

제 7 장 종합평가

7.1 종합성능등급의 결정

7.2 종합평가 기준 및 방법

7.3 종합성능 평가 결과

제 7장 종합평가

7.1 종합성능등급의 결정

7.1.1 시설물의 안전성능 평가 방법

안전성능은 상태안전성능과 구조안전성능으로 구분하여 평가를 실시하며, 세부적인 방법 및 절차·기준 등은 「시설물편」에 따른다.

책임기술자는 상태안전성능과 구조안전성능에 대한 외관조사와 각종 시험 및 측정 결과를 종합적으로 검토하여 안전성능에 대한 안전성능 등급을 지정하여야 한다.

7.1.2 시설물의 상태안전성능 평가 방법

상태안전성능 평가는 재료시험 및 외관조사에 의해 시설물의 각 부재로부터 발견된 결함, 손상, 열화 등 상태변화를 근거로 하여 상태안전성능 평가 기준에 따라 실시한다.

제2종성능평가에서는 대상시설물에 대하여 점검하고, 외관조사망도를 작성하여 상세히 상태안전성능 평가를 실시하며, 외관조사망도를 작성하지 않은 부위는 이전의 성능평가 보고서에 수록된 상태안전성능 평가 결과를 참조하여 책임기술자가 대상시설물에 대한 상태안전성능 평가 결과를 결정한다.

제1종성능평가에서는 대상시설물에 대하여 외관조사망도를 작성하여 부재별로 상세히 상태평가를 실시하며, 책임기술자가 대상시설물에 대한 상태안전성능 평가 결과를 결정한다.

상태안전성능 평가가 정확히 이루어졌는지 확인하는 동시에 기록용 문서로서 이용하기 위하여 외관조사 결과를 성능평가의 서식에 각각의 결함의 형태, 크기, 양 및 심각한 정도 등을 기록하여야 한다.

7.1.3 시설물의 구조안전성능 평가 방법

책임기술자는 재하시험(계측) 및 구조해석 또는 기존의 구조안전성능 평가 자료와 함께 부재별 상태, 재료시험 결과 및 각종 계측, 측정, 조사 및 시험 등을 통하여 얻은 결과를 분석하고 이를 바탕으로 시설물의 안전과 부재의 내하력 등을 종합적으로 평가하여 「시설물의 안전 및 유지관리의 실시 등에 관한 지침」의 구조안전성능 평가 기준에 따라 시설물

의 구조안전성능 평가 결과를 결정한다.

결과보고서에는 구조안전성능 평가에 사용된 해석방법의 종류 및 해석결과, 입력자료에 대한 설명과 계산 기록을 포함하여야 한다.

가. 비파괴재하시험

정적 또는 동적 재하시험

나. 지반조사 및 탐사

지표지질조사, 페이스맵핑, 시추 또는 오거보링, 시험굴, 공내시험, 시료채취, 토질 및 암반 시험, G.P.R 탐사, 지하공동, 지층분석, 탄성파탐사, 전기탐사, 전자탐사, 시추공 토모그래피 탐사, 물리검층 등

다. 지형, 지질조사 및 토질시험

라. 수리·수충격·수문 조사

마. 계측 및 분석

시설물 및 시설물 주변의 지반에 대한 침하, 변위, 거동 등의 계측(경사계, 로드셀, 지하수 위계, 소음 및 진동 등) 및 계측 데이터 분석

바. 수중조사

조사선, 잠수부 등에 의한 교대·교각기초, 댐, 항만, 해저송유관 등의 수중조사

사. 누수탐사

아. 콘크리트 제체 시추조사

시추, 공내시험, 시편채취, 강도시험, 물성시험 등

자. 콘크리트 재료시험

코어채취, 강도시험, 성분분석, 공기량시험, 염화물침투량시험 등

차. 기계·전기설비 및 계측시설의 성능검사 또는 시험계측(건축물 제외)

카. 기본과업 범위를 초과하는 강재비파괴시험

타. 기타 구조안전성능 평가를 위하여 필요한 사항

7.1.4 시설물의 내구성능 평가 방법

시설물의 내구성능에 대한 평가는 시설물의 재료적 내구성능을 확인하기 위해 시험결과와 외부환경에 대한 내구성능 저하인자 등을 종합적으로 검토하여 실시한다.

내구성능 평가를 위해 필요한 시험 항목 및 수량, 외부환경 인자 검토사항 등은 「세부지침」에 따르며, 시설물의 특성 및 평가 목적에 따라 이를 조정할 경우 결과보고서에 그 사유를 기재하여야 한다.

책임기술자는 내구성능을 확인하기 위한 시험결과, 부재의 열화 정도 등을 통하여 시설물의 사용 환경과 시설물의 물리적 상태를 함께 검토하여 내구성능 등급을 지정하여야 한다.

7.1.5 시설물의 사용성능 평가 방법

시설물의 사용성능에 대한 평가는 시설물의 설계 당시와 준공 이후 사용자·관리자의 사용상 편의성, 수요, 용량 등에 대한 현장조사, 설계도서 및 관리기준 등을 종합적으로 검토하여 평가를 실시하여야 하며, 이에 대한 세부사항은 「세부지침」에 따른다.

책임기술자는 현장조사, 설계도서 및 관리기준 등의 검토 결과와 시설물의 준공 이후 사용성능과 관련된 평가 지표의 변동 유무를 확인하여 평가에 반영하고 사용성능 등급을 지정하여야 한다.

사용성능 평가를 위하여 시설물 유형, 준공시기 및 사용 환경이 유사한 시설물의 자료를 참고하여 반영할 수 있으며, 필요한 경우 자료를 획득할 수 있는 시험 및 측정 등을 추가로 실시할 수 있다.

7.1.6 시설물의 종합평가 방법

책임기술자는 성능평가를 통해 실시 결과에 따라 결정된 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 종합하여 종합성능등급을 결정하여야 한다.

종합평가 및 종합성능등급의 산정 절차와 방법은 「세부지침」에 따르며, 최종적으로 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급과 함께 종합성능등급의 결과를 작성하여 보고서에 수록한다.

이전 안전성능, 내구성능, 사용성능 및 종합성능등급을 변경하는 경우에는 성능평가 실시결과와 유지관리(보수·보강 등) 이력 등을 검토하여 변경된 사유를 성능평가 결과보고서에 기재하여야 한다.

7.1.7 종합성능등급 지정

가. 안전성능 등급

평가등급	안전성능 수준
A (우수)	•외관상 결함, 손상 또는 붕괴 등의 요인에 대한 문제점이 없는 성능 수준
B (양호)	•일부 부재에서 경미한 결함이 발생하였으며, 결함의 진행 여부를 지속적으로 관찰하고 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	•광범위한 부재에서 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강이 필요한 성능 수준
D (미흡)	•심각한 결함에 대한 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정해야 하는 성능 수준
E (불량)	•심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축이 필요한 수준

나. 내구성능 등급

평가등급	내구성능 수준
A (우수)	•외부 환경조건 등으로 인한 내구성능 저하가 발생할 가능성이 낮은 성능 수준
B (양호)	•일부 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경 등의 조건을 고려하여 보수 여부를 결정해야 하는 성능 수준
C (보통)	•광범위한 부재에서 내구성능의 저하 가능성이 조사되었거나 주의가 필요한 수준으로 진행되어 간단한 보수가 필요한 성능 수준
D (미흡)	•광범위한 부재에서 내구성 저하가 진행되어 긴급한 보수 또는 교체가 요구되는 성능 수준
E (불량)	•광범위한 부재에서 내구성능의 저하가 심각하게 진행되어 즉각 사용을 금지하고 보수 또는 교체가 필요한 성능 수준

다. 사용성능 등급

평가등급	사용성능 수준
A (우수)	•현재 수요 등을 만족하고 장래 수요 및 외부조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	•현재 수요 등을 만족하나 장래 수요 및 외부조건 변화 등에 대한 관찰 및 주의가 필요한 성능 수준
C (보통)	•장래 수요 및 외부조건 변화에 대해 기능발휘 또는 사용상 편의에 일부 문제점이 있어 일부 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	•대부분의 기능이 요구되는 기능에 미치지 못하거나 운영 및 사용상 편의가 심각하게 우려되는 수준으로 광범위한 부분에서 개선이 필요한 성능 수준
E (불량)	•기능 발휘 또는 사용상 편의를 기대할 수 없어 개선 또는 개량이 필요한 성능 수준

라. 종합성능등급

평가등급	종합성능 수준
A (우수)	•외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	•일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	•광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능 수준
D (미흡)	•성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수·보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	•심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

7.1.8 안전성능·내구성능·사용성능 등급 및 종합성능등급 작성 방법

종합성능등급			(예시)	A		
안전성능	내구성능	사용성능		A	A	A

7.2 종합평가 기준 및 방법

7.2.1 종합평가 기준

가. 성능간 가중치 산정

종합평가 성능항목간 가중치는 도로교량의 경우 일반국도, 고속국도 교량으로 구분하며, 철도교량의 경우 일반철도, 고속철도로 구분하여 성능간 가중치를 적용하여 평가한다.

【표 7.1】 사용성능 평가

구분	성능항목		
	안전성능	내구성능	사용성능
성능간 가중치(W_n)	0.68	0.21	0.11

【표 7.2】 고속국도교량의 종합평가 산정기준

구분	성능항목		
	안전성능	내구성능	사용성능
성능간 가중치(W_n)	0.68	0.19	0.13

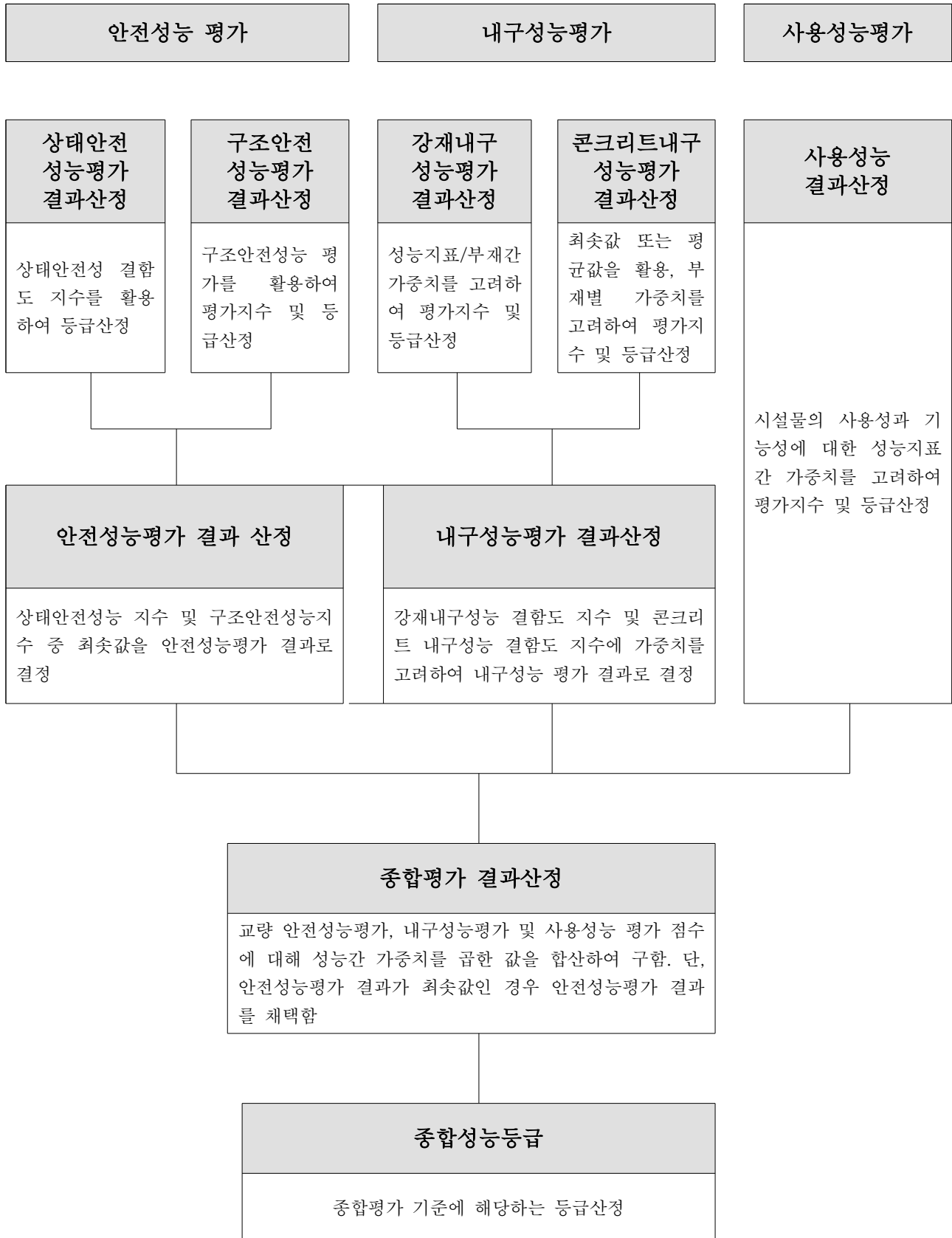
【표 7.3】 일반철도교량의 종합평가 산정기준

구분	성능항목		
	안전성능	내구성능	사용성능
성능간 가중치(W_n)	0.71	0.18	0.11

【표 7.4】 고속철도교량의 종합평가 산정기준

구분	성능항목		
	안전성능	내구성능	사용성능
성능간 가중치(W_n)	0.73	0.16	0.11

나. 최종 등급 산정을 위한 평가체계



【그림 7.1】 교량의 종합성능등급 지정 절차

7.2.2 종합평가 결과 산정 방법

가. 종합평가 결과 산정

종합평가 산정시, 각 성능(안전성능, 내구성능, 사용성능)간 결함도 점수를 가중평균하여 종합성능등급 도출한다.

종합평가의 산정방법은 안전성능평가, 내구성능평가 및 사용성능평가 결과에 대해 각 성능 항목별로 부여된 가중치를 곱한 값을 합산하여 구한다.

단, 안전성능, 내구성능, 사용성능 등급을 비교하여 안전성능 등급이 가장 낮을 경우 구조물의 위험성을 고려하여 안전성능등급을 종합성능등급으로 지정한다.

$$\text{종합평가점수}(E) = \sum[\text{성능별 결함도 점수}(X_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n)]$$

여기서, E_n : 성능별 결함도 점수

W_n : 성능간 가중치

(단, 안전성능이 확보되지 않을 경우, 안전성능등급 = 종합성능등급)

각 성능간 중요도를 고려하여 산정한 교량 종합성능등급은 아래 표와 같다.

【표 7.5】 교량 종합성능등급 기준

평가등급	평가점수 범위	시설물의 상태
A (우수)	$0 \leq E < 0.13$	•외관상 결함, 손상 등의 요인에 대한 문제점이 없고 내구성능 저하 가능성이 낮으며 외부 환경조건 변화 등을 수용할 수 있는 성능 수준
B (양호)	$0.13 \leq E < 0.26$	•일부 부재에서 경미한 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었으며, 외부 환경조건 등을 고려하여 진행 여부를 지속 관찰하고 보수 여부를 결정하여야 하는 성능 수준
C (보통)	$0.26 \leq E < 0.49$	•광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능수준
D (미흡)	$0.49 \leq E < 0.79$	•성능이 기준에 미치지 못하여 시설물의 지속적인 사용이 어려운 수준으로 긴급한 보수·보강 또는 개선이 필요하며 사용제한 여부를 검토해야 하는 성능 수준
E (불량)	$0.79 \leq E$	•심각한 결함 또는 내구성능 저하로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있거나 기능을 발휘하지 못하는 수준으로 즉각 사용을 중단하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 성능 수준

나. 종합평가 결과 산정 예

교량 종합평가 결과 산정 방법은 다음과 같다

【표 7.6】 교량 종합성능등급 결과산정(예시)

시설물 종합성능등급 결과 산정표			
시설물명	일반국도 교량		
평가구분	성능별 결합도 점수 (X_n)	평가등급	성능간 가중치 (W_n)
안전성능 평가	0.257	b	0.68
내구성능 평가	0.214	b	0.21
사용성능 평가	0.459	c	0.11
종합평가 결과	$= 0.257 \times 0.68 + 0.214 \times 0.21 + 0.459 \times 0.11$ $= 0.270$ $\therefore \text{C 등급}$		

7.2.3 복합구조 형식 종합평가 기준 산정

가. 복합구조 형식 종합평가 기준

길이와 차선에 따른 가중치를 적용하여 종합평가 시 본교와 접속교 및 램프교를 모두 포함하여 최종 상태안전성능 결과를 산정한다.

전체교량은 본교, 접속교, 다수의 램프교로 구성되며 각각의 차선수에 따른 폭이 다르므로 차선은 가중치가 되고 연장비 계산에서 연장은 연장에 차선수를 곱한 값으로 한다.

1) 본교

- 같은 구조형식별로 분류한 후 부재별로 평균한다. 구조형식에 따른 가중치를 적용하여 환산 결합도 점수를 구한다.

① 본교 전체의 종합평가

- 본교 전체의 안전성능, 내구성능, 사용성능을 구조형식별로 산정한 후 종합평가환산 결합도 점수에 연장비를 곱한 후 전체를 합하여 산정한다.

【표 7.7】복합구조 형식 본교 종합성능등급 결과산정(예시)(일반국도의 경우)

구분	구조형식	안전 성능	내구 성능	사용 성능	종합성능 환산결합도 점수	상태안전 성능결과	연장 (m)	연장비	종합성능 환산결합도 점수 x 연장비
본교	강거더교	0.257	0.214	0.459	0.270	C	2,000	0.571	0.154
	라멘교	0.187	0.245	0.242	0.205	B	1,000	0.286	0.059
	PSC박스교	0.296	0.278	0.356	0.299	C	500	0.143	0.043
									0.256
									B

② 접속교

- 본교 기준에 준하여 평가한다.

③ 램프교

- 램프교의 경우에는 각 램프에 대해 별도로 평가하며, 램프교 전체를 대표하는 종합평가 결과는 산정하지 않는다.

④ 전체 교량의 대표 종합평가 결과 산정

- 길이와 차선에 따른 가중치를 적용하여 종합평가 시 본교와 접속교 및 램프교를 모두 포함하여 최종 종합평가 환산 결합도 점수 결과를 산정한다.

【표 7.8】전체교량 복합구조 형식 종합성능등급 결과산정(예시)

구분	구조형식	종합성능 환산결합도 점수	상태안전 성능결과	연장(m)	차선	길이 × 차선	연장비	환산결합도 점수 × 연장비
교량	본교	0.256	B	3,500	4	14,000	0.500	0.128
	접속교	0.266	C	3,000	4	12,000	0.429	0.114
	B램프교	0.187	B	200	2	400	0.014	0.003
	C램프교	0.236	B	100	2	200	0.007	0.002
	D램프교	0.625	D	100	2	200	0.007	0.004
	E램프교	0.285	C	300	2	600	0.021	0.006
	N램프교	0.176	B	200	2	400	0.014	0.003
	O램프교	0.294	C	100	2	200	0.007	0.002
								0.262
								C

7.3 종합성능 평가 결과

7.3.1 개요

대상 구조물의 종합평가는 『시설물의 안전 및 유지관리 실시 세부지침(성능평가편, 2024. 12, 국토교통부/한국시설안전공단)』에 의거 안전성능 및 내구성능, 사용성능의 결함도 점수를 가중평균하여 종합성능등급을 결정하였다.

7.3.2 종합성능평가 결과

대상시설물인 장암교에 대한 안전성능 및 내구성능, 사용성능 평가 결과에 각 성능항목별로 부여된 가중치를 적용하여 종합성능등급을 산정한 결과, “광범위한 부재에서 결함이나 내구성 저하 가능성이 조사되었고 기능 또는 사용상의 편의에 일부 문제점이 있으나, 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며, 간단한 보수 또는 보강 및 개선이 필요한 성능수준”인 “C등급”으로 평가되었다.

【표 7.9】종합성능평가 결과

시설물 종합성능등급 결과 산정표				
시설물명	장암교			
평가구분	성능별 결함도 점수(E_n)	평가등급	성능간 가중치(W_n)	비 고
안전성능 평가	0.282	c	0.68	
내구성능 평가	0.156	b	0.21	
사용성능 평가	0.547	d	0.11	
종합평가 결과	- 종합평가 지수(E) $= \sum(\text{성능별 결함도 점수}(E_n) \times \text{성능간 가중치}(W_n))$ $= 0.282 \times 0.68 + 0.156 \times 0.21 + 0.547 \times 0.11 = 0.285$ - 종합성능 지수(E) : 0.285 - 종합성능 등급 : C			

