

가천교 정밀안전진단 과업요약문

1. 과업의 목적

본 용역은 『시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법』 제12조 및 동법 시행령 제10조에 따라 정기적으로 실시하는 정밀안전진단으로써, 정밀한 외관조사와 시험·측정장비 및 기기를 사용하여 시설물의 물리적·기능적 결함을 발견하고 그에 대한 신속하고 적절한 조치를 하기 위하여 구조적 안전성 및 결함의 원인 등을 검토·분석·평가하여 보수·보강방법을 제시함으로써 재해 및 재난을 예방하며, 시설물의 안전성 및 사용성을 보완·보전케 함으로써 시설물의 효용성을 증진시킴과 더불어 과학적 유지관리를 체계화 하는데 그 목적이 있다.

2. 과업수행 내용

과업항목	과업 내용
자료수집 및 분석	• 준공도면, 구조계산서, 특별시방서 • 실시설계 종합보고서 • 지반조사 보고서 • 시설물관리대장 • 기존 안전점검·정밀안전진단 실시결과 검토·분석 • 보수·보강이력 검토·분석
현장조사 및 시험	• 교량의 제원 및 시공상태 조사 • 전체부재의 외관조사 및 외관조사망도 작성 - 콘크리트 구조물 : 균열, 누수, 박리, 박락, 층분리, 백태, 철근노출 등 - 강재 구조물 : 균열, 도장상태, 부식 및 접합(연결부) 상태 등 - 신축이음, 교량받침 등 기능상태 조사 • 현장재료시험 등 - 콘크리트 시험 : 비파괴강도(반발경도시험, 초음파전달 속도시험 등), 철근탐사 시험, 탄산화 깊이측정, 균열깊이 측정, 염화물함량 시험(제설재에 의한 손상부 건전도 평가) - 강재 시험 : 강재 비파괴시험(도막두께 조사, 초음파 탐상시험) 등
상태평가	• 외관조사 결과분석 • 현장시험 및 재료시험 결과분석 • 콘크리트 및 강재 등의 내구성 평가 • 부재별 상태평가 및 시설물 전체의 상태평가 결과에 대한 소견
안전성평가 및 내진성능평가	• 조사, 시험, 측정결과의 분석 • 기존의 구조계산서 또는 안전성평가 자료 검토·분석 • 내하력 및 구조 안전성평가 • 내진성능평가 • 시설물의 안전성평가 및 내진성능평가 결과에 대한 소견
종합평가	• 시설물의 종합평가 결과에 대한 소견 • 안전등급 지정
보수·보강 방법	• 보수·보강 방법 제시 • 시설물 유지관리 방안 제시
보고서 작성	• 관리주체 협의(자문위원회 심의 등) • CAD 도면 작성 및 보고서 작성

3. 과업수행 기간

2022.03.11 ~ 2022.06.09 (91일간)

4. 자료수집 및 분석

1) 주요 점검 및 진단 이력사항

번호	구분	일시	결과	수행기관
1	정밀안전점검	2003.04.25	A등급	(주)한국건설안전기술단
2	정밀안전점검	2005.07.05	A등급	(주)해성안전기술원
3	정밀안전점검	2007.05.31	A등급	부계기술단(주)
4	정밀안전점검	2009.06.30	A등급	(주)동화엔지니어링
5	정밀안전진단 (하자)	2012.06.30	B등급	(주)아워브레인
6	정밀안전점검	2014.04.05	B등급	(주)삼우기술
7	정밀안전점검	2016.04.03	B등급	(주)우림종합엔지니어링
8	정밀안전진단	2017.06.09	B등급	(주)우림종합엔지니어링
9	정밀안전점검	2019.06.09	B등급	(주)명성엔지니어링
10	정밀안전점검	2021.06.09	B등급	주식회사 다인기술단

2) 보수·보강 이력사항

구분	일자	내용	비고
1	2010년 10월	교면포장 재포장(61,060천원)	(주)협우건설
2	2011년 03월	교면포장 재포장(73,700천원)	(주)협우건설
3	2012년 11월	교각 먼처리 및 중성화방지 표면처리 보수 실시	하자보수공사
4	2013년 03월	중분대 및 난간 콘크리트 중성화 방지공사(70,000천원)	한성안전
5	2013년 03월	교면포장 재포장(70,000천원)	원진건설(주)
6	2015년 05월	신축이음 후타재 균열 및 단면보수	-
7	2016년 04월	교면포장 재포장(절삭후 재포장, 16,700천원)	대익건설(주)
8	2017년 11월	교면 방수공사(450,000천원)	(주)새움씨앤씨
9	2019년 09월	표면처리, 단면보수, 배수관 탈락 누수 보수(8,330천원)	(주)천수
10	2019년 10월	신축이음(P3) 고무재 교체(9,792천원)	(주)진화건설
11	2020년 08월	균열부 백태 표면처리(2,444천원)	(주)천수

3) 자료분석 결과요약

구 분	수집 자료	자료분석 결과	진단과업 진행방향
건 설 관 련 자 료	◇ 대구광역시 4차 순환도로 (고산국도~안심국도)건설 실시설계 - 구조 및 수리계산서 - 구조물도 등	◇ 구조계산서 및 구조물도는 당시 설계기준에 준하여 작성된 것으로 확인됨 ◇ 설계도면과 실측 제원 비교시 주요 부재에 대하여 전반적으로 동일함	
유 지 관 리 자 료	◇ 정밀안전점검 및 정밀안전진단 보고서	◇ 공사중 및 준공후 21년간 공용하면서 안전성에 문제가 없는 양호한 상태로 검토됨 ◇ 2018년 전구간 재포장, 유도배수관 재설치 등의 보수가 실시되었음 ◇ 일부 기발생된 손상에 대하여 보수가 필요한 상태임	◇ 2018년 전구간 재포장 실시되었으므로 보수이후 신규손상 발생 여부에 대한 검토가 필요함 ◇ 유도배수관 재설치이후 신규손상 발생에 대한 검토가 필요함 ◇ 구조계산서 등을 검토한 결과 내진설계가 적용된 것으로 확인되었으나 준공후 내진성능평가가 미 실시되어 금회 내진성능평가를 수행하여야 함.
	◇ 보수·보강 이력	◇ 보수 및 보강 이력은 관리주체에 제공받아 검토하였으며 대체로 내구성 저하방지를 위한 보수가 실시됨	

5. 외관조사

1) 범물방향

구분		주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
거더	외부	강재 거더 외부는 신규 손상으로 도장 균열이 조사되었고, 그 외 부식, 변형 등의 주요손상은 없는 상태이다.	도장균열은 통행차량 또는 작업장비 등에 의한 외부 충격에 따른 손상이며, 손상 면적은 소규모로 발생한 상태로서 도장손상에 따른 부식 정도는 경미하나, 내구성 확보를 위한 도장보수가 필요하다.
	내부	강재 거더 내부는 도장박리 및 이물질 퇴적, 환기구 볼트 체결불량이 조사되었다.	- 도장박리는 현장 이음부 및 시공당시 틈을 통해서 유입된 누수흔적으로 판단되며, 현재 이음부(스플라이스)는 실링으로 마감되어 있는 상태이다. 공용기간이 증가함에 따라 흔적부위 도장이 박리 및 부식 등으로 발전한 것으로 판단되며, 2차손상 발생 우려가 있으므로 재도장을 통한 보수가 필요하다. - 이물질퇴적은 조류서식에 의한 손상으로 안점점검 및 유지관리 등을 실시한 후 점검문의 폐합을 철저히 하여, 조류의 출입을 막고, 이물질 퇴적에 대해서는 청소가 필요하다. - 환기구 볼트 체결불량은 시공미흡에 의한 환기구 볼트체결불량이 일부 조사되었으며, 정비를 통한 유지관리가 필요하다.
2차부재		가로보 및 세로보는 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.	가로보 및 세로보는 거더의 내측 사이에 위치하고 있어 외부 충격이나 우수 유입으로 인한 손상발생이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
바닥판		기 발생한 파손 손상은 보수되었으며, 기존손상인 표면오염 및 근접점검으로 인한 미세균열(0.3mm미만)이 추가 조사되었다.	- 균열(0.3mm미만)은 대체로 초기 건조수축에 의해 발생한 횡방향 표면균열로 균열폭 및 발생밀도 등을 고려하면 비구조적인 손상으로 판단되며, 공용기간 증가에 따른 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 표면처리 보수를 실시하는 것이 필요하다. - 표면박리, 오염은측면 우수유입(공용기간 증가)에 따른 수분접촉 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 현재 추가진전은 미미한 상태로 주의관찰을 통한 유지관리 실시가 바람직하다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
하부구조	기 발생한 콘크리트 파손, 실란트 파손 대한 보수가 일부 실시되었으며, 균열(폭 0.3mm 미만) 및 망상균열, 콘크리트 표면열화, 이물질퇴적, 누수오염, 실란트 파손 등이 조사되었다. A1 날개벽측의 판넬형옹벽은 양호한 상태로 조사되었다.	- 균열(0.3mm미만), 망상균열은 건조수축 및 구속응력, 온도변화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 보수를 실시하는 것이 필요하다. - 표면오염, 체수흔적은 장기공용 및 우수, 외기에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 전회와 비교시 진전이 미미한 상태이다. 현재 발생한, 표면열화, 체수흔적은 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. - 실란트 파손은 장기공용 및 온도변화에 의한 실란트 열화손상으로, 손상의 정도가 심하지 않은 상태로써, 주의관찰 후 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. - 이물질퇴적은 조류서식에 의한 손상으로 거더내부의 이물질퇴적과 더불어 청소가 필요하다.
교량받침	- 전반적인 가동상태는 양호하며 외관조사 결과, 기 발생한 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)에 대해 보수를 실시하였고, 무수축물탈 균열(0.3mm미만)이 조사되었다. - 교대 및 교각의 교량받침 연단거리는 설계기준을 만족함. - 범물방향 받침장치 가동 여유량 검토 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.	균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 비구조적인 균열이나, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.
신축이음	- 본체는 전반적으로 작동상태는 양호하며, 후타재 접속부는 이격이나 단차 등이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 기 발생한 후타재 균열(0.3mm미만)은 미보수된 상태로 진전은 미미한 편이다. 추가 손상으로 후타재 망상균열이 조사되었다. - 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	후타재 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 차량의 반복적인 윤하중, 온도변화, 공용기간 경과에 의한 것으로 판단되며, 표면처리를 통한 내구성 확보를 하는 것이 바람직하다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
교면포장	교면포장은 일부 아스콘 균열, 패임, 임시보수부 소성변형 등의 손상이 조사되었다.	- 아스콘 균열은 중차량이 다니는 3차선 측에 발생한 손상으로 차량의 반복적인 운하중, 공용기간 경과에 의한 것으로 판단되며, 즉각보수 보다는 주기적인 관찰을 통한 유지관리 후 손상의 증가 시 보수를 실시하는 것이 바람직하다. - 아스콘 패임, 파손은 차량의 반복적인 운하중, 공용기간 경과에 의한 신축이음 후타재 접속부에 발생한 아스콘 파손은 보수가 필요하며, 아스콘 패임은 차량에 의한 굽힘으로 판단된다. 상기 손상들은 교면포장에 발생한 손상들과 함께 손상의 증가시 일괄보수(재포장)를 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다. - 소성변형은 아스콘 임시보수를 실시한 곳에 반복적인 차량의 운하중에 의해 발생한 손상으로 상기 손상들은 교면포장에 발생한 손상들과 함께 손상의 증가시 일괄보수(재포장)를 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.
배수시설	교량 상면의 배수구는 막힘이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 그 외 배수관 및 고정철물에는 문제가 없는 것으로 조사되었다.	현재, 배수시설은 양호한 상태로 조사되었으나, 공용기간 증가 및 강우에 의해 퇴적물이 쌓일 수 있으므로, 원활한 배수기능 확보를 위해 주기적인 청소가 필요하다.
난간, 연석	기 발생한 균열(0.3mm미만), 백태 손상은 진전이 미미한 상태로 조사되었고, 그 외의 추가손상은 없는 상태이다.	- 균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생된 수직방향의 미세균열로 보수보다는 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 바람직하다. - 백태균열은 장기공용, 우수에 의한 균열부에 발생한 백태로, 전회와 비교시 진전이 미미한 상태로, 그 정도가 크지 않으므로, 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 바람직하다.
점검시설	점검시설 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.	현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과, 외부 습기노출, 우수유입 등에 의해 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
하중조사	본 교량에 대한 준공도면과 현재 부재의 상태를 확인한 결과, 모든 부재는 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.	

2) 안심방향

구분		주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
거더	외부	◦ 강재 거더 외부는 기존 손상인 하부 플렌지 국부 변형이 조사되었다.	▪ 강재변형 - 하부 도로통행 차량의 충격으로 인해 발생된 손상으로 판단된다. 손상부의 거더내부 변형 및 주변부 손상은 없는 상태로써 구조적 위험성은 없으므로, 보수보다는 손상의 진전여부를 확인, 주의관찰하는 유지관리가 필요하다.
	내부	◦ 강재 거더 내부는 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.	▪ 양호한 상태로 유지되고 있는 거더내부는 주기적인 점검 및 점검문 체결확인 등 유지관리를 실시하면 성능발휘에 문제가 없을 것으로 판단된다.
2차부재		◦ 가로보 및 세로보는 전반적으로 손상이 없는 양호한 상태로 조사되었다.	▪ 가로보 및 세로보는 거더의 내측 사이에 위치하고 있어 외부 충격이나 우수 유입으로 인한 손상발생이 없는 양호한 상태로 조사되었다.
바닥판		◦ 기 발생한 손상인 균열(0.3mm미만), 백태, 파손이 확인되었고, 동일 손상이 추가 조사되었다.	▪ 균열(0.3mm미만)은 대체로 초기 건조수축에 의해 발생된 횡방향 표면균열로 균열폭 및 발생밀도 등을 고려하면 비구조적인 손상으로 판단되며, 공용기간 증가에 따른 우수유입, 온도변화 등에 의해 손상이 진전될 우려가 있으므로 내구성 확보 차원에서 표면처리 보수를 실시하는 것이 필요하다. ▪ 백태는 종조인트부를 통한 우수유입, 수분집축 등의 원인에 의해 발생한 것으로 판단되며, 표면처리를 통해 구조물의 내구성 저하를 방지하는 것이 바람직하다. ▪ 파손은 배수관 연결부 콘크리트 들뜸에 의한 손상으로 진전시 콘크리트 탈락 및 배수관 탈락으로 인해 하부도로에 영향을 미칠수 있으므로, 보수가 필요한 상태이다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
하부구조	기 발생한 균열(폭 0.3mm 미만), 표면 열화, 이물질퇴적, 누수오염은 진전은 미미한 상태이며, 망상균열 및 파손 등이 추가로 조사되었다. A1 날개벽측의 판넬형옹벽은 양호한 상태로 조사되었다.	- 균열(0.3mm미만), 망상균열은 건조수축 및 구속응력, 온도변화 등에 의해 발생된 것으로 판단되며, 장기간 우수 및 외기에 의한 수분접촉시 표면열화에 따른 박리 또는 내부 철근의 부식 팽창 등에 의해 박락이 발생할 수 있으므로 내구성 확보를 위한 보수를 실시하는 것이 필요하다. - 표면오염, 누수오염, 체수흔적은 장기 공용 및 우수, 외기에 의해 발생한 손상으로 판단된다. 현재 발생한, 표면열화, 체수흔적은 지속적인 주의관찰 후 손상의 진전시 보수를 실시하는 유지관리가 필요하다. - 파손은 외부충격에 의한 파손으로 내구성 확보 차원의 단면보수가 필요하다. - 이물질퇴적은 조류서식에 의한 손상으로 거더내부의 이물질퇴적과 더불어 청소가 필요하다.
교량받침	- 전반적인 가동상태는 양호하며 외관조사 결과, 기 발생한 받침콘크리트 균열(0.3mm미만)에 대해 일부 보수를 실시하였고, 무수축물탈 균열(0.3mm미만)이 조사되었다. - 교대 및 교각의 교량받침 연단거리는 설계기준을 만족함. - 안심방향 받침장치 가동 여유량 검토 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 가동여유량을 확보하고 있는 것으로 확인되었다.	균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 온도변화 등에 의해 발생한 것으로 판단되며, 비구조적인 균열이나, 내구성 확보 차원의 표면처리를 실시하는 것이 필요하다.
신축이음	- 본체는 전반적으로 작동상태는 양호하며, 후타재 접속부는 이격이나 단차 등이 없는 양호한 상태로 확인되었다. 기 발생한 후타재 균열(0.3mm미만), 차수커버 볼트탈락은 미보수된 상태이며, 금회 손상으로 후타재 균열이 조사되었다. - 신축이음 유간을 검토한 결과, 온도변화에 따른 수축 및 신장시 모든 신축이음에서 여유량을 확보하고 있는 것으로 평가되었다.	- 후타재 균열(0.3mm미만)은 건조수축, 차량의 반복적인 윤하중, 온도변화, 공용기간 경과에 의한 것으로 판단되며, 표면처리를 통한 내구성 확보를 하는 것이 바람직하다. - 차수커버 볼트탈락은 공용연수 경과, 볼트 체결미흡 등의 원인에 의해 발생된 것으로 판단되며, 기능발휘에는 문제가 없는 상태이나, 정비를 실시하는 것이 바람직하다.

구분	주요 결함 및 외관조사 결과	검토 의견
교면포장	교면포장은 현재 미사용중인 S1~S3 갓길측(PE방호벽내)에서 아스콘 균열, 아스콘 망상균열, 아스콘 파손 등의 손상이 조사되고, 차량주행로의 포장은 양호한 상태로 확인되었다.	- 아스콘 균열, 망상균열은 PE방호벽내 아스콘포장에 발생한 손상으로 공용기간 경과에 의한 것으로 판단되며, 즉각보수 보다는 주기적인 관찰을 통한 유지관리 후 손상의 증가시 보수를 실시하는 것이 바람직하다. - 아스콘 파손은 차량에 의한 굽힘으로 판단된다. 상기 손상들은 교면포장에 발생한 손상들과 함께 손상의 증가시 일괄보수(재포장)를 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.
배수시설	교량 상면의 배수구 일부에서 이물질 퇴적에 의한 배수구 막힘이 확인되었고, 하부 배수관은 볼트탈락 및 누수 오염이 조사되었다.	- 배수구 막힘은 PE방호벽내 갓길측에 이물질퇴적에 의한 손상으로 원활한 배수기능 확보를 위해 주기적인 정비 실시하는 유지관리가 필요하다. - 배수관 볼트탈락은 시공미흡, 공용기간 경과 등에 의해 발생한 손상으로 정비를 실시하는 것이 필요하다. - 배수관 누수오염은 장기공용에 따른 배수관이음부로 누수되어 발생한 손상으로 손상발생 하부는 하천으로 문제 발생 가능성이 낮으므로, 주의관찰 후 진전 및 추가발생시 보수를 실시하는 유지관리가 유리할 것으로 판단된다.
난간, 연석	기 발생한 균열(0.3mm미만), 단차는 진전이 미미한 상태이고, 급회 방호벽 균열(0.3mm미만)이 추가 조사되었다. 그 외의 파손 등의 단면손상은 없는 상태이다.	- 균열(0.3mm미만)은 건조수축 및 구속응력, 온도변화, 수화열 등에 의해 발생한 수직방향의 미세균열로 보수보다는 주기적인 관찰을 실시하는 유지관리가 바람직하다. - 접속부단차는 성토부 침하 등에 의해 발생된 손상으로 판단되며, 준공후 20년이 지나 더 이상의 침하는 없는 것으로 판단된다. 방호벽에 설치한 계측자료 확인결과 전회점검과 비슷한 수준을 보이고 있는 것으로 조사되었다.
점검시설	점검시설 외관조사 결과, 전반적으로 양호한 상태로 조사되었다.	현재 양호한 상태이나, 공용기간 경과, 외부 습기노출, 우수유입 등에 의해 부식 등의 손상이 발생할 수 있으므로, 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다.
하중조사	본 교량에 대한 준공도면과 현재 부재의 상태를 확인한 결과, 모든 부재는 준공도면과 일치하는 것으로 확인되었다.	

6. 내구성 조사

1) 범람방향

시험명	시험부위		시험 결과			검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	보정 코어강도		상부 30.5 하부 21.8~22.5			설계기준 대비 상부구조는 98.9~99.6%, 하부구조는 97.9~107.9%로 코어보정계수에 의해 일부 설계강도보다 하회하나 2%내외의 값으로 콘크리트 강도에는 문제가 없는 것으로 판단됨
	보정계수의 결정		반발경도법(0.895)			
	상부구조 (설계기준 : 27MPa)		26.7~26.9			
	하부구조 (설계기준 : 24MPa)		23.5~25.9			
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이	10.0~13.0			실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 10mm 이상으로 측정되어 향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있는 'b'등급으로 평가됨
		잔여깊이	22.0~30.0			
	하부구조	진행깊이	9.0~11.0			
		잔여깊이	41.0~91.0			
철근탐사 (배근간격/ 피복두께) (mm)	상부구조	바닥판	주근	124~240	35~45	배근간격은 대체로 설계값과 일치하는 양호한 상태로 측정되었으며, 피복두께는 대체로 설계값을 만족하고 있으나 일부 구간의 경우 실측 피복이 다소 부족한 것으로 조사됨
			배력근	205~238	44~55	
	하부구조	교대	수직철근	124~125	62~69	
			수평철근	238~250	50~52	
		교각 (기둥)	수직철근	117	114	
			수평철근	150	100	
		교각 (코핑)	수직철근	110~180	95~100	
			수평철근	250~300	95~114	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.0453~0.0928			철근위치에서 'a'등급으로 평가되어 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조		0.0385~0.0950			
균열깊이 측정 (mm)	상부구조	Cw=0.2mm	9.5			실측 피복두께 초과하지 않음
	하부구조	Cw=0.2mm	12.0			
초음파 탐상시험	거더 내부		36개소 양호			판정기준에 의거 불합격 결함은 조사되지 않았음
도막두께 측정 (μm)	거더 내부		217~239			전반적으로 기준 이상의 두께를 확보하고 있음
	거더 외부		286~291			

2) 안심방향

시험명	시험부위		시험 결과			검토 의견
비파괴 강도 (MPa)	보정 코어강도		상부 30.5 하부 21.8~22.5			설계기준 대비 상부구조는 99.3~100.0%, 하부구조는 100.0~104.6%로 코어보정계수에 의해 일부 설계강도보다 하회하나 1%내의 값으로 콘크리트 강도에는 문제가 없는 것으로 판단됨
	보정계수의 결정		반발경도법(0.895)			
	상부구조 (설계기준 : 27MPa)		26.8~27.0			
	하부구조 (설계기준 : 24MPa)		24.0~25.1			
탄산화 깊이 (mm)	상부구조	진행깊이	11.0~13.0			실측 피복두께 대비 탄산화 잔여 깊이가 10mm 이상으로 측정되어 향후 탄산화에 의한 부식이 발생할 가능성이 있는 'b'등급으로 평가됨
		잔여깊이	28.0~36.0			
	하부구조	진행깊이	7.0~10.0			
		잔여깊이	38.0~73.0			
철근탐사 (배근간격/ 피복두께) (mm)	상부 구조	바닥판	주근	115~200	41~50	배근간격은 대체로 설계값과 일치하는 양호한 상태로 측정되었으며, 피복두께는 대체로 설계값을 만족하고 있으나 일부 구간의 경우 실측 피복이 다소 부족한 것으로 조사됨
			배력근	180~240	40~50	
	하부 구조	교대	수직철근	125~150	50~60	
			수평철근	200~205	48~50	
		교각 (기둥)	수직철근	120	95	
			수평철근	190	80	
		교각 (코핑)	수직철근	144~272	80~95	
			수평철근	248~350	86~100	
염화물 함유량시험 (kg/m³)	상부구조		0.0385~0.0815			철근위치에서 'a'등급으로 평가되어 염화물에 의한 철근 부식이 발생할 우려가 없는 것으로 판단됨
	하부구조		0.0475~0.1109			
균열깊이 측정 (mm)	상부구조	Cw=0.2mm	7.9			실측 피복두께 초과하지 않음
	하부구조	Cw=0.2mm	12.8			
초음파 탐상시험	거더 내부		36개소 양호			판정기준에 의거 불합격 결함은 조사되지 않았음
도막두께 측정 (µm)	거더 내부		214~238			전반적으로 기준 이상의 두께를 확보하고 있음
	거더 외부		287~292			

7. 상태평가

1) 범물방향

개별교량명 : 가천교(범물방향)																
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				지점 번호	받침	하부구조		내구성요소			
구분	형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음		교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	STB	b	a	a	a	a	b	b	A1	a	b	q	b	a	x	a
S2	STB	b	b	a	b	a	b	x	P1	a	b	q	a	a	x	a
S3	STB	b	b	a	a	a	b	x	P2	a	b	q	b	x	a	x
S4	STB	b	b	a	b	a	b	b	P3	b	c	q	x	x	x	x
S5	STB	b	a	a	b	a	b	x	P4	a	b	q	b	x	x	x
								b	A2	a	b	q	x	x	x	x
평균		0.20	0.16	0.10	0.16	0.10	0.20	0.20		0.12	0.23	0.00	0.18	0.10	0.10	0.10
가중치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	0	2	2	2	1
(평균×가중치)/가중치합		0.036	0.032	0.005	0.011	0.003	0.004	0.018		0.011	0.047	0.000	0.004	0.002	0.002	0.001
1. 환산결함도 점수 =															0.175	
2. 상태평가 결과 =															B	

2) 안심방향

개별교량명 : 가천교(안심방향)																
부재의 분류		상부구조		2차 부재	기타부재				지점 번호	받침	하부구조		내구성요소			
구분	형식	바닥판	거더	가로보	포장	배수	난간 연석	신축 이음		교량 받침	하부	기초	탄산화 (상)	탄산화 (하)	염화물 (상)	염화물 (하)
S1	STB	b	a	a	b	b	b	b	A1	a	a	q	x	a	x	a
S2	STB	b	a	a	b	b	b	x	P1	a	b	q	b	x	x	x
S3	STB	b	c	a	b	b	b	x	P2	a	b	q	a	a	a	a
S4	STB	a	a	a	a	a	b	b	P3	b	c	q	x	x	x	x
S5	STB	b	a	a	a	a	b	x	P4	b	b	q	a	x	x	x
								b	A2	a	b	q	x	a	x	x
평균		0.18	0.16	0.10	0.16	0.16	0.20	0.20		0.13	0.22	0.00	0.13	0.10	0.10	0.10
가중치		18	20	5	7	3	2	9		9	20	0	2	2	2	1
(평균×가중치)/가중치합		0.032	0.032	0.005	0.011	0.005	0.004	0.018		0.012	0.043	0.000	0.003	0.002	0.002	0.001
1. 환산결함도 점수 =															0.170	
2. 상태평가 결과 =															B	

3) 전체교량의 상태평가 결과

구조물명	환산 결함도점수	상태평가 결과	연장 (m)	차선	연장 X차선	연장비	환산결함도점수 ×연장비
가천교(범물방향)	0.175	B	290	3	870	0.500	0.087
가천교(안심방향)	0.170	B	290	3	870	0.500	0.085
합계(Σ)			580		1,740	1	0.173
1. 환산결함도 점수 =							0.173
2. 상태평가 결과 =							B
검토의견	본 대상시설물인 가천교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태인 “B”로 평가됨						

8. 안전성평가

1) 안전성평가 결과

① 강합성거더

구 분			허용응력설계법에 의한 안전성평가	안전성 평가등급
G1 (외측)	정모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{105.984 + 37.067} = 1.328$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{92.175 + 32.238} = 1.527$	A
	부모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{83.567 + 21.874} = 1.802$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{82.521 + 23.757} = 1.788$	A
G2 (내측)	정모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{104.478 + 36.696} = 1.346$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{90.866 + 31.915} = 1.547$	A
	부모멘트부	상연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{105.154 + 30.806} = 1.397$	A
		하연	$SF(\text{안전율}) = \frac{\text{허용응력}}{\text{발생응력}} = \frac{f_a}{f_{d+l}} = \frac{190}{101.462 + 31.258} = 1.432$	A

② 바닥판

구분		바닥판	S.F(안전율)	안전성평가등급
바닥판 캔틸레버부	공칭강도 ϕM_n (kN · m)	122.08	1.150	A
	극한강도 M_u (kN · m)	106.16		
바닥판 중앙부	공칭강도 ϕM_n (kN · m)	105.88	1.563	A
	극한강도 M_u (kN · m)	67.70		

2) 안전성평가 결론

가천교 상부구조에 대한 구조검토 결과, 바닥판의 경우 최소안전율이 1.150, 거더에 대한 검토결과 1.328로 안전율이 1.0을 상회하는 것으로 평가되었으며, 내하율에 의한 기본내하력 평가 결과 전구간에서 DB-24 이상을 확보하고 있는 것으로 검토되었다.

9. 내진성능 평가

가천교에 대한 내진성능 상세평가 결과 범물·안심방향 모두 교각부, 받침지지길이, 기초는 모두 내진성능을 확보하고 있는 것으로 검토되었으나, 받침부 평가시 본체 및 앵커볼트의 전반적인 내진성능을 만족하지 못하는 것으로 평가되어 내진성능 향상방안으로는 진단키설치, 탄성받침으로의 2개의 안을 제시하였다.

1) 범물방향

구 분		공급역량	소요역량	평가
교각부 평가(변위성능평가, m)				
P1	교축방향	2.154	1.000	O.K
	교축직각방향	1.000	1.000	O.K
P2	교축방향	2.046	1.447	O.K
	교축직각방향	2.242	1.000	O.K
교각부 평가(전단성능평가, kN)				
P1	교축방향	7,750	953	O.K
	교축직각방향	8,584	3,452	O.K
P2	교축방향	7,708	4,142	O.K
	교축직각방향	8,347	4,083	O.K

구 분		공급역량	소요역량	공급/소요	평가
받침부 평가(kN)					
A1	교축 직각 방향	받침본체	1,500	2,248	0.667 N.G
		앵커볼트-앵커강재파괴	4,766	2,248	2.120 O.K
		앵커볼트-콘크리트파괴	1,479	2,248	0.658 N.G
		앵커볼트-프라이아웃파괴	1,679	2,248	0.747 N.G
P1	교축 직각 방향	받침본체	3,000	6,423	0.467 N.G
		앵커볼트-앵커강재파괴	11,066	6,423	1.723 O.K
		앵커볼트-콘크리트파괴	2,075	6,423	0.323 N.G
		앵커볼트-프라이아웃파괴	3,123	6,423	0.486 N.G
P2	교축 방향	받침본체	9,800	5,781	1.695 O.K
		앵커볼트-앵커강재파괴	11,066	1,445	7.657 O.K
		앵커볼트-콘크리트파괴	15,283	5,781	2.644 O.K
		앵커볼트-프라이아웃파괴	3,287	1,445	2.274 O.K
	교축 직각 방향	받침본체	4,000	7,416	0.539 N.G
		앵커볼트-앵커강재파괴	11,066	7,416	1.492 O.K
		앵커볼트-콘크리트파괴	2,082	7,416	0.281 N.G
		앵커볼트-프라이아웃파괴	3,287	7,416	0.443 N.G

구 분				공급역량	소요역량	공급/소요	평가
기초부 평가							
P1	안전성 검토	전도	교축	2.800	0.554	5.058	O.K
			교직	7.840	1.106	7.088	O.K
		지지력	교축	16.220	2.000	8.110	O.K
			교직	36.829	2.000	18.415	O.K
		활동	교축	10.584	1.200	8.820	O.K
			교직	2.923	1.200	2.436	O.K
	단면 검토	휨	교축	56,209	14,270	3.939	O.K
			교직	19,465	14,112	1.379	O.K
		전단	교축	38,408	6,068	6.329	O.K
			교직	13,717	7,609	1.803	O.K
P2	안전성 검토	수평변위	교축	15.000	0.565	26.548	O.K
			교축직각	15.000	0.405	37.044	O.K
		연직 압축지지력	교축	3,036.1	742.3	4.090	O.K
			교축직각	3,036.1	474.4	6.400	O.K
		연직 인발지지력	교축	549.6	71.8	7.659	O.K
			교축직각	549.6	0.0	-	O.K
	말뚝응 력검토	휨인장응력	교축	210.0	68.6	3.062	O.K
			교축직각	210.0	6.3	33.305	O.K
		휨압축응력	교축	210.0	102.2	2.056	O.K
			교축직각	210.0	102.8	2.043	O.K
		휨전단응력	교축	120.0	5.6	21.478	O.K
			교축직각	120.0	7.9	15.204	O.K
	단면검 토	휨	교축	111,012	37,320	2.975	O.K
			교축직각	46,982	10,008	4.694	O.K
		전단	교축	38,408	19,166	2.004	O.K
			교축직각	16,461	4,673	3.523	O.K
받침지지길이 평가							
A1		받침지지길이(mm)		1,250	549	2.280	O.K

2) 안심방향

구 분		공급역량	소요역량	평가
교각부 평가(변위성능평가, m)				
P1	교축방향	2.188	1.000	O.K
	교축직각방향	1.000	1.000	O.K
P2	교축방향	2.058	1.479	O.K
	교축직각방향	2.065	1.000	O.K
교각부 평가(전단성능평가, kN)				
P1	교축방향	7,801	914	O.K
	교축직각방향	8,841	3,470	O.K
P2	교축방향	7,720	4,467	O.K
	교축직각방향	8,395	4,078	O.K

구 분		공급역량	소요역량	공급/소요	평가
받침부 평가(kN)					
A1	교축 직각 방향	받침본체	1,500	2,229	0.673 N.G
		앵커볼트-앵커강재파괴	4,766	2,229	2.138 O.K
		앵커볼트-콘크리트파괴	1,479	2,229	0.664 N.G
		앵커볼트-프라이아웃파괴	1,679	2,229	0.753 N.G
P1	교축 직각 방향	받침본체	3,000	6,582	0.456 N.G
		앵커볼트-앵커강재파괴	11,066	6,582	1.681 O.K
		앵커볼트-콘크리트파괴	2,075	6,582	0.315 N.G
		앵커볼트-프라이아웃파괴	3,123	6,582	0.474 N.G
P2	교축 방향	받침본체	9,800	5,985	1.637 O.K
		앵커볼트-앵커강재파괴	11,066	1,496	7.396 O.K
		앵커볼트-콘크리트파괴	15,283	5,985	2.554 O.K
		앵커볼트-프라이아웃파괴	3,287	1,496	2.197 O.K
	교축 직각 방향	받침본체	4,000	7,468	0.536 N.G
		앵커볼트-앵커강재파괴	11,066	7,468	1.482 O.K
		앵커볼트-콘크리트파괴	2,082	7,468	0.279 N.G
		앵커볼트-프라이아웃파괴	3,287	7,468	0.440 N.G

구 분				공급역량	소요역량	공급/소요	평가
기초부 평가							
P1	안전성 검토	전도	교축	2.800	0.487	5.749	O.K
			교직	7.840	1.018	7.699	O.K
		지지력	교축	17.145	2.000	8.573	O.K
			교직	38.134	2.000	19.067	O.K
		활동	교축	10.960	1.200	9.133	O.K
			교직	2.887	1.200	2.406	O.K
	단면 검토	휨	교축	56,209	13,492	4.166	O.K
			교직	19,465	13,889	1.401	O.K
		전단	교축	38,408	5,726	6.707	O.K
			교직	13,717	7,459	1.839	O.K
P2	안전성 검토	전도	교축	2.800	2.122	1.319	O.K
			교직	7.840	1.401	5.594	O.K
		지지력	교축	4.577	2.000	2.288	O.K
			교직	31.073	2.000	15.537	O.K
		활동	교축	3.675	1.200	3.063	O.K
			교직	2.697	1.200	2.247	O.K
	단면검 토	휨	교축	56,209	36,685	1.532	O.K
			교직	19,465	16,178	1.203	O.K
		전단	교축	38,408	16,311	2.355	O.K
			교직	13,717	8,817	1.556	O.K
받침지지길이 평가							
A1		받침지지길이(mm)		1,250	545	2,296	O.K

10. 종합평가 및 안전등급의 지정

1) 종합평가 결과

구조물명	상태평가 결과		안전성평가 결과		종합평가 결과
	환산결함도점수	기준	S·F	기준	
가천교	0.173	B	1.328(거더) 1.150(바닥판)	A	B
종합평가	- 가천교의 외관조사 및 내구성조사에 의한 상태평가 결과는 “B”로 평가됨 - 안전성평가 결과 양방향 최소 안전율 1.0이상으로 “A”로 평가됨 - 상태평가 및 안전성평가 결과를 통한 종합평가 결과 가천교는 “B”로 평가됨				

2) 안전등급 지정

가천교에 대한 상태평가 및 안전성평가 결과 시설물의 상태는 『보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능 발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태』인 안전등급 “B등급” 으로 평가되었다.

구조물명	안전등급
가천교	B등급(양호)

11. 보수·보강 및 유지관리 방안

1) 부재별 보수·보강 일람표

① 범물방향

구 분		손 상 현 황	단 위	손상물량	개소	보수 · 보강방안	우선 순위
거더외부		도장긁힘	m ²	0.01	1	도장보수	2
거더내부		도장박리	m ²	2.34	3	도장보수	2
		이물질퇴적	m ²	8.00	4	청소	3
		환기구볼트 미체결	개소	4.00	4	정비	3
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	m	42.00	42	표면처리	2
		표면박리,오염	m ²	5.00	1	주의관찰	-
하부구조		균열(0.3mm미만)	m	28.30	21	표면처리	2
		망상균열	m ²	42.50	9	표면처리	2
		표면열화	m ²	20.00	1	주의관찰	-
		이물질퇴적(조류서식)	m ²	6.20	3	청소	3
		누수오염, 체수흔적	m ²	14.00	3	주의관찰	-
		실란트 파손	m	3.00	1	실란트충전	3
교량 받침	무수축 물탈	균열(0.3mm미만)	m	0.20	1	표면처리	2
신축 이음	후타재	균열(0.3mm미만)	m	23.70	55	표면처리	2
		망상균열	m ²	2.70	2	표면처리	2
교면포장		아스콘 균열	m	15.00	2	주의관찰	-
		아스콘 패임, 파손	m ²	1.52	7	주의관찰	-
		소성변형	m ²	2.00	1	주의관찰	-
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	m	354.80	337	표면처리	3
		백태균열	m	3.60	3	표면처리	3

② 안심방향

구 분		손 상 현 황	단 위	손상물량	개소	보수 · 보강방안	우선 순위
거터외부		강재변형	m	2.00	1	주의관찰	-
바닥판하면		균열(0.3mm 미만)	m	20.50	34	표면처리	2
		백태	m ²	0.20	1	표면처리	2
		파손	m ²	0.04	1	단면보수	2
하부구조		균열(0.3mm 미만)	m	31.80	17	표면처리	2
		망상균열	m ²	36.00	5	표면처리	2
		표면열화	m ²	25.00	2	주의관찰	-
		이물질퇴적(조류서식)	m ²	7.00	3	청소	3
		누수오염, 체수흔적	m ²	25.50	3	주의관찰	-
		파손	m ²	0.03	3	단면보수	2
교량 받침	무수축 물탈	균열(0.3mm 미만)	m	0.20	1	표면처리	2
	받침 콘크리트	균열(0.3mm 미만)	m	0.60	2	표면처리	2
신축 이음	후타재	균열(0.3mm 미만)	m	16.60	37	표면처리	2
	본체	차수커버 볼트탈락	ea	3.00	3	정비	3
포장		아스콘 균열	m	58.50	8	주의관찰	-
		아스콘 망상균열	m ²	34.00	2	주의관찰	-
		아스콘 파손	m ²	0.76	4	주의관찰	-
배수시설		배수구 막힘	개소	4.00	4	청소	3
		배수관 볼트탈락	개소	1.00	1	정비	3
		배수관 누수오염	개소	1.00	1	주의관찰	-
난간 및 연석		균열(0.3mm 미만)	m	136.40	140	표면처리	3
		단차	m	1.50	1	주의관찰	-

2) 보수 · 보강 개략공사비

① 범물방향

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
거더외부		도장긫힘	도장보수	0.01	0.02	m ²	110	2	2
거더내부		도장박리	도장보수	2.34	3.51	m ²	110	386	2
		이물 질퇴적	청소	8.00	12.00	m ²	32	384	3
		환기구볼트 미체결	정비	4.00	6.00	개소	1	6	3
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	표면처리	42.00	15.75	m ²	50	788	2
		표면박리,오염	주의관찰	5.00	7.50	m ²	-	0	-
하부구조		균열(0.3mm미만)	표면처리	28.30	10.61	m ²	50	531	2
		망상균열	표면처리	42.50	63.75	m ²	50	3,188	2
		표면열화	주의관찰	20.00	30.00	m ²	-	0	-
		이물 질퇴적	청소	6.20	9.30	m ²	32	298	3
		누수오염, 체수흔적	주의관찰	14.00	21.00	m ²	-	0	-
		실란트 파손	실란트충전	3.00	4.50	m	11	50	3
교량 받침	무수축 몰탈	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.20	0.08	m ²	50	4	2
신축 이음	후타재	균열(0.3mm미만)	표면처리	23.70	8.89	m ²	50	445	2
		망상균열	표면처리	2.70	4.05	m ²	50	203	2
교면포장		아스콘 균열	주의관찰	15.00	22.50	m	-	0	-
		아스콘 패임, 파손	주의관찰	1.52	2.28	m ²	-	0	-
		소성변형	주의관찰	2.00	3.00	m ²	-	0	-
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	표면처리	354.80	133.05	m ²	50	6,653	3
		백태균열	표면처리	3.60	5.40	m	50	270	3
순공사비 합계(천원)							13,208		
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였으며 균열(폭 0.3mm 미만)의 표면처리는 손상 길이에 폭(0.25m)을 곱하여 보수 물량을 산출함. ※ 볼트 도장손상은 각 개소에 면적(0.1m ²)을 곱하여 보수물량을 산출함.									

② 안심방향

구분		손상내용	보수방안	손상 물량	보수 물량	단위	단가 (천원)	개략 공사비 (천원)	우선 순위
거더외부		강재변형	주의관찰	2.00	3.00	m	-	0	-
바닥판하면		균열(0.3mm미만)	표면처리	20.50	7.69	m²	50	385	2
		백태	표면처리	0.20	0.30	m²	50	15	2
		파손	단면보수	0.04	0.06	m²	250	15	2
하부구조		균열(0.3mm미만)	표면처리	31.80	11.93	m²	50	597	2
		망상균열	표면처리	36.00	54.00	m²	50	2,700	2
		표면열화	주의관찰	25.00	37.50	m²	-	0	-
		이물질퇴적	청소	7.00	10.50	m²	32	336	3
		누수오염, 체수흔적	주의관찰	25.50	38.25	m²	-	0	-
		파손	단면보수	0.03	0.05	m²	250	13	2
교량 받침	무수축 물탈	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.20	0.08	m²	50	4	2
	받침 콘크리트	균열(0.3mm미만)	표면처리	0.60	0.22	m²	50	11	2
신축 이음	후타재	균열(0.3mm미만)	표면처리	16.60	6.23	m²	50	312	2
	본체	차수커버 볼트탈락	정비	3.00	4.50	ea	1	5	3
포장		아스콘 균열	주의관찰	58.50	87.75	m	-	0	-
		아스콘 망상균열	주의관찰	34.00	51.00	m²	-	0	-
		아스콘 파손	주의관찰	0.76	1.14	m²	-	0	-
배수시설		배수구 막힘	청소	4.00	6.00	개소	60	360	3
		배수관 볼트탈락	정비	1.00	1.50	개소	1	2	3
		배수관 누수오염	주의관찰	1.00	1.50	개소	-	0	-
난간 및 연석		균열(0.3mm미만)	표면처리	136.40	51.15	m²	50	2,558	3
		단차	주의관찰	1.50	2.25	m	-	0	-
순공사비 합계(천원)							7,313		
※ 보수물량은 확실한 보수효과를 얻기 위하여 손상물량의 50%를 할증하였으며 균열(폭 0.3mm 미만)의 표면처리는 손상 길이에 폭(0.25m)을 곱하여 보수 물량을 산출함. ※ 볼트 도장손상은 각 개소에 면적(0.1m²)을 곱하여 보수물량을 산출함.									

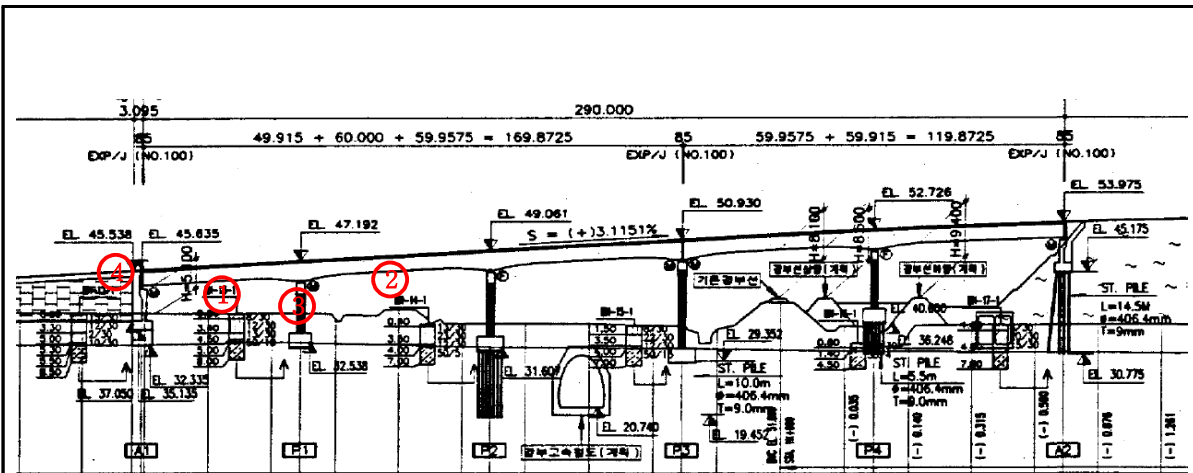
③ 순위별 개략공사비

구 분	1순위	2순위	3순위	합 계
순공사비(천원)	-	9,599	10,922	20,521
제경비(순공사비×50%, 천원)	-	4,800	5,461	10,261
개략공사비(천원)	-	14,399	16,383	30,782
유지보수 개략공사비 총계(천원)			30,782	
※ 순공사비는 가시설, 접근장비, 교통통제 등 부대비용을 제외한 금액임.				

3) 유지관리 방안

구 분		점 검 내 용
강박스 거더	내부	· 우수유입, 바닥 물고임 및 부식 · 도장부식 및 현장이음부 볼트 손상 · 보강재 변형 발생 여부 · 출입구 방치
	외부	· 도장 손상 및 부식 · 플랜지 변형 및 처짐 · 복부판 부식 및 국부좌굴 · 2차부재(가로보, 세로보, 브라켓) 도장손상 및 부식
바닥판		· 하면 균열의 진전 여부, 백태 및 누수 동반 여부 · 하면 캔틸레버부 들뜸, 박락, 가로등 지주부 철근노출 등의 단면손상 진전여부
신축이음		· 신축이음부 누수 및 부식 정도 · 후타재 이격, 단차 진전으로 충격이나 진동음이 심한 정도 · 하절기 유간협착 유무, 유간 이물질 퇴적 여부 · 후타재 균열, 박리, 박락 진전 여부
받침장치		· 앵커볼트 손상여부 · 받침장치 부식 유무 · 무수축몰탈 및 받침콘크리트 균열, 재료분리 진전 여부
교대		· 균열의 진전 여부 · 철근노출, 들뜸 발생부위 확대 여부 · 교좌면 및 두부면의 물고임, 콘크리트 박리 발생 유무 · 뒷채움부 침하 및 교대 기울음 · 범면 배수로 균열, 파손 진전, 토사유실 유무
교각 및 기초		· 균열의 진전 여부 · 기초의 침하 여부
기타	교면 포장	· 아스콘 마모 진전, 표면 균열 여부 · 신축이음 경계 아스콘 손상, 접속부 아스콘 침하 진전 여부
	난간 연석	· 콘크리트 난간 균열 진전, 피복부족에 의한 들뜸, 박락 및 철근노출 진전 여부 · 충분대 연석 들뜸, 망상균열, 박리 심화 여부
	배수 시설	· 배수구 막힘, 체수 등 · 배수관 누수 여부, 배수관 유출구 주변 콘크리트 부재 열화 발생 유무

4) 중점 유지관리 사항



① 거더외부 변형



S1-G4 거더외부 변형(안심방향)



S1-G4 거더내부 상태양호(안심방향)

② 거더내부 도장박리



S2-G1 거더내부 도장박리(범물방향)



S2-G1 거더내부 도장박리(범물방향)

③ 하부구조 균열



P1 코핑부 균열(폭 0.2mm)



P1 코핑부 균열(폭 0.2mm)

④ 방호벽 단차



A1 접속부 단차(안심방향)

12. 종합결론

가천교에 대한 준공후 3회차 정밀안전진단 결과, 안전등급 “B”로 평가되었다. 본 교량은 주부재 및 보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나, 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 저하방지를 위하여 일부의 보수가 필요한 상태로 평가되었다.

외관조사, 내구성조사, 시설물의 상태평가 및 안전성평가, 내진성능 평가 등 본 과업의 결과를 요약·정리하면 다음과 같다.

1) 가천교(범물방향)

① 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 바닥판 및 거더 등의 주요부재에 중대한 결함이 되는 손상은 없으며 대체로 표면손상이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생한 주요 손상으로는 각 부재의 전반적인 균열 및 거더 도장손상, 하부구조 표면열화, 실란트 파손, 방호벽 백태 등이 있으며 내구성 저하방지를 위한 보수 및 정비가 필요한 상태이다. 신축이음 및 교량받침은 신축거동에 대한 기능성과 주행 차량 영향 등의 사용성에 문제가 없는 상태이다.
- 콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트 부재의 강도는 양호한 것으로 측정되었으며 철근탐사 시험결과, 배근간격은 구간별 시공오차를 고려하면 대체로 설계값과 일치하는 양호한 상태로 나타났다. 피복두께는 대체로 설계값을 만족하고 있으나 일부 지점에서 실측피복이 작거게 측정되어 시공이 다소 미흡했던 것으로 판단된다. 탄산화 시험결과, 일부 구간에서 b등급으로 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 있음으로 평가되었고, 염화물함유량 시험결과 철근부식 우려는 없는 것으로 검토되었다.
- 강재 비파괴시험 결과, 거더 내부의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 도막두께는 거더 내, 외부 모든 구간에서 기준을 만족한 것으로 확인되었다.
- 대상교량의 상태평가 결과, 환산결함도 점수가 0.175로 상태평가 등급은 ‘B’로 산정되었다.

② 구조 안전성평가 및 내진성능평가 결과

- 구조해석을 통한 안전성평가 결과, 설계하중(DB-24)에 대한 바닥판 및 거더의 구조적인 안전율은 1.0 이상이며 기본내하력은 설계하중을 상회하고 있는바, 대상 교량의 안전성 평가 결과는 기준 'A'로 평가되었다.
- 내진성능 상세평가 결과, 기둥, 지지길이는 내진성능을 확보하고 있으나, 교대 및 교각의 교량받침부 교축직각방향에서 내진성능이 부족한 것으로 나타났다. 내진성능 향상방안으로는 전단키, 탄성받침 교체 안을 제시하였고, 추후 유지관리 및 구조물의 상태, 여건 등을 종합적으로 판단하며 공법을 선정 후 공용 중에 불편 없이 보강설계를 진행하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

2) 가천교(안심방향)

① 현장조사, 시험 및 상태평가 결과

- 외관조사 결과, 교량의 안전성을 저해할 만한 바닥판 및 거더 등의 주요부재에 중대한 결함이 되는 손상은 없으며 대체로 표면손상이 발생된 것으로 조사되었다. 기 발생된 주요 손상으로는 각 부재의 전반적인 균열 및 거더 강재변형, 바닥판하면 백태, 파손, 하부구조 표면열화, 파손, 신축이음 차수커버 볼트탈락, 교면포장 아스콘 파손, 배수시설 배수구 막힘, 볼트탈락, 방호벽 단차 등이 있으며 내구성 저하방지를 위한 보수 및 정비가 필요한 상태이다. 신축이음 및 교량받침은 신축 거동에 대한 기능성과 주행차량 영향 등의 사용성에 문제가 없는 상태이다.
- 콘크리트 비파괴시험 결과, 콘크리트 부재의 강도는 양호한 것으로 측정되었으며 철근탐사 시험결과, 배근간격은 구간별 시공오차를 고려하면 대체로 설계값과 일치하는 양호한 상태로 나타났다. 피복두께는 대체로 설계값을 만족하고 있으나 일부 지점에서 실측피복이 작거게 측정되어 시공이 다소 미흡했던 것으로 판단된다. 탄산화 시험결과, 일부 구간에서 b등급으로 향후 탄산화에 의한 부식발생 가능성이 있음으로 평가되었고, 염화물함유량 시험결과 철근부식 우려는 없는 것으로 검토되었다.
- 강재 비파괴시험 결과, 거더 내부의 맞대기 용접부는 내부결함이 없는 양호한 상태로 조사되었으며, 도막두께는 거더 내, 외부 모든 구간에서 기준을 만족한 것으로 확인되었다.
- 대상교량의 상태평가 결과, 환산결합도 점수가 0.170으로 상태평가 등급은 'B'로 산정되었다.

② 구조 안전성평가 및 내진성능평가 결과

- 구조해석을 통한 안전성평가 결과, 설계하중(DB-24)에 대한 바닥판 및 거더의 구조적인 안전율은 1.0 이상이며 기본내하력은 설계하중을 상회하고 있는바, 대상 교량의 안전성 평가 결과는 기준 ‘A’로 평가되었다.
- 내진성능 상세평가 결과, 기둥, 지지길이는 내진성능을 확보하고 있으나, 교대 및 교각의 교량받침부 교축직각방향에서 내진성능이 부족한 것으로 나타났다. 내진성능 향상방안으로는 전단키, 탄성받침 교체 안을 제시하였고, 추후 유지관리 및 구조물의 상태, 여건 등을 종합적으로 판단하며 공법을 선정 후 공용 중에 불편 없이 보강설계를 진행하는 것이 적절할 것으로 판단된다.

3) 정밀안전진단 실시결과의 종합결론

- 가천교의 정밀안전진단 종합평가 결과, 상태평가 ‘B’, 안전성평가 ‘A’로 평가되어 종합안전등급은 “B등급(양호)”으로 지정되었다. 대상 교량은 안전성 및 사용성이 양호한 상태로 판단되며 외관조사에서 나타난 부분적인 손상에 대하여 보수를 실시하고, 중점유지관리사항에 대한 지속적인 점검을 통한 유지관리를 실시한다면 교량의 원활한 기능발휘와 더불어 건전한 상태를 유지하는데 문제가 없을 것으로 판단된다.

4) 시설물의 사용제한의 필요성 여부

- 내구성능의 현저한 저하 또는 구조적 안전성에 문제가 될 만한 사항은 발생되지 않은 상태로서 시설물의 사용제한은 필요치 않은 것으로 검토되었다.

5) 유지관리 시 특별한 관리가 요구되는 사항

- 거더 도장손상은 공용기간 경과, 우수유입, 보수미흡, 시공미흡 등에 의한 손상으로 내구성 확보 차원의 도장보수가 필요하며, 보수시 기존 도장 제거, 도료 품질관리 등을 통하여 재손상 발생을 방지하여야 한다. 거더외부에 발생한 변형은 진전은 없는 상태이나, 주기적인 점검을 실시하는 유지관리가 필요하다. 하부구조의 균열, 파손은 내구성 확보 차원의 단면보수, 표면처리가 필요하다. 신축이음 손상은 주행성에 영향이 없는 상태로 주의관찰 후 보수시기를 결정하는 것이 바람직하다.