and load-carrying capacity of bridge. The results of the study would provide a basic data for the more quantitative and higher relevant performance evaluation of the existing bridges, particularly for three-class bridges.

Keywords: aged bridge, condition evaluation, safety evaluation, load-carrying capacity, correlation

1. 서 론

국내에서는 1980년대 중반부터 경제 성장으로 인해 사회기반 시설물이 집중적으로 건설되기 시작하였다. 1985~2005년까지 건설된 교량은 19,091개로 전체 교량의 약 56%를 차지하고 있다(MOLIT, 2020). 건설된 교량들의 설계수명은 국토교통부 표준 시방서(MOLIT, 2016)에 따르면 교량의 등급에 따라 목표 내구 수명이 달라지는데 1등교의 경우 100년, 2등교는 65년. 3등교는 30년으로 명시되어 있다. 1등교의 경우 공용연수 30년 이상의 교량에 대해 보수・보강 물량이 많아짐에 따라 30년 이상의 교량을 노후교량이라 정의하고 있다.

최근 국내·외적으로 노후화된 시설물이 점차 증가함에 따라 사회인프라 공용시설물의 안전 점검 및 유지관리에 대한 관심이 급증하고 있는 추세이다. 특히, 노후화에 따른 사고는 매우 큰 인명피해를 불러올 수 있다는 점에서 교량의 상태와 안전을 평가하고 유지하는 것이 매우 중요하다(Yoon, 2019). 2018년 8월에는 이탈리아 리구리아주 제노바 A10 고속도로의 일부인 모란디(Ponte Morandi) 교량이 붕괴되어 교량 위를 달리던 차량이 추락하면서 최소 39명의 사망자가 발생하였다(BBC, 2018). 또한 2019년 11월에는 프랑스 남부서 노후화된 현수교가 붕괴되어 차량이 최소 2대 추락하고 2명이 사망하는 사례가 있었다(Yonhapnews, 2019).

국내 시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법(MOLIT, 2020)에 따르면 교량 등급에 따라 정밀안전진단을 4~6년에 1회 이상 실시하도록 되어 있다. 정밀안전진단을 통해 교량의 상부와 하부 구조에 대한 상태평가와 안전성평가 등급이 결정되며, 이에 따라 교량의 종합등급이 산정된다. 상태평가의 경우 육안조사 및 시험을 실시하여 교량의 각 부재별 점수를 책정하고 가중치를 부여하여 상태평가 종합점수 및 등급을 결정한다. 안전성평가의 경우는 차량을 통한 재하시험을 실시하여 부재강도와 하중에 의한 강도를 비교하여 안전율을 산정한다. 또한 교량의 각 부재에 발생되는 응력과 강도에 대한 내하율을 산정하여 안전율과 같이 안전성 등급을 결정한다.

[1]학생회원, 인하대학교 사회인프라공학과 석사과정
[2]정회원, 인하대학교 사회인프라공학과 박사과정
[3]정회원, 인하대학교 사회인프라공학과 박사과정
[4]정회원, 한국건설기술연구원 인프라안전연구본부 노후인프라센터
[5]정회원, 인하대학교 사회인프라공학과 부교수
***Corresponding author:** jh.lee@inha.ac.kr
Department of Civil Engineering, Inha University, Incheon, 22212, Korea
•본 논문에 대한 토의를 2020년 9월 30일까지 학회로 보내주시면 2020년 10월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

Copyright Ⓒ 2020 by The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0)which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

국내의 경우 교량의 상부구조는 형식에 따라 RC 거더교, RC 슬래브교, PSC I형교, PSC 상자형교, 강상자형교, 강판형교, 라멘교, 사장교, 현수교 등으로 분류한다. 이중에서 국내의 RC 슬래브교는 8,271개, PSC I형교는 8,924개로 각각 전체 교량의 24.1%와 26.2%로 총 50%가 넘는 비율을 차지하고 있다.

따라서 본 연구에서는 RC 슬래브교와 PSC I 형교를 대표 교량으로 선정하고 국내의 정밀안전진단 자료를 통한 현황조사를 실시하였다. 교량의 상부구조에 대한 상태평가 데이터를 취합 및 분석을 실시하여 상부구조의 각 부재들에 대한 상태평가 점수와 교량의 최종 상태평가 점수에 대한 상관관계를 분석하였다. 또한 교량의 안전성평가와 상태평가 등급에 대한 현황과 내하력 및 교량의 종합평가 등급과의 관련성 연구를 진행하였다.

2. 상부구조물과 교량의 상태평가 분석

2.1 국내 교량 현황

2019년 12월 기준 국토교통부 도로 교량 및 터널 현황조서(MOLIT, 2020)에 따르면 국내 교량은 34,297개이다. 교량을 상부구조형식으로 나눈 비율은 RC 슬래브교(RCS), 라멘교(Rahmen), PSC I-거더교(PSC I), 강박스거더교(STB) 등이 대부분을 점유하고 있다. RC 슬래브교는 대부분 2~3경간 교량에 사용되고 있다. 준공연도 분포 그래프 확인 결과 1980~2005년까지 많은 양의 RC 슬래브교가 가설되었지만, 최근에는 많이 건설되지 않는 것을 확인하였다(Fig. 1). RC 슬래브교에서 공용연수가 30년 이상 된 교량의 비율은 37.2%를 차지하고 있으며, 향후 더욱 증가할 것으로 예측된다. PSC 거더교는 단경간 교량에서 가장 많은 분포를 보였으며, 준공연도 분포 그래프를 확인해 본 결과 1990년 이후 많이 건설되기 시작하여 현재까지도 많이 건설되는 추세이다(Fig. 2). PSC 거더교의 공용연수가 30년 이상 된 교량의 비율은 8.3%를 차지하고 있다. 현재는 노후교량 비율이 낮지만, 10년 이후부터 급진적으로 증가할 것으로 예측된다(Fig. 3).

2.2 정밀안전진단 데이터

노후교량들이 급진적으로 증가하고 있는 추세에 적절하고 정량적으로 관련성이 높은 상태평가 방법과 안전성평가 방법이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 우선적으로 상태평가 및 안전성평가 결과를 비교 분석하였다. 본 연구에서는 시설안전공단 기준으로 수행된 서울특별시 교량의 정밀안전진단보고서 데이터를 사용하였다(Seoul Metropolitan Government, 2020). 각 교량들의 본교, 램프교, 접속교 등을 포함하여 상부구조 부재별 가중치가 같은 거더교 형식(PSC I-거더교, PSC 상자형교, PSC 슬래브교, 강상자형교, 강판형교, 강 I형교)의 교량 50개와 슬래브교 형식의 교량 18개를 바탕으로 연구하였다. 이때 교량 상부구조 부재별 가중치가 같은 라멘교는 슬래브교 형식에 포함하였다. Fig. 4는 대상 교량에 대한 예시 사진이다.

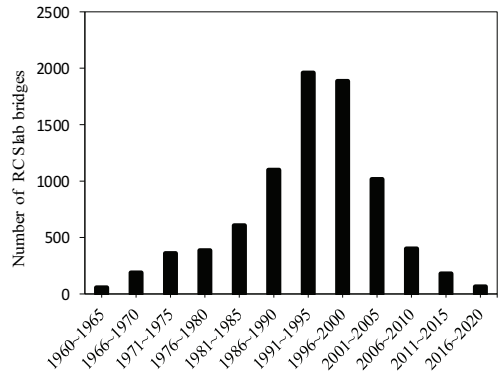

Fig. 1 Distribution of RC slab bridges according to the year of completion

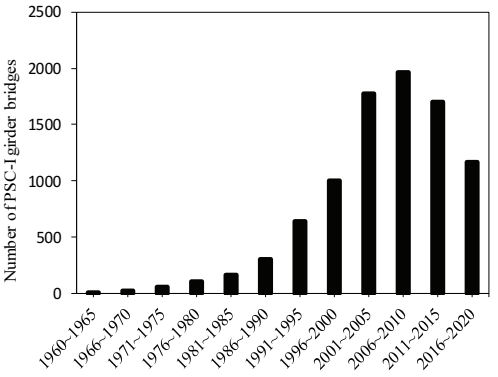

Fig. 2 Distribution of PSC I-girder bridges according to the year of completion

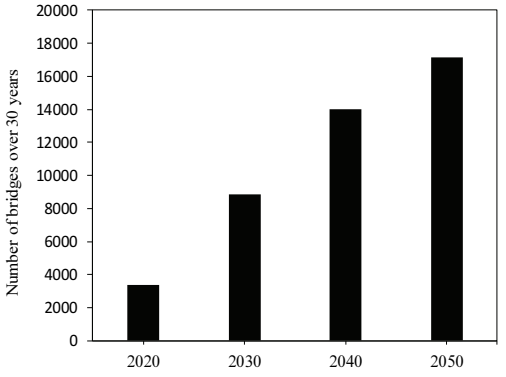

Fig. 3 Number of PSC I-girder and RC slab bridges to be operated over 30 years

Table 1 Rating criteria according to defect index and scores (KISTEC, 2019)

Classification	A	B	C	D	E
Defect index	0.10	0.20	0.40	0.70	1.00
Defect score (X)	0≤ X <0.13	0.13≤ X <0.26	0.26≤ X <0.49	0.49≤ X <0.79	0.79≤ X

(a) (b)

Fig. 4 Examples of representative bridges: (a) Gwangjin bridge (b) Hagye bridge

2.3 상부구조 및 교량 상태평가 점수

국토교통부 시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(안전점검·진단 편)에 따르면 정밀안전진단에서 교량 상태평가 시 상부구조와 하부구조, 받침부재, 콘크리트 실측 평가점수, 기타 점수로 결함도를 평가하여 등급을 정한다(KISTEC, 2019). 결함도 점수에 따른 평가 등급 산정은 Table 1과 같다. 그 중 거더교와 슬래브교의 구조형식에 따른 상부구조 부재별 가중치는 Table 2와 같다. 본 연구의 대상 거더교와 슬래브교의 상부구조 부재별 평가점수와 교량의 실제 상태평가 결과점수의 일부를 Table 3과 Table 4에 정리하였다.

2.4 상부구조 부재들과 교량 상태평가 지수에 따른 상관관계 분석

교량의 상부구조를 기준으로 거더교와 슬래브교로 나누어 각 상부구조 부재별 상태평가 점수간의 상관관계를 분석하였다. 거더교의 바닥판을 기준으로 거더, 상부구조, 교량의 상태평가 지수간의 산점도는 Figs. 5-7에 나타내었다.

거더교의 경우 바닥판과 거더의 상태평가 지수 상관관계는 0.0305로 상관관계가 거의 없었다. 반면에 바닥판과 상부구조의 상태평가 지수 상관관계는 0.6274로 상대적으로 높은 상관관계를 보였고, 바닥판과 교량의 상태평가 지수 상관관계 점수는 0.3615로 다소 작게 평가되었다.

또한 거더교의 거더를 기준으로 상부구조, 교량의 상태평가 점수간의 상관관계를 분석하였다. Figs. 8 & 9에 보인 바와 같이 거더와 상부구조 상태평가 지수의 상관관계는 0.7820로 강한 상관관계를 보였고, 거더와 교량의 상태평가 지수 상관관계는 0.4879였다. 바닥판과의 상관관계에 비해 거더와 상부구조, 교량의 상관관계가 상대적으로 다소 높았다. 그리고, Fig. 10에 나타낸 바와 같이 상부구조와 교량 상태평가 지수의 상관관계 점수는 0.5915로 조사되었다.

슬래브교는 교량 상부구조 특성상 바닥판이 곧 상부구조이기 때문에 바닥판과 교량의 상관관계만을 분석하였다. 슬래브교의 바닥판과 교량의 산점도는 Fig. 11과 같으며, 슬래브교의 슬래브와 교량 상태평가 지수의 상관관계 점수는 0.9080로 매우 높은 상관관계가 있음을 확인하였다.

Table 2 Weighting values for each member of the bridge superstructure (KISTEC, 2019)

Division	Defect evaluation items	Girder bridge		Slab bridge (including Rahmen)
		Normal	Non secondary structure	
Super structure	Bridge deck	18	18	34
	Girder	20	25	-
	Secondary structure	5	-	-

Table 3 Examples of condition evaluation scores for each member of the girder bridges

Girder bridges				
Type	Bridge deck	Girder	Super structure	Bridge
STB	0.196	0.192	0.193	0.207
STB	0.2	0.2	0.188	0.207
STB	0.15	0.2	0.167	0.181
STB	0.1	0.144	0.128	0.179
STB	0.2	0.2	0.2	0.229
PSC I	0.2	0.2	0.2	0.188
PSC I	0.2	0.2	0.2	0.189
PSC I	0.2	0.267	0.239	0.21
PSC I	0.2	0.1	0.142	0.164
PSC I	0.3	0.275	0.277	0.276

Table 4 Examples of condition evaluation scores for each member of the slab bridges

Slab bridges		
Type	Bridge deck	Bridge
RC Slab	0.267	0.25
RC Slab	0.233	0.241
RC Slab	0.14	0.189
RC Slab	0.43	0.376
RC Slab	0.33	0.342
Rahmen	0.125	0.15
Rahmen	0.2	0.156
Rahmen	0.2	0.185
Rahmen	0.2	0.155
Rahmen	0.3	0.242

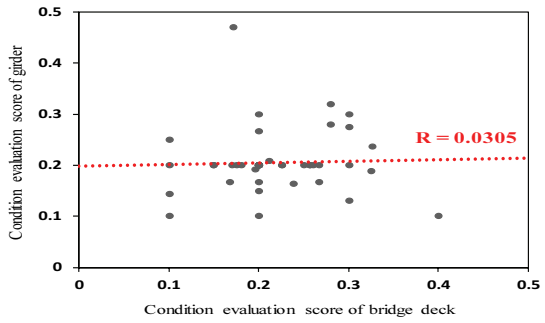

Fig. 5 Relationship between the condition evaluation scores of deck and girder for the girder bridge

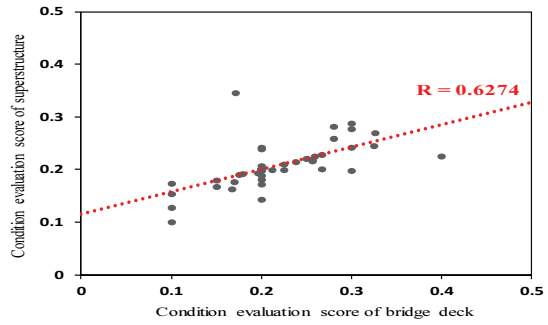

Fig. 6 Relationship betwee∈n the condition evaluation scores of deck and superstructure for the girder bridge

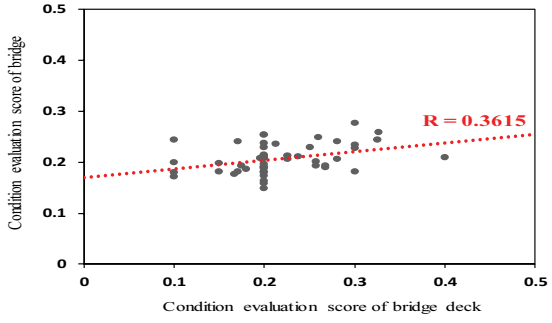

Fig. 7 Relationship between the condition evaluation scores of deck and bridge for the girder bridge

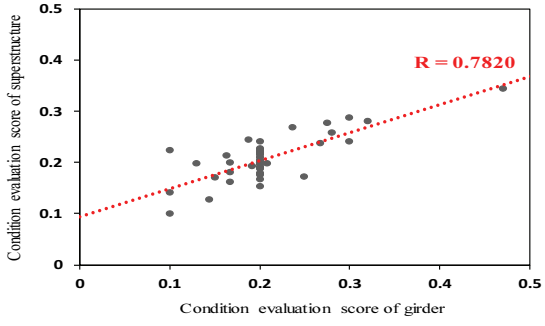

Fig. 8 Relationship between the condition evaluation scores of superstructure and bridge for the girder bridge

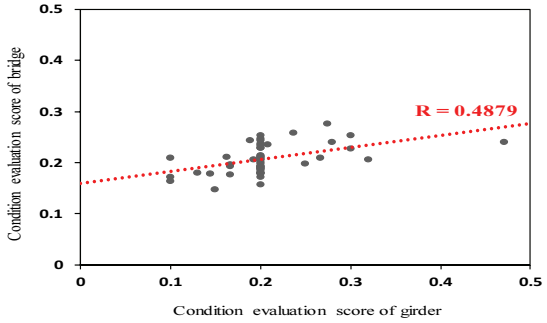

Fig. 9 Relationship between the condition evaluation scores of girder and bridge for the girder bridge

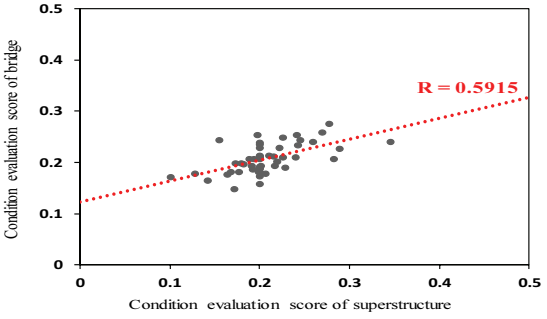

Fig. 10 Relationship between the condition evaluation scores of superstructure and bridge for the girder bridge

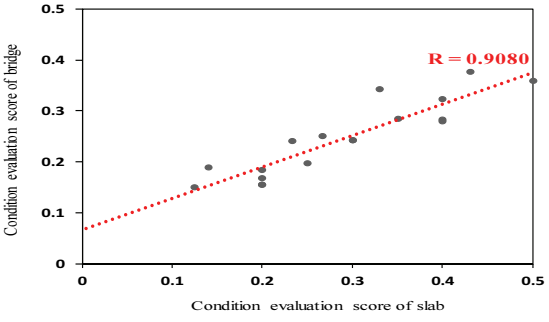

Fig. 11 Relationship between the condition evaluation scores of slab and bridge of the slab bridge

3. 상태평가와 교량의 안전성 관계 분석

3.1 교량 안전성평가

교량의 안전성평가는 상부구조와 하부구조의 안전성평가로 수행된다. 시설안전공단 시설물의 안전 및 유지관리 실시세부지침(안전점검·진단 편)에 따르면 안전성평가기준은 Table 5와 같다(KISTEC, 2019).

안전성평가에서 철근콘크리트 바닥판의 경우 강도 설계법

인 식 (1)으로 안전율로 평가하며, 거더의 경우 허용응력설계법인 식 (2)으로 안전율을 평가한다. 또한 안전율(SF)이 1과 0.9 사이인 경우, 공용내하력이 설계 하중보다 클 때는 B등급, 그렇지 않을 경우에는 C등급으로 평가한다. 따라서 안전성평가와 내하력평가는 같이 수행되어야하며, 내하율과 내하력 공식은 식 (3), (4)과 같다(KISTEC, 2019).

$$SF = \frac{\phi M_n}{M_u} \tag{1}$$

$$SF = \frac{f_a}{f_{d+l}} \tag{2}$$

$$RF = \frac{\phi M_n - \gamma_d M_d}{\gamma_l M_l (1+i)} \tag{3}$$

$$P = K_s \times RF \times P_r \tag{4}$$

여기서, 식 (1)의 ϕ는 강도감소계수이며, M_n은 설계 휨강도, M_u는 극한휨모멘트이다. 허용응력법 안전율 식 (2)에서 f_a는 사용 강재의 허용응력, f_{d+l}은 고정하중과 활하중에 의한 응력이다. 내하율 공식 식 (3)에서 γ_d는 고정하중 계수, γ_l는 활하중 계수, M_d는 실측 고정 하중 모멘트, M_l은 설계 활하중에 의한 모멘트, i는 충격계수이다. 내하력 공식 식 (4)에서 K_s는 응답보정계수, P_r은 설계 활하중이다.

Table 5 Safety evaluation standard (KISTEC, 2019)

Classification	Safety factor
A	SF < 1.0
B	0.9 ≤ SF < 1, but when the load-carrying capacity is greater than the design
C	0.9 ≤ SF < 1
D	0.75 ≤ SF < 0.9
E	SF < 0.75

3.2 교량 상부구조의 상태평가와 안전성평가 관계 분석

교량의 상부구조 안전성평가 시 거더교의 경우 거더와 바닥판으로 나누어 평가한다. 본 연구에서는 사용된 정밀안전진단 데이터 중 안전성평가가 이루어진 교량은 모두 거더교로써 총 19개이다. Fig. 12는 19개 거더교에 대한 상태등급과 안전성 등급 현황을 보여준며, 평가 지수간의 산점도는 Figs. 13 & 14와 같다.

거더교의 경우 바닥판 상태 등급과 바닥판 안전성 등급이 동일한 경우는 10.5%였으며, 상관관계 점수는 0.2445로 평가되었다. 거더 상태 등급과 거더 안전성 등급이 동일한 경우는 15.8%였으며, 상관관계 점수는 0.4558로, 바닥판에 비해서는 상대적으로 높게 분석되었다.

또한, 거더교의 바닥판과 거더의 안전성 지수 간의 상관관계를 분석하였다. Fig. 15에 보인 바와 같이, 거더교에서 바닥판과 거더간의 안전성평가 지수에 대한 상관관계 점수는 0.0044로, 상관관계가 거의 나타나지 않았다.

슬래브교의 안전성평가 데이터는 3개로 많지 않아 정확한 상관관계를 분석할 수는 없지만, 향후 연구를 위해서 바닥판의 상태등급과 안전성 등급의 관계를 Fig. 16에 나타내었다. Fig. 16에 의하면, 슬래브교에서 바닥판의 상태 등급과 안전성 등급이 동일한 경우는 없었으며, 상관관계 점수는 0.9279로 상관관계가 높게 나타났다. 하지만 적은 데이터이기 때문에 향후 더 많은 데이터를 통한 추가적인 분석이 필요하리라 판단된다.

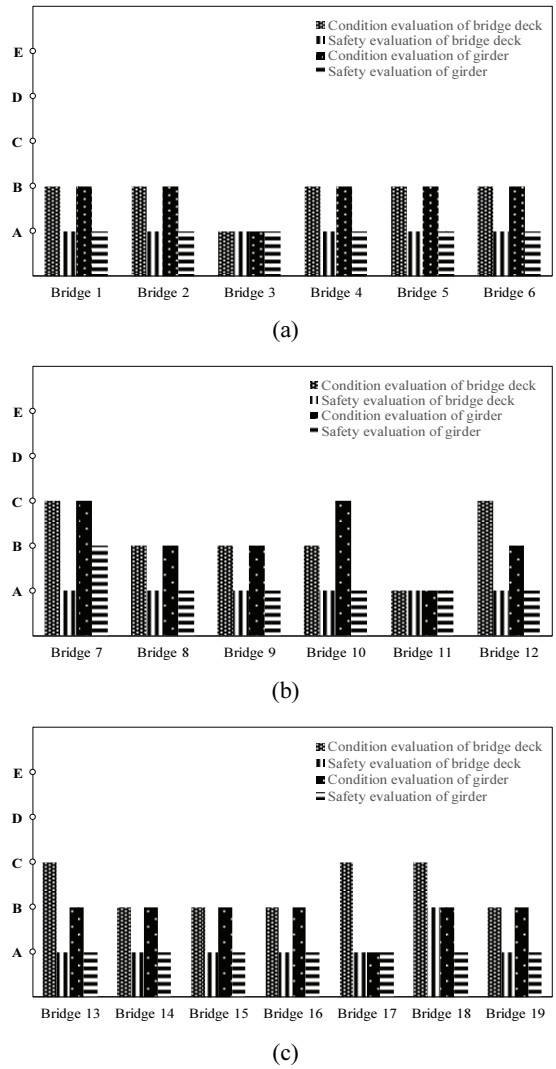

Fig. 12 Condition and safety evaluation of deck and girder for the girder bridges: (a) Bridges 1-6 (b) Bridges 7-12 (c) Bridges 13-19

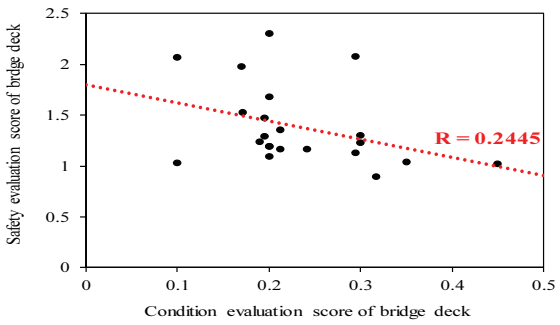

Fig. 13 Relationship between condition evaluation scores and safety evaluation scores of deck for the girder bridges

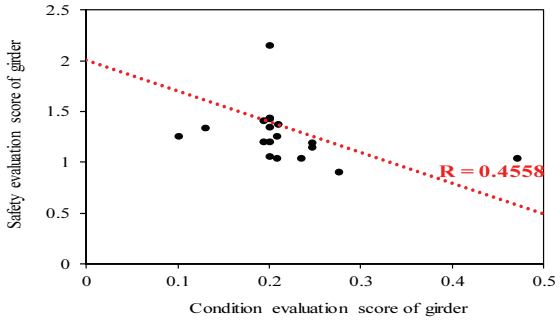

Fig. 14 Relationship between condition evaluation scores and safety evaluation scores of girder for the girder bridges

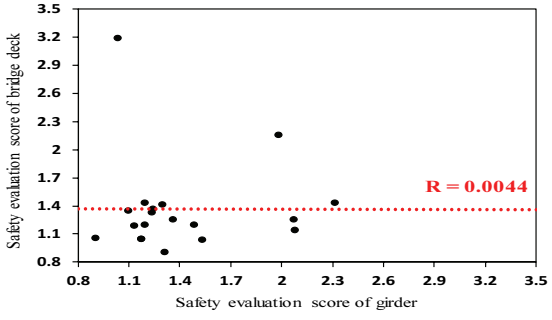

Fig. 15 Relationship between safety evaluation scores of deck and girder for the girder bridges

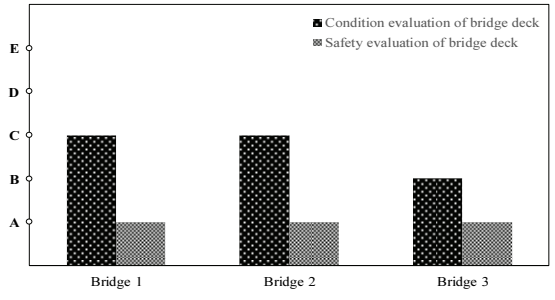

Fig. 16 Condition and safety evaluation of deck for the slab bridges

4. 교량의 내하력 및 종합평가 분석

4.1 교량 내하력 결과 분석

시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침에 따르면 교량의 안전성평가는 내하력평가 개념으로 규정되어 왔다 (KISTEC, 2018). 하지만 내하력은 활하중의 여유도로서 하중비에 따라 내하력의 변동폭이 크게 변하므로 교량의 안전성을 일관되게 평가하기 어렵다. 안전성평가 기준으로 적절하지 못하기 때문에, 안전성평가는 교량의 안전율 개념으로 평가하고 있는 실정이다.

안전성평가 기준은 Table 5에 제시한 바와 같이 안전율이 0.9에서 1.0사이에 있을 경우 재하시험에 의한 공용내하력 평가를 실시한다. 공용내하력 산정결과에 따라 공용내하력이 설계하중보다 크게 평가된 경우 안전성평가 B등급을 받으며, 그렇지 않은 경우 C등급을 받도록 규정되어 있다. 하지만 실제 교량의 안전성평가를 한 경우 거의 대부분의 교량들에서 안전율 1.0 이상인 것으로 평가될 가능성이 높다. 따라서 실제 정밀안전진단 시 내하력 결과 값은 안전성평가 시 크게 영향을 미치지 않는다.

내하력은 식 (4)와 같이 내하율과 응답보정계수를 고려하여 해당 설계 활하중을 곱한 값이다. 각 교량들의 설계 활하중이 다르기 때문에 본 연구에서는 내하력을 내하율과 응답보정계수의 곱의 값으로 분석하였다.

총 19개의 안전성평가가 이루어진 교량 중 내하력평가가 동시에 수행된 교량은 총 18개로 바닥판과 거더의 내하력 결과 값을 Figs. 17 & 18에 나타내었다. 내하력의 경우 등급 기준이 없기 때문에, 내하력 지수와 안전성 지수, 상태평가 지수를 비교 분석하였다. Figs. 19 & 20 에 보인 바와 같이 바닥판의 안전성평가 지수와 바닥판의 내하력 지수간의 상관관계는 0.3389, 거더의 안전성평가 지수와 거더의 내하력 지수간의 상관관계는 0.4401로 분석되었다. 상태평가 지수와 내하력 지수간의 관계는 Figs. 21 & 22 에 나타내었다. 바닥판의 상태평가 지수와 바닥판의 내하력 지수간의 상관관계는 0.0836으로 상관관계가 거의 없었으며, 거더의 상태평가 지수와 거더의 내하력 지수간의 상관관계는 0.2814로 분석되었다.

4.2 교량 종합평가에 대한 결과 분석

교량의 등급 평가 시 외관조사에 따른 상태평가 결과와 안전성 검토에 근거한 안전성평가 결과 중 낮은 결과를 시설물의 종합평가로 결정한다. 22개의 대상 교량 데이터 중 상태평가 결과에서 B등급은 86.36%, C등급은 13.64%였으며, 안전성평가 결과에서는 A등급은 90.91%, B등급은 0.09% 였다. 또한 모든 교량의 상태평가와 안전성평가 등급을 확인하였을 때 모든 교량의 상태평가 결과가 안전성평가 결과보다 낮게

나타났다. 따라서 교량의 종합평가 등급은 상태평가 결과 등급과 같게 나타났으며, 서울시 교량 데이터 분석 결과에서도 교량의 종합평가는 상태평가 결과 등급에 지배되었다.

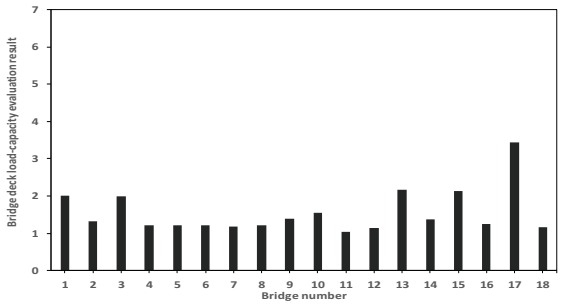

Fig. 17 Load-carrying capacity evaluation of bridge decks

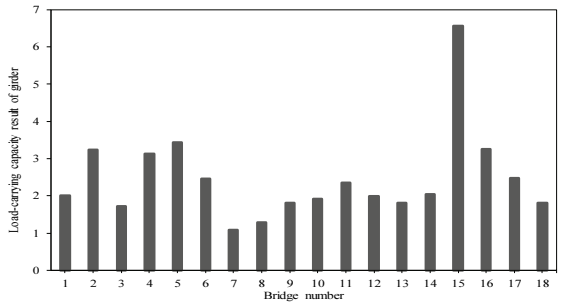

Fig. 18 Load-carrying capacity evaluation of girders

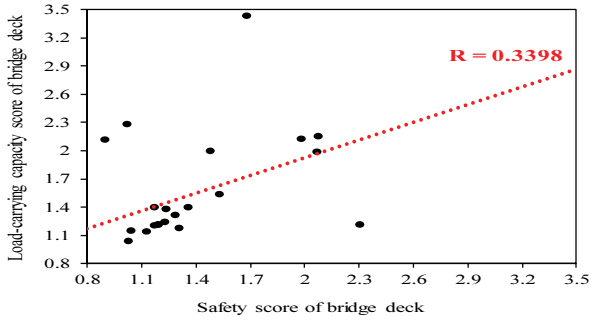

Fig. 19 Relationship between the safety score of deck and the load-carrying capacity score of deck

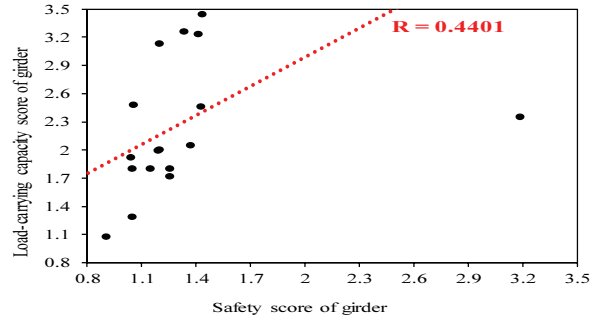

Fig. 20 Relationship between the safety score of girder and the load-carrying capacity score of girder

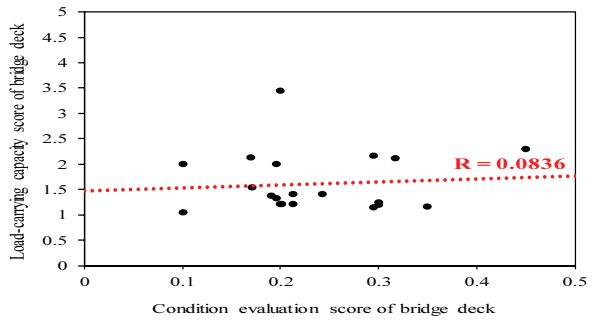

Fig. 21 Relationship between the condition score of deck and the load-carrying capacity score of deck

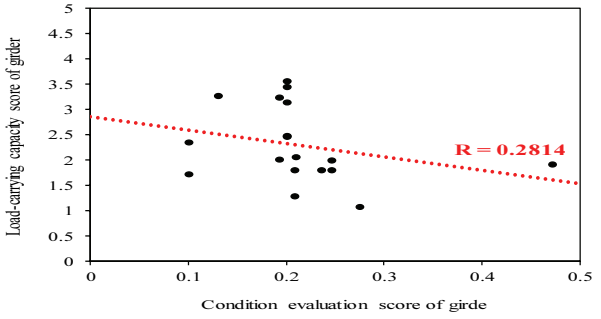

Fig. 22 Relationship between the condition score of girder and the load-carrying capacity score of girder

5. 결 론

본 연구는 서울시 정밀안전진단 보고서를 바탕으로 교량의 상부구조물간의 상태평가 지수 상관관계를 분석하였다. 또한 교량의 상태평가 지수와 안전성 및 내하력과의 관계를 비교 분석하였으며, 본 연구의 주요 결론은 다음과 같다.

거더교의 경우 바닥판과 거더의 상관관계는 거의 없었으며 바닥판 및 거더와 교량간의 상관관계는 일부 확인되었다. 반면에 바닥판과 상부구조와의 상관관계는 0.6274, 거더와 상부구조와의 상관관계는 0.7820으로 상대적으로 크게 분석되었다.

슬래브교의 경우 바닥판과 교량의 상관관계가 0.9080로 매우 크게 나타났다. 거더교의 상부구조와 교량과의 상관관계 점수(0.5915)와 비교 시, 바닥판에 의해서만 전체 상부 하중을 지지하는 슬래브교에서는 바닥판과 교량의 상태평가 연관성이 매우 높았다.

상태평가와 안전성평가 관계를 분석한 결과 거더교의 경우 바닥판 상태평가와 안전성평가 지수간의 상관관계는 0.2445로 낮게 나타났으며, 거더의 상태평가와 안전성평가 지수간의 상관관계는 0.4458로 상대적으로 높았다. 대상 교량은 적

었지만, 슬래브교에서는 바닥판의 상태평가와 안전성 평가 지수간의 상관관계가 0.9279로 높게 나타났다.

바닥판과 거더의 안전성과 내하력간의 관계를 분석한 결과 바닥판의 안전성과 내하력 지수간의 상관관계는 0.3389, 거더의 안전성과 내하력 지수간의 상관관계는 0.4401이었다. 바닥판의 상태평가 지수와 내하력 지수간의 상관관계는 0.0836으로 상관관계가 거의 없었으며, 거더의 상태평가 지수와 내하력 지수간의 상관관계는 0.2814로 분석되었다. 본 연구의 결과는 제한적인 데이터 분석에 의한 것으로 향후 추가적인 데이터 확보 및 분석이 필요할 것으로 판단된다.

교량의 정밀안전진단 데이터를 분석한 결과 모든 교량에서 상태평가 결과가 안전성평가 결과보다 낮게 나타났다. 이는 교량의 종합평가는 상태평가 등급에 의해 결정되는 것을 의미한다. 특히, 3종 교량은 현재 안전성평가와 내하력평가 등과 같은 정밀안전진단 기준이 없는 실정이다. 따라서 상태평가 결과와 교량의 안전성, 내하력 등의 성능평가를 위한 관련성 연구가 더욱 필요할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(20SCIP-B146946-03)에 의해 수행되었습니다.

References

1. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2020), 2020 Road Bridge and Tunnel Status Report, Sejong, South Korea.
2. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2016), Standard specifications, Sejong, South Korea.
3. BBC. (2018), Italy: Emergency declaration of a bridge collapsed in Genoa. BBC NEWS Korea. Available at: www.bbc.com/korean/international-45204236.
4. Yonhapnews. (2019), Suspension bridge collapse in southern France. Yonhapnews. Available at: www. yna. co. kr /view/ AKR 20191118157152081.
5. S. G. Yoon. (2019), Evaluation of Bridge Load Carrying Capacity of PSC Girder Bridge using Pseudo-Static Load Test, *Journal of The Korea Institute for Structural Maintenance and Inspection*, 23(4), 53-60.
6. Ministry of Land, Infrastructure and Transport (2020), Special Act on the Safety and Maintenance of Facilities, Sejong, South Korea.
7. Seoul Metropolitan Government. (2020), Available at: https://opengov.seoul.go.kr/research.
8. Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation (2019), The Guidelines for Safety Inspections and Full Safety Examinations, Jinju, South Korea.
9. Korea Infrastructure Safety and Technology Corporation (2018), Performance Evaluation of Guidelines for Safety and Maintenance of Facilities, Jinju, South Korea.

Received : 07/17/2020
Revised : 07/20/2020
Accepted : 07/22/2020

요 지 : 최근 국내외적으로 노후화된 시설물이 증가함에 따라 사회인프라 공용시설물 유지관리에 대한 관심이 급증하고 있다. 사회인프라 공용시설물 중 교량은 인적 및 물적 통행량이 많은 안전성에 대한 중요도가 매우 높은 시설물이다. 교량의 유지관리를 위한 교량의 종합평가는 한국시설안전공단에서 제시된 상태평가와 안전성평가로 분류할 수 있다. 하지만, 3종 교량에 대해서는 현재 종합평가와 관련된 구체적인 기준이 따로 없는 실정이다. 일반적으로 교량의 상태평가 결과가 안전성평가 결과보다 낮게 평가되어, 실제적으로 교량의 종합평가는 상태평가 결과에 지배적이라 할 수 있다. 따라서 본 연구는 교량의 상부부재들간의 상태평가 지수를 비교 분석하고, 상태평가와 안전성 및 내하력 간의 상관관계를 분석하였다. 상태평가 결과와 교량의 안전성, 내하력 등의 성능평가 결과와의 상관관계를 분석함으로써 정량적이고 관련성이 높은 교량의 종합평가, 특히 3종 교량의 종합평가 기준 정립 시 활용할 수 있는 기초자료를 제시하고자 한다.

핵심용어 : 노후교량, 상태평가, 안전성평가, 내하력, 상관관계