

목 차

제1장 연구개발과제 개요	1
제1절 연구개발의 목적 및 필요성	1
1. 연구개발 개요 및 필요성	1
2. 연구 개발의 중요성	3
가. 곡선교량의 인식과 연구개발 부족	3
나. 비합리적 설계관행	3
다. 통일된 설계지침의 부재	4
라. 정부의 한계상태설계법(LRFD) 교량 일괄적용	4
3. 연구 목표 및 내용	6
가. 연구개발 최종 목표	6
나. 연차별 연구 목표 및 내용	8
제2절 연구개발의 정의, 범위, 특징	15
1. 연구 내용의 성격 및 연구 목표 설정 근거	15
제3절 관련 분야의 국내외 기술개발 현황	17
1. 국내 기술 및 산업 동향	17
2. 국외 기술 및 산업 동향	18
3. 특허 동향	19
4. 정부 지원정책 현황	20
가. 관련 법령, 정부 정책 및 담당기관	20
나. 정부 지원 저책 사업 종류와 현황	20
제4절 연구 개발 결과의 우수성 및 차별성	22
1. 연구개발과제 및 대상 기술의 중복성	22
가. 연구개발과제의 중복방지를 위한 조사 및 검토결과	22
나. 연구개발과제의 차별성	22
제2장 연구개발 수행 내용 및 결과	24
제1절 연구 수행 전략 및 방법론	24
1. 연구 개발 추진 체계	24
2. 연차별 세부 추진계획 및 방법	26

제2절 국내외 곡선교량 설계관행 분석 및 문제점 도출	29
1. 개요	29
2. 국내외 설계기준 분석	30
3. 분석 결과	47
가. 하중 및 하중계수	47
나. 구조해석	47
다. 복부판	47
라. I형 거더 및 박스거더	48
마. 다이아프램 및 가로보	48
바. 시공성	48
4. 소결	49
 제3절 수평 곡선 강교량의 구조 해석	 50
1. 근사 해석 방법 ; V-Load Method	50
가. V-Load Method 개요	50
나. 수평곡선 거더의 모델링	52
다. 복수거더 교량의 구조해석	54
 제4절 거더의 극한 강도	 61
1. 개요	61
2. 구조해석	63
3. 해석 결과	64
가. 곡선 거더의 극한 거동	64
나. 곡선 거더의 극한강도	67
다. 강도 산정식	70
 제5절 휨-비틀림 상호작용(플레이트 거더)	 72
1. 연구개요	72
2. 문헌연구	72
가. 유사연구 분석	73
나. 휨-비틀 상호관계식	75
다. 해석을 통한 기존 원형 상관식의 분석 - Pi and Bradford (2001)	77
라. Pi와 Bradford의 설계 상관식 (2000)	80
3. 해석개요	82
4. 해석결과	86
가. 거동분석	86
나. 휨-변위, 비틀-회전변위 거동 분석	87
다. 곡률 반경의 영향	90
라. 편심 위치의 영향	91

마. 힘- 비틀림 상호작용 영향	91
바. 설계적용검토	92

제6절 힘-비틀림 상호작용(박스거더) 94

1. 개요	94
2. 유한요소 모델링 및 솔루션 컨트롤	96
3. 잔류응력 및 초기결함 효과	97
4. 직사각형 박스거더의 극한 강도 상호작용	98
5. 극한강도 예측	102
가. 극한 힘강도	102
나. 극한 비틀림 강도	104
6. 요약 및 결론	106

제7절 플레이트 거더의 플랜지 국부좌굴 강도 107

1. 개요	107
2. 연구동향	107
3. 플랜지 국부좌굴에 대한 설계기준	109
가. 직선보	109
나. 곡선보	110
4. 곡선보의 플랜지 국부좌굴에 대한 제안식 연구	110
가. 곡선보의 조밀단면 플랜지	110
나. 곡선보의 비조밀 단면 플랜지	111
다. 좌굴강도 산정	111
5. V-Load Analysis	112
6. 구조해석	113
가. 해석 개요	113
나. 곡률과 세장비에 따른 영향	114
7. 곡률 효과가 적용된 좌굴강도 제안식	115
8. 소결	116

제8절 박스형 수평곡선 강거더의 플랜지 국부좌굴 강도 117

1. 개요	117
2. 문헌연구	118
가. 국내외 논문 분석	118
나. 설계기준분석	119
3. 유한요소 해석 모델	121
4. 결과 분석	122
가. 강도산정	122

나. 부등응력	122
다. 해석결과	123
라. 회기분석 및 식 제안	124
5. 결론	125
제9절 복부판의 전단 좌굴 강도	126
1. 개요	126
2. 선행 연구의 한계점	127
가. Basler 모델	128
나. Lee and Yoo 모델	128
3. 구조해석	128
가. 직선거더	128
나. 곡선 거더	131
4. 소결	137
제10절 박스거더의 다이아프램 간격	139
1. 곡선 박스거더의 뒤틀림 응력 및 중간 다이아프램 간격	139
2. 뒤틀림(Distortion)의 발생원리 및 다이아프램의 강성	140
3. 기존의 연구동향	141
4. 다이아프램의 격벽 강성	142
5. 다이아프램에 대한 시방 규정	142
가. AASHTO Guide Spec. 2003	142
나. Hanshin 1988	144
다. 도로교 설계기준 2010 & 2014(한계상태 설계법)	145
6. 연구 목표	145
7. 뒤틀림 거동 분석을 위한 유한요소 해석	145
가. 해석 개요	146
나. 해석 방법	147
다. 해석 모델 선정	148
8. 해석 결과	149
가. 단경간 박스거더에 대한 해석 결과	149
나. 2경간 연속 박스거더에 대한 결과	151
다. 3경간 연속 박스거더에 대한 해석 결과	152
9. 소결	154
제11절 I형 복수 거더의 가로보 간격	156
1. 개요	156
2. 매개변수	156

가. 가로보 간격의 영향	156
나. 가로보 간격 산정	157
3. 해석결과	157
가. 좌굴 모드	157
나. 좌굴강도에 대한 가로보 간격의 영향	159
다. 뒀 응력비에 대한 가로보 간격의 영향	160
라. 최대 가로보 간격 평가 및 개선	162
4. 결론	165
제12절 수평 곡선 거더의 반력 특성	167
1. 개요	167
2. 단경간 곡선 강박스 거더 교량의 부반력	168
가. 부반력 발생 매카니즘	169
나. 교좌장치 배치 방식에 따른 반력 특성	169
다. 하중 재하 위치에 따른 반력	173
3. 해석적 기법에 의한 부반력 산정식	173
가. 면분포 하중 작용시 반력	173
나. 점선방향 선분포 하중 작용시 반력	177
다. 임의의 점하중 작용시 반력	180
4. 결론	186
제13절 하중 재하점 표준화 - 영향면 활용	187
1. 개요	187
2. 영향선과 영향 면의 개념	187
가. 영향선	187
나. 영향면	188
다. 영향면의 범위와 작성	190
3. 소결	194
제14절 수평곡선 교량의 진동 특성	195
1. 개요	195
2. 해석 모델	195
3. 상부 구조물의 자유진동 특성 분석	198
4. 결론	201
제15절 I형 거더의 플랜지 국부좌굴 실험	202
1. 실험목적	202
2. 실험개요	202

3. 수치해석 결과 및 실험 결과 검증	206
제16절 I형 거더의 휨 비틀림 상호작용 실험 및 극한강도 실험	208
1. 서론	208
가. 재료성능분석 실험	208
2. 실험모델의 제작	212
가. 단면설계	212
나. 제작 과정	214
다. 실험체 셋팅	214
3. 실험관찰	217
가. 4점 재하하중 실험과 모멘트성능 해석연구와의 비교 분석	217
나. 3점재하 편심하중 실험의 정성적 평가	218
다. 3점재하 편심하중 실험의 실험 결과 분석	218
라. 3점 재하하중 실험과 모멘트-비틀림 상호작용력 해석연구와의 비교 분석	220
제17절 곡선교량 해석 및 설계 프로그램 개발 - I	234
1. 개요	234
제18절 곡선교량 해석 및 설계 프로그램 개발 - II	238
1. 개요	238
가. 프로그램 주요기능	238
나. 부 프로그램의 주 기능	238
다. 선형정적 해석을 수행하는 부 프로그램의 주기능	238
라. 개발 프로그램의 FLOW CHART	239
2. 해석 프로그램의 검증	239
제19절 하중 종류에 따른 곡선 교량의 구조거동 평가	241
1. 계수하중 조합 제안	241
2. 가설시 하중에 대한 하중 계수	241
3. 충격 하중 계수	241
4. 온도 하중	242
제20절 LRFD 설계기술개발 ; 설계지침 및 설계예제집	243
제3장 최종 연구 성과 및 적용 실적	244
제1절 주요 연구 성과	244
1. 논문 게재 성과	244

2. 학술대회 발표 성과-----	245
3. 프로그램 등록 성과-----	246
4. 핵심 성과물-----	247
가. 수평 곡선 교량 설계 지침(안)-----	247
나. 설계 예제집-----	248
다. 곡선교량 설계 및 구조해석 프로그램-----	249
제2절 기술 개발 성과의 국내외 시장 전망-----	250
1. 타산업 및 국내외 연계/협력 가능성-----	250
제4장 연구목표 달성 및 효과-----	251
제1절 연구개발 최종목표 달성도-----	251
1. 연구개발 수행 진도율-----	251
2. 연구개발 목표의 달성도-----	252
3. 질적 성과지표(3차년도)-----	253
4. 양적 성과지표(3차년도)-----	253
제2절 연구개발 성과의 기술적 효과분석-----	254
1. 기술력 한계 극복-----	254
2. 도로 선형의 자율성 및 곡선 거더 사용분야 확대-----	254
제3절 연구개발 성과의 경제적 효과 분석-----	255
1. 하부구조 비용 절감 효과-----	255
2. 유지 보수 비용 절감 효과-----	255
3. 세계 시장 진출-----	255
제4절 연구개발 성과의 정책적 효과 분석-----	256
1. 수평 곡선 부재에 대한 인식 개선-----	256
2. 수평곡선 강교량 설계지침 적용-----	257
제5장 연구성과의 활용 및 추가 연구 필요성-----	258
제1절 연구성과 향후 활용방안-----	258
제2절 추가 연구 필요성-----	259