

목 차

- ◎제출문
- ◎진단결과표
- ◎과업참여자명단
- ◎위치도 및 전경사진, 부위별사진
- ◎결과요약문

제1장 서론	1
1.1 개 요	2
1.1.1 과업의 목적	2
1.1.2 대상 시설물의 현황	2
1.1.3 과업의 범위	3
1.1.4 과업의 세부내용	4
1.2 과업수행 흐름도	5
1.3 과업수행 공정표	6
1.4 투입장비 목록	7
1.5 사용기호의 정의	8
1.6 과업 적용 기준	9
제2장 자료수집 및 분석	10
2.1 관련도면	11
2.2 자료분석	68
2.2.1 설계도 확인결과	68
2.2.2 전차 점검 및 진단 이력사항	69
2.2.3 보수·보강 이력사항	72
2.2.4 내진성능 확보 여부	72
2.3 자료보유 현황	72
제3장 현장조사 및 시험	73
3.1 현장조사	74
3.1.1 부위별 주요 항목조사	74
3.1.2 외관조사방향 설정	77
3.1.3 외관조사망도 작성방향	77
3.1.4 부재별 외관조사 결과	80
3.1.5 외관조사 결과분석	119

3.2 내구성 시험	122
3.2.1 개요	122
3.2.2 반발경도	124
3.2.3 초음파 강도	129
3.2.4 철근탐사	132
3.2.5 탄산화	136
3.2.6 염화물 함유량	140
3.2.7 초음파 속도법에 의한 균열깊이 평가	142
3.2.8 강제 초음파탐상	144
3.2.9 내구성시험 결과	150
제4장 상태평가	151
4.1 개 요	152
4.2 상태평가 기준	152
4.3 상태평가 항목 및 절차	152
4.3.1 부재별 상태평가 적용범위	152
4.3.2 부재별 상태평가 기준	153
4.3.3 상태평가 절차	159
4.3.4 구조형식별 부재별 가중치	160
4.4 상태평가 결과	161
제5장 재하시험	163
5.1 개 요	164
5.1.1 정적 재하시험	165
5.1.2 동적 재하시험	165
5.2 재하시험 계획 및 실행	166
5.2.1 재하시험 장비	166
5.2.2 시험차량 제원 및 축중	166
5.2.3 시험경간의 선정	167
5.2.4 측정 센서의 부착위치	167
5.3 정적재하시험	169
5.3.1 시험방법 및 결과	169
5.4 동적주행시험	174
5.4.1 시험방법 및 결과	174
5.3 재하시험 결과분석	183
5.5.1 재하시험 결과	183
5.5.2 결과 고찰	183

제6장 구조해석 및 안전성평가	184
6.1 개요	185
6.2 구조해석 및 안전성검토	186
6.2.1 구조해석 모델	186
6.2.2 구조해석 조건	187
6.2.3 검토단면	190
6.2.4 거더특성	191
6.2.5 구조해석 결과	199
6.2.6 바닥판 안전성 검토	205
6.3 내하력 평가	208
6.3.1 개요	208
6.3.2 응답비	210
6.3.3 이론 고유진동수	212
6.3.4 응답보정계수	213
6.3.5 공용내하력 평가	214
6.3.6 고찰	214
6.4 안전성 평가등급 산정	215
6.4.1 구조해석에 따른 안전성 평가	215
6.4.2 안전성 평가결과	215
제7장 종합평가 및 안전등급 지정	217
7.1 종합평가	218
7.1.1 개요	218
7.1.2 종합평가 기준	218
7.1.3 종합평가 결과 산정방법	219
7.1.4 종합평가 결과	220
7.2 안전등급 지정	222
7.2.1 개요	222
7.2.2 안전등급 지정결과	222
제8장 보수·보강 및 유지관리방안	223
8.1 개요	224
8.1.1 일반사항	224
8.1.2 용어의 정의	224
8.2 보수·보강방안	225
8.2.1 개요	225

8.2.2 보수·보강방안	227
8.2.3 손상별 보수·보강방안 및 우선순위 선정	250
8.2.4 개략공사비	252
8.3 유지관리 방안	255
8.3.1 유지관리 업무	255
8.3.2 점검 주기 및 주요 조사내용	258
8.3.3 유지관리 방안	259
제9장 종합결론	262
9.1 개요	263
9.2 점검결과	263
9.2.1 외관조사 결과	263
9.2.2 외관조사 결과분석	265
9.2.3 내구성시험 결과	268
9.2.4 상태평가 결과	269
9.2.5 구조해석 및 안전성평가 결과	269
9.2.6 종합평가 및 안전등급 지정	270
9.3 종합결론 및 건의사항	270

부록

1. 과업지시서
2. 외관조사망도
3. 구조해석 모델링 및 수치해석 자료
4. 측정, 시험, 계측성과표
5. 상태평가 결과자료
6. 안전성평가 결과자료
7. 시설물관리대장 사본
8. 현황조사 및 외관조사 사진첩
9. 사용장비 및 기기의 사진
10. 사전조사자료일체
11. 기타 참고자료
12. 자문조치 및 결과

표 목 차

【표 1.1】 대상 시설물 현황	3
【표 1.2】 과업의 내용	4
【표 1.3】 예정 공정표	6
【표 1.4】 투입장비 목록	7
【표 1.5】 교량 기호의 정의	8
【표 2.1】 설계도 확인결과	68
【표 2.2】 전차 점검 및 진단 이력사항	69
【표 2.3】 보수·보강 이력사항	72
【표 2.4】 자료 보유 현황	72
【표 3.1】 부위별 주요 조사항목	74
【표 3.2】 외관조사 방향	77
【표 3.3】 교면포장 물량표	80
【표 3.4】 교면포장 전차 물량 비교	81
【표 3.5】 방호벽 물량표	84
【표 3.6】 방호벽 전차 물량 비교	84
【표 3.7】 배수시설 물량표	86
【표 3.8】 배수시설 전차 물량 비교	87
【표 3.9】 신축이음 물량표	88
【표 3.10】 신축이음 전차 물량 비교	89
【표 3.11】 지역별 온도변화 범위	91
【표 3.12】 유간 측정결과	92
【표 3.13】 바닥판하면 물량표	94
【표 3.14】 바닥판하면 전차 물량 비교	94
【표 3.15】 거더외부 물량표	97
【표 3.16】 거더외부 전차 물량 비교	97
【표 3.17】 거더내부 물량표	98
【표 3.18】 거더내부 전차 물량 비교	98
【표 3.19】 받침장치 물량표	102
【표 3.20】 받침장치 전차 물량 비교	102
【표 3.21】 받침장치의 이동량 산정시 온도변화 및 선행창 계수	105
【표 3.22】 받침장치 여유량 조사 결과	106
【표 3.23】 연단거리 검토결과	112
【표 3.24】 교대 및 교각 물량표	114

【표 3.25】 교대 및 교각 전차 물량 비교	115
【표 3.26】 부대시설 물량표	116
【표 3.27】 부대시설 전차 물량 비교	117
【표 3.28】 내구성조사 항목 및 계획	122
【표 3.29】 내구성조사 현황	123
【표 3.30】 슈미트 햄머의 종류	125
【표 3.31】 타격방향에 따른 보정치	126
【표 3.32】 채령에 의한 보정표	126
【표 3.33】 반발경도 시험결과	127
【표 3.34】 초음파강도 시험결과	131
【표 3.35】 철근탐사 결과	134
【표 3.36】 탄산화 속도 영향 인자	137
【표 3.37】 탄산화 상태평가 기준	137
【표 3.38】 탄산화 시험 결과	138
【표 3.39】 염화물 상태평가 기준	140
【표 3.40】 염화물 함유량 시험 결과	141
【표 3.41】 균열 깊이 측정결과	143
【표 3.42】 결함의 등급분류	145
【표 3.43】 용접부 결함의 합부 판정기준	145
【표 3.44】 강재 초음파탐상 시험결과	147
【표 4.1】 콘크리트 바닥판 상태평가 기준	153
【표 4.2】 강 거더 상태평가 기준	153
【표 4.3】 강 가로보와 세로보 상태평가 기준	154
【표 4.4】 교대 상태평가 기준	154
【표 4.5】 콘크리트 교각 상태평가 기준	155
【표 4.6】 기초 상태평가 기준	155
【표 4.7】 교량받침 상태평가 기준	156
【표 4.8】 신축이음 상태평가 기준	156
【표 4.9】 교면포장 상태평가 기준	157
【표 4.10】 배수시설 상태평가 기준	157
【표 4.11】 난간 및 연석 상태평가 기준	157
【표 4.12】 탄산화 상태평가 기준	158
【표 4.13】 염화물 상태평가 기준	158
【표 4.14】 결함도 점수 범위에 따른 기준	159
【표 4.15】 구조형식에 따른 일반교량의 부재별 가중치	160
【표 4.16】 상태평가 결과표	161
【표 4.17】 전체 상태평가 결과	162

【표 5.1】 재하시험 측정기기	166
【표 5.2】 센서의 종류	166
【표 5.3】 재하차량 제원	166
【표 5.4】 재하시험 대상경간	167
【표 5.5】 재하시험 구간 Gauge 번호, 부착위치 및 목적	168
【표 5.6】 정적재하시험 하중 재하 경우	169
【표 5.7】 측 경간(S1)의 정모멘트부 측정 결과 - 변형률	170
【표 5.8】 P1의 부모멘트부 측정 결과 - 변형률	170
【표 5.9】 측 경간(S1)의 정모멘트부 측정 결과 - 변위	170
【표 5.10】 횡방향 거동분포	172
【표 5.11】 동적 재하시험 주행속도별 차량 진행 방향	174
【표 5.12】 측 경간(S1)의 속도별 처짐 측정결과	176
【표 5.13】 측 경간(S1) 실측 충격계수	176
【표 5.14】 고유진동수 해석치 와 실측치 비교	181
【표 5.15】 재하시험 결과분석	183
【표 6.1】 바닥판 하중	188
【표 6.2】 합성후 고정하중	188
【표 6.3】 강박스 거더의 단면성질	191
【표 6.4】 단면력집계	203
【표 6.5】 응력집계	203
【표 6.6】 하중조합에 의한 안전성 검토	204
【표 6.7】 바닥판의 안전성 검토결과	207
【표 6.8】 처짐에 대한 응답비	211
【표 6.9】 처짐에 대한 응답보정계수	213
【표 6.10】 공용내하력	214
【표 6.11】 구조물의 안전성 평가 기준	215
【표 6.12】 안전성 평가결과	216
【표 7.1】 상태평가 결과표	220
【표 7.2】 안전성 검토결과	221
【표 7.3】 종합평가 결과	221
【표 7.4】 안전등급	222
【표 8.1】 보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항	226
【표 8.2】 균열 보수재료	228
【표 8.3】 구체처리재의 종류	229
【표 8.4】 단면복구재의 종류	230
【표 8.5】 철근방천처리재의 종류	230
【표 8.6】 철근방청처리재의 특성	230

【표 8.7】 보수재료 선정시 고려사항	231
【표 8.8】 각 항목별 우수 보수재료 선정	231
【표 8.9】 균열 보수(주입공법) 종류	233
【표 8.10】 균열 보수공법 비교안	235
【표 8.11】 주입공법 비교안	236
【표 8.12】 단면복구 사용재료 비교	238
【표 8.13】 폴리머 모르타 최소 품질 기준	238
【표 8.14】 열화부위 치핑 방안 비교	239
【표 8.15】 단면복구 비교표	240
【표 8.16】 기계 및 공구에 의한 SSPS-Sa 2.5 이상 표면처리기준	242
【표 8.17】 보수·보강방안 및 우선순위 선정	250
【표 8.18】 1순위 개략공사비	252
【표 8.19】 2순위 개략공사비	253
【표 8.20】 3순위 개략공사비	254
【표 8.21】 개략공사비 합계 (제경비 50% 포함)	254
【표 8.22】 유지관리상 자료의 관리	255
【표 8.23】 유지관리상 구조물 관리항목	256
【표 8.24】 점검 주기 및 주요 조사내용	258
【표 8.25】 안전등급결과에 따른 점검 및 진단 실시시기	258
【표 8.26】 유지관리시 점검항목	259
【표 9.1】 외관조사 결과	263

그 립 목 차

【그림 1.1】 대상시설물 전경	2
【그림 1.2】 과업수행 흐름도	5
【그림 2.1】 종·평면도	11
【그림 2.2】 슬래브 일반도 1	12
【그림 2.3】 슬래브 일반도 2	13
【그림 2.4】 슬래브 일반도 3	14
【그림 2.5】 슬래브 배근도 1	15
【그림 2.6】 슬래브 배근도 2	16
【그림 2.7】 슬래브 배근도 3	17
【그림 2.8】 슬래브 배근도 4	18
【그림 2.9】 슬래브 배근도 5	19
【그림 2.10】 슬래브 배근도 6	20
【그림 2.11】 슬래브 배근도 7	21
【그림 2.12】 슬래브 배근도 8	22
【그림 2.13】 강상형 일반도	23
【그림 2.14】 강상형 상세도 1	24
【그림 2.15】 강상형 상세도 2	25
【그림 2.16】 강상형 상세도 3	26
【그림 2.17】 강상형 상세도 4	27
【그림 2.18】 강상형 상세도 5	28
【그림 2.19】 강상형 상세도 6	29
【그림 2.20】 강상형 상세도 7	30
【그림 2.21】 강상형 상세도 8	31
【그림 2.22】 강상형 상세도 9	32
【그림 2.23】 강상형 상세도 10	33
【그림 2.24】 강상형 상세도 11	34
【그림 2.25】 슈 배치도 1	35
【그림 2.26】 슈 배치도 2	36
【그림 2.27】 슈 상세도 1(고정단)	37
【그림 2.28】 슈 상세도 2(일방향)	38
【그림 2.29】 슈 상세도 3(양방향)	39
【그림 2.30】 신축이음 상세도 1(A1,2)	40
【그림 2.31】 신축이음 상세도 2(P3,6)	41

【그림 2.32】 교대 일반도 1(A1)	42
【그림 2.33】 교대 일반도 2(A1)	43
【그림 2.34】 교대 배근도 1(A1)	44
【그림 2.35】 교대 배근도 2(A1)	45
【그림 2.36】 교대 배근도 3(A1)	46
【그림 2.37】 교각 일반도 1(P1,2,4,5)	47
【그림 2.38】 교각 일반도 2(P3)	48
【그림 2.39】 교각 일반도 3(P6)	49
【그림 2.40】 교각 일반도 4(P7)	50
【그림 2.41】 교각 일반도 5(P8)	51
【그림 2.42】 교각 배근도 1(P1,2,4,5)	52
【그림 2.43】 교각 배근도 2(P1,2,4,5)	53
【그림 2.44】 교각 배근도 3(P1,2,4,5)	54
【그림 2.45】 교각 배근도 4(P1,2,4,5)	55
【그림 2.46】 교각 배근도 5(P3)	56
【그림 2.47】 교각 배근도 6(P3)	57
【그림 2.48】 교각 배근도 7(P3)	58
【그림 2.49】 교각 배근도 8(P6)	59
【그림 2.50】 교각 배근도 9(P6)	60
【그림 2.51】 교각 배근도 10(P6)	61
【그림 2.52】 교각 배근도 11(P7)	62
【그림 2.53】 교각 배근도 12(P7)	63
【그림 2.54】 교각 배근도 13(P7)	64
【그림 2.55】 교각 배근도 14(P8)	65
【그림 2.56】 교각 배근도 15(P8)	66
【그림 2.57】 교각 배근도 16(P8)	67
【그림 3.1】 외관조사 작성 예(바닥판 상면)	78
【그림 3.2】 교면포장 전차 물량 비교	81
【그림 3.3】 방호벽 전차 물량 비교	84
【그림 3.4】 배수시설 전차 물량 비교	87
【그림 3.5】 신축이음 전차 물량 비교	89
【그림 3.6】 유간거리 측정방법	90
【그림 3.7】 바닥판하면 전차 물량 비교	94
【그림 3.8】 거더외부 전차 물량 비교	97
【그림 3.9】 거더내부 전차 물량 비교	98
【그림 3.10】 교량받침 상세도	101
【그림 3.11】 받침장치 전차 물량 비교	103

【그림 3.12】 연단거리 측정방법	111
【그림 3.13】 교대 및 교각 전차 물량 비교	114
【그림 3.14】 내구성조사 위치	123
【그림 3.15】 반발경도시험 데이터 분포도	128
【그림 3.16】 초음파 강도시험 데이터 분포도	131
【그림 3.17】 RC-Radar 원리	132
【그림 3.18】 RC-Radar 탐사절차	133
【그림 3.19】 탄산화에 의한 철근부식 메커니즘	136
【그림 3.20】 탄산화시험 결과분석	139
【그림 3.21】 Tc-To법에 의한 균열깊이의 측정방법	142
【그림 3.22】 초음파탐상(사각법)시험 개요도	144
【그림 3.23】 강제 초음파탐상시험 위치도	146
【그림 4.1】 전체 교량의 상태평가 결과 산정 방법 예	159
【그림 5.1】 정·동적 재하시험 측정체계	164
【그림 5.2】 재하시험의 절차	165
【그림 5.3】 재하차량 제원	166
【그림 5.4】 게이지 부착위치	167
【그림 5.5】 Load Case별 재하위치	169
【그림 5.6】 정적 응답곡선(변형률, 변위) - LC1	171
【그림 5.7】 정적 응답곡선(변형률, 변위) - LC2	171
【그림 5.8】 정적 응답곡선(변형률, 변위) - LC3	171
【그림 5.9】 정적 응답곡선(변형률, 변위) - LC4	171
【그림 5.10】 측정간 중립축 위치분석	173
【그림 5.11】 동적 주행 방향 및 위치	174
【그림 5.12】 응답 이력곡선	175
【그림 5.13】 필터링 전, 후 변위 응답 - 20km/h 주행	177
【그림 5.14】 필터링 전, 후 변위 응답 - 40km/h 주행	178
【그림 5.15】 필터링 전, 후 변위 응답 - 60km/h 주행	179
【그림 5.16】 필터링 전, 후 변위 응답 - 80km/h 주행	180
【그림 5.17】 가속도 시간이력의 F.F.T 분석	181
【그림 5.18】 해석 고유진동수	182
【그림 6.1】 송탄교 종평면도	185
【그림 6.2】 구조해석 모델링	186
【그림 6.3】 구조해석 모델 횡단면도	186
【그림 6.4】 검토단면	190
【그림 6.5】 합성전 고정하중에 의한 단면력도	199
【그림 6.6】 합성후 고정하중에 의한 단면력도	200

【그림 6.7】 활하중에 의한 단면력도	201
【그림 6.8】 단위모멘트 하중에 의한 모멘트도(영향계수 K)	202
【그림 6.9】 위치별 영향선도	210
【그림 6.10】 Mode Shape	212
【그림 7.1】 종합평가 결과의 산정 흐름도	219
【그림 8.1】 보수·보강 재료 및 공법 선정시 고려사항	226
【그림 8.2】 보수재료 선정흐름도	227
【그림 8.3】 보수재료의 요건	228
【그림 8.4】 균열 보수(표면처리) 보수개념도	232
【그림 8.5】 균열보수(표면처리) 시공 순서도	232
【그림 8.6】 균열 보수(주입공법) 개념도	233
【그림 8.7】 균열 보수(주입공법) 시공 순서도 및 상세도	233
【그림 8.8】 균열 보수(충전공법) 개념도	234
【그림 8.9】 균열 보수(충전공법) 시공 순서도	234
【그림 8.10】 단면복구공법 시공 개요도	237
【그림 8.11】 유지관리 흐름도	257

사 진 목 차

【사진 3.1】 외관조사 현황	79
【사진 3.2】 교면포장 전경	80
【사진 3.3】 교면포장 외관조사결과	82
【사진 3.4】 난간 전경	83
【사진 3.5】 난간 및 연석 외관조사결과	85
【사진 3.6】 배수시설 전경	86
【사진 3.7】 배수시설 외관조사결과	87
【사진 3.8】 신축이음 전경	88
【사진 3.9】 신축이음 외관조사결과	89
【사진 3.10】 신축 유간 조사현황	90
【사진 3.11】 바닥판하면 전경	93
【사진 3.12】 바닥판 외관조사결과	95
【사진 3.13】 거더 및 가로보 전경	96
【사진 3.14】 거더 및 가로보 외관조사결과	99
【사진 3.15】 받침장치 외관조사결과	103
【사진 3.16】 연단 측정	111
【사진 3.17】 교대 및 교각 전경	113
【사진 3.18】 교대 및 교각 외관조사결과	115
【사진 3.19】 부대시설 전경	116
【사진 3.20】 부대시설 외관조사결과	116
【사진 3.21】 반발경도 측정 현황	127
【사진 3.22】 초음파시험 측정 현황	130
【사진 3.23】 철근탐사 현황	134
【사진 3.24】 탄산화 현황	138
【사진 3.25】 염화물 함유량시험 현황 (시험실 제공)	141
【사진 3.26】 균열 깊이 측정현황	143
【사진 3.27】 강제 초음파탐상시험 현황	147
【사진 3.28】 강제 초음파탐상 output date	149