다경간 교량 신축이음장치 최소화를 위한 다점 고정방식 설계방안 검토

제공처 : 한국도로공사 설계처

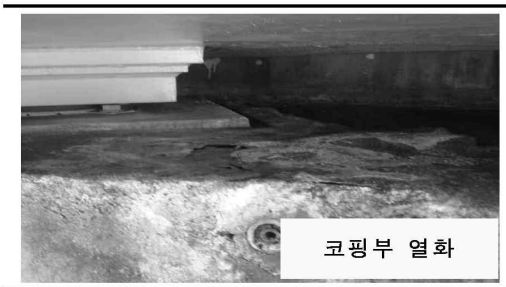
출처 : 2012년도 고속도로 설계 실무자료집(2013, 한국도로공사)

1. 일반현황

(1) (교량비율 증가) 산악지 통과 등에 따른 교량비율 대폭 증가

(1.1) 교량 비율 32%(2008~2011 삼척~동해 외 4개 준공노선 비율)

(2) 최근 제설제 살포량 급증으로 신축이음장치 하부 열화



코핑부 열화



강재 및 교좌장치 부식

(3) 신축이음장치 방수기능 저하 및 손상 등으로 인한 누수

(3.1) 신축이음장치 보수 개소 수 증가(’07년 761개소→’11년 1,664개소) 및 미관 불량

(4) 신축이음장치 잦은 보수·교체에 따른 이용객 불편 가중

(4.1) 따라서, 교량 신축이음장치 최소화는 내구성 향상을 위한 필수 요소임

(4.2) 본 검토는 교량 장수명화의 일환으로 다경간 교량의 신축이음장치 최소화 설계개선 방안을 마련코자 함

2. 현황 및 문제점

2.1 현 실태

(1) 다경간교량 연속(화) 실태조사[부산외곽순환고속도로]

(1.1) 화포천교 등에 최대 4경간 연속화(연장 180m) 적용

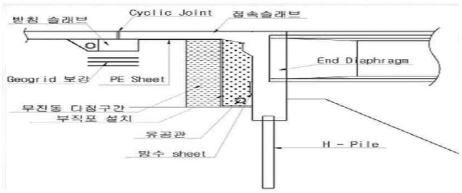
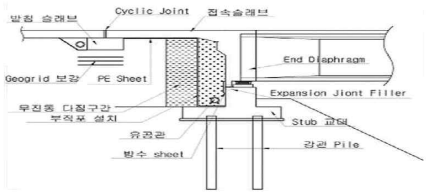
구 분	형식	연장(m)	경간분할	연속경간	Ex. Joint 개소
화포천교	WPC Girder	310	3@50+4@40	4경간	3
나전2교	IPC Girder	360	8@45	4경간	3
내동천교	PSC e-Beam	315	7@45	4경간	3
감내교	DR Girder	270	6@45	4경간	3
연구교	PSC e-Beam	585	13@45	4경간	5

(2) 신축이음장치 최소화를 위한 그간의 노력

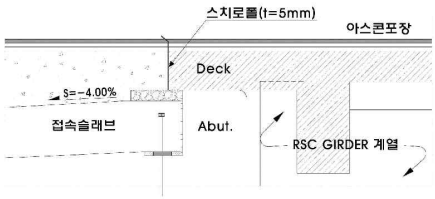
(2.1) 콘크리트 빔교 다경간 연속(화)방안 검토 『설계처-2329, 2008』

(2.1.1) 유지관리, 주행성, 경제성 등을 고려 연장 180m까지 연속화

(2.2) 일체식(반일체식) 교대 교량 적용(대전~통영선 평촌1교 등 다수)

일체식 교대	반일체식 교대
	

(2.3) 고정단 교대(단경간)의 무조인트화

당 초	개 선
	

2.2 국내 · 외 설계기준 및 사례

2.2.1 국내

(1) 국내 상위 설계기준(도로교설계기준)에서 신축이음장치 최소화를 위한 언급이 없으며, 현재 도로교설계기준 부록(한계상태설계법)에 수록되어 있는 실정으로 이에 대한 검토 미흡

(1.1) 도로교설계기준(한계상태설계법, 2012년) : 바닥판 이음부의 개수는 가능한 한 최소화해야 한다.

(2) 슬래브 연속화 사례

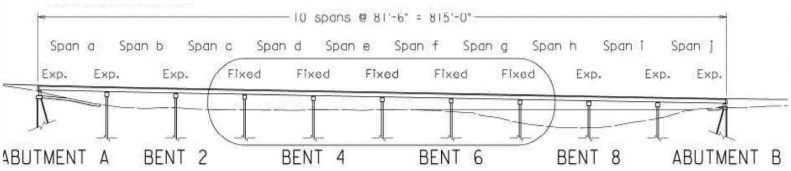
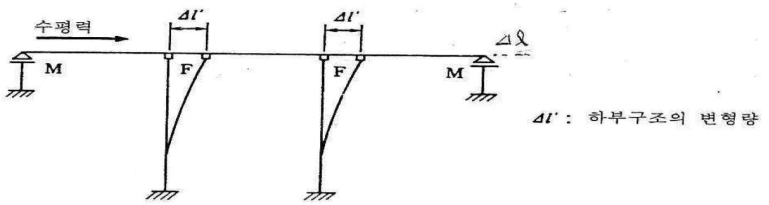
(2.1) 익산~장수선 만덕교(FCM) : 7경간 연속(L=1,060m)

2.2.2 국외

(1) 주행성 향상을 위해 바닥판 신축이음장치를 없애고 유지관리 용이한 구조계 선정하도록 규정(AASHTO LRFD)

(1.1) AASHTO LRFD Bridge design Specification 2.5.2.4 Rideability : The number of deck joints shall be kept to a practical minimum.

(2) 슬래브 연속화 사례

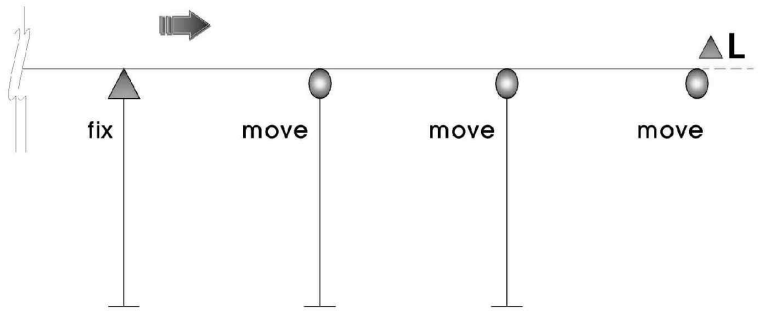
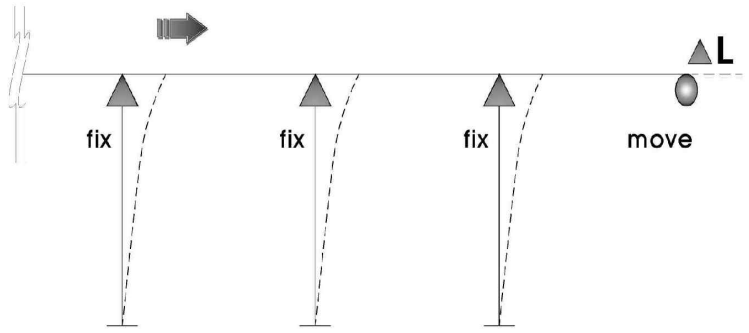
구 분	내 용
미 국	・Tennessee 주: 29경간 823m 교량 연속화 * 양쪽 교대에만 신축이음장치 설치  ・Virginia DOT Bridge Manual * 연속화 기법 소개(10경간 250m 교량 연속화 예제) : 5지점을 고정단으로 처리 
일 본	・도로교받침편람 * 하부구조의 연성을 이용하여 상부 변위를 수용하는 교량형식 선정 

3. 개선내용

3.1 검토

(1) 다경간 교량 신축이음장치 최소화방안 검토

(1.1) 변위 흡수를 기둥 연성으로 하는 다점고정 방식

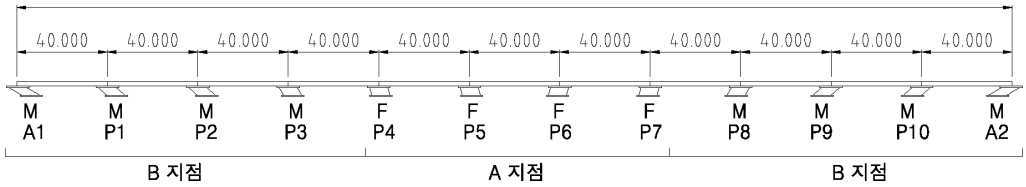
구 분	개 요 도
기 존 **일점 고정단**	
	· 신축이음장치에서 변위를 흡수함 · 구조계산이 간단하며, 설계 불확실 요인이 적다 · 신축이음장치 개수가 많아짐
개 선 **다점 고정단**	
	· 기둥 연성으로 변위 흡수 · 구조계산이 복잡하며, 설계 불확실 요인 많다 · 신축이음장치 개수가 작아지거나, 총 규격이 적어짐

(1.1.1) 다점고정에 사용되는 고정받침은 상부의 신축 · 팽창 변위가 하부구조 변형에 기여할 수 있는 형식 반영

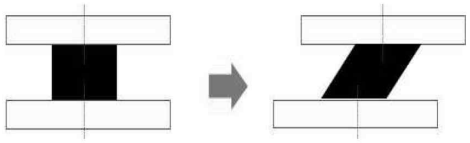
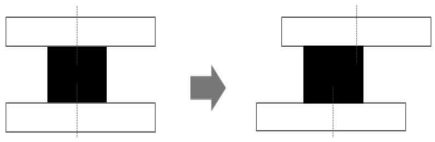
(1.1.2) 신축량을 수용을 위한 연성 확보가 가능한 기둥 높이 필요

(1.2) 변위 흡수를 탄성받침의 전단강성 등을 이용하는 방식

(1.2.1) 온도변화 등에 의한 신축·팽창에 따른 탄성받침 변화

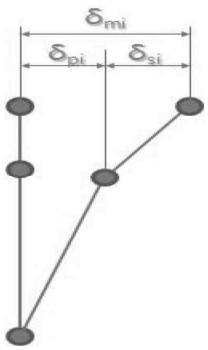


(1.2.2) 신축장이 길어질수록 탄성받침의 변위가 커짐

허용 수평변위 이내(A지점) : 일반 탄성받침으로 변위 흡수	허용 수평변위 초과(B지점) : 슬라이딩용 탄성받침으로 변위 흡수
	

(2) 개선 방안

(2.1) [기둥연성(①) + 탄성받침 전단강성 등(②)] 이용하여 변위를 흡수함

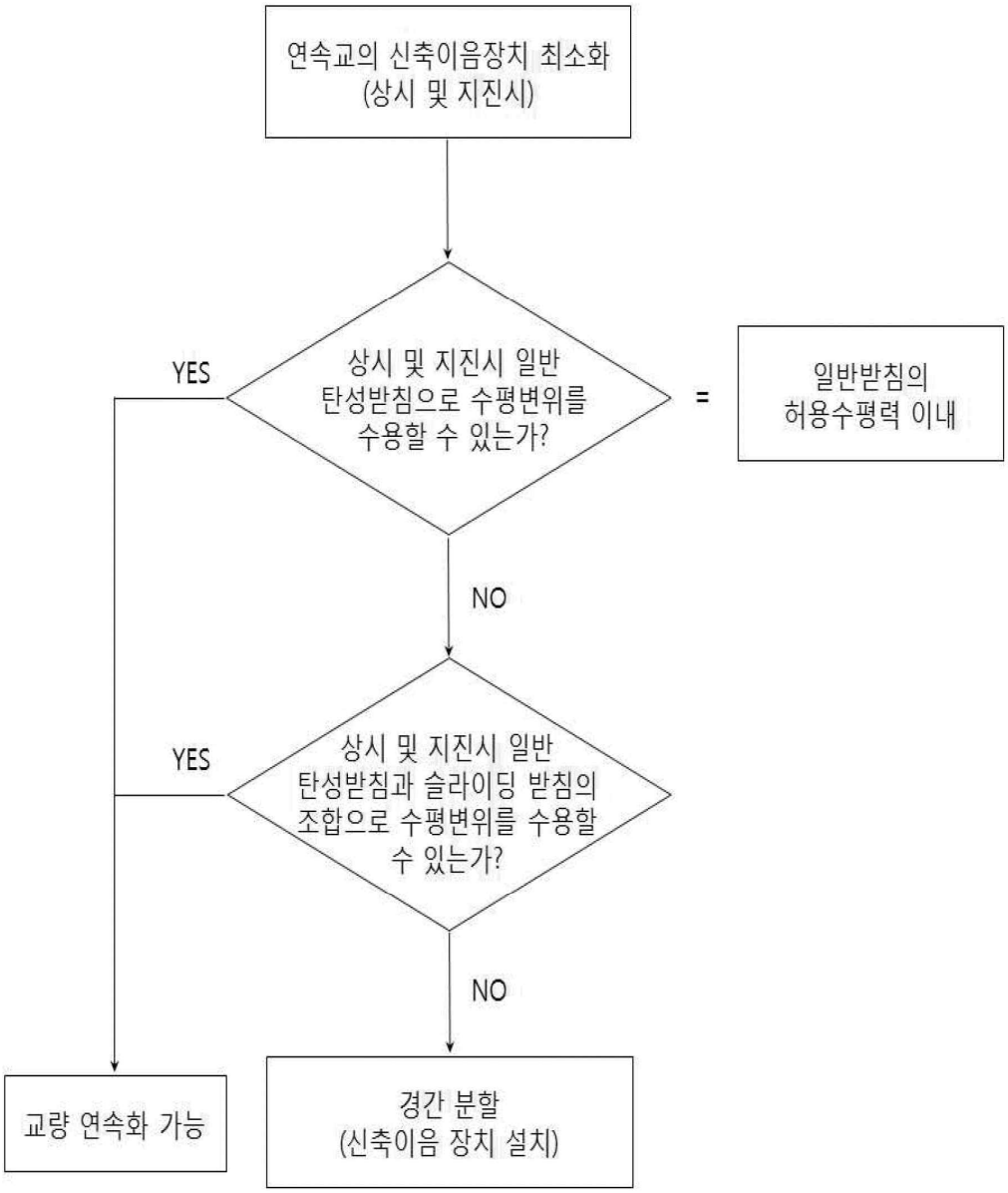


δ_{mi} = 전체 이동량

δ_{pi} = 하부구조 상단의 이동량 (교각의 이동량)

δ_{si} = 탄성받침의 이동량

(2.2) 계획 단계부터 신축이음장치가 최소화되는 교량을 설계함 : 아래 흐름도 참조하며, 곡선교는 곡률에 따른 분력 등을 고려하고, 종단경사가 급한 교량은 경사에 따른 분력 등을 고려하여 적용함.



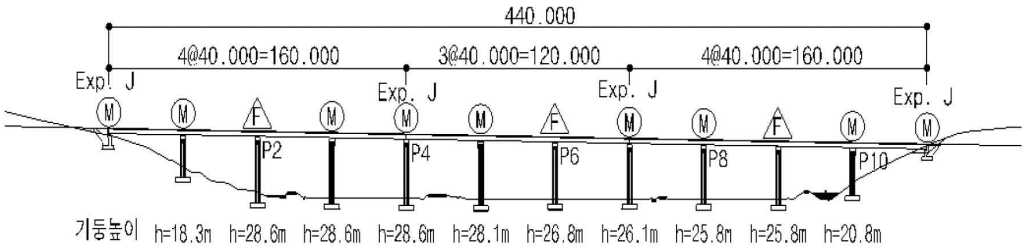
〈신축이음장치 최소화 설계흐름도〉

3.2 시험설계

(1) 교량명 : 신구교(함양울산 15공구)

(2) 연장 및 형식 : L=440m(40@11, H=최소 18m), PSC거더 계열

3.2.1 현행 설계기법

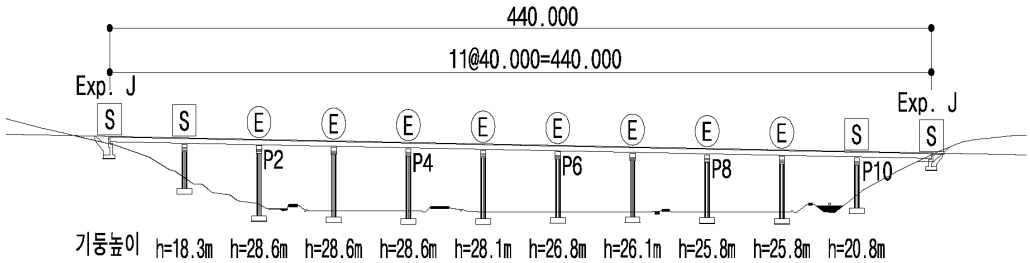


(1) 신축이음장치 : A1, A2(NO 80), P4(NO 160), P7(NO 120)

(1.1) 총 4개소, 신축량 총합 : 440

(2) 일반 탄성받침 : A1 ~ A2 (F : 고정단, M : 가동단)

3.2.2 개선 설계기법 : 기둥연성 + 탄성받침 전단강성 이용



(1) 신축이음장치 : A1, A2(NO 200)

(1.1) 총 2개소, 신축량 총합 : 400

(2) 일반 탄성받침 (E) : P2 ~ P9

(3) 슬라이딩용 탄성받침 (S) : A1, P1, P10, A2

(4) 개선 설계기법으로 신축이음 개소 축소 가능(4개소 → 2개소)

4. 결론

(1) 설계 중 노선 : 본 방침 적용

(2) 기대효과 : 다경간 교량에서의 신축이음장치 최소화를 통한

(2.1) 주행성 향상 및 소음감소

(2.2) 유지관리 용이성 확보

(2.3) 설계기술력 향상

(2.4) 교통차단 최소화로 이용객 편의 증진