배수효율 향상을 위한 교면배수 시스템 개선(점→선배수)

제공처 : 한국도로공사 설계처

출처 : 2011년도 고속도로 설계 실무자료집(2012, 한국도로공사)

1. 일반현황

(1) 국지성 집중호우 등 강우패턴이 바뀜에 따라 순간적인 교량침수 등이 발생하므로 교면배수 시스템 개선을 통하여 배수효율 증대 및 유지관리 효율성 향상 도모 (현행 : 점(點)배수 → 개선 : 선(線)배수)

* 유지관리부서 선배수 요청(설계처-유지관리부서 workshop, 설계처-5363, '09. 10. 27) : 교량 배수관 굴곡 및 연결부 막힘으로 교면배수 효율성이 저하되고 유지관리 어려움 예상, 이에따른 교면 배수시설 개선 필요
* 지속적으로 제안 [제안 2등급 채택]
  - 충청지역본부 (2009. 09. 17), 경남지역본부 (2010. 06. 18)

2. 현황 및 문제점

2.1 추진경위

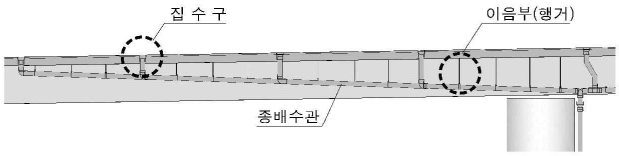
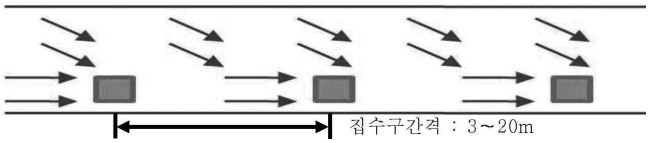
일 자	주요 내용	비 고
1997. 6. 27	·교면배수구 설치기준 검토 *사각집수구(250×250m/m) 적용, 최대간격 20m *집수구 간격 개선(일반구간:10-20m, sag부:3-10m)	설계일 16210-222
2003. 12. 3	·교량 배수시설 설치기준 개선 *육교용 설치구간 확대 및 하부지반 유도수로 설치 *배수관 굴곡부 청소공 설치(Plate Type 등) *종배수관 규격 최소 150mm이상 적용	설계구 10201-477
2005. 3. 7	·교면 배수구 설치기준 개선 *중앙분리대 : 집수구폭 확대(250×500mm) *길어깨 : 집수구규격(250×250mm)	설계처 -573
2007. 12. 28	·교량 배수시설 설치기준 개선 *교량배수관 설치방법 다양화 : 주형외측배수, 주형내측배수, 종방향 배수 등 *교량배수관재질 다양화 : 경질염화비닐관, 스테인레스관,알루미늄관,FRP관	설계처 -3779
2009. 7. 24	·도로시설물 도난방지방안 *차량통행이 적고 하부 도로가 있는 등 도난이 우려되는 교량의 배수관 재질은 F.R.P관 적용	설계처 -3918

2.2 현행 교면배수 시스템 및 문제점 분석

2.2.1 현행 교면배수 시스템

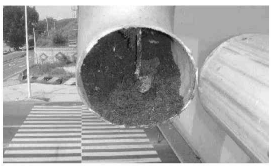
(1) 교량상판의 갓길 방호벽 또는 중앙분리대 측에 집수구를 설치하고 이를 종배수관과 연결하여 배수하는 시스템 ⇒ 점(點) 배수

(2) 설치 사례

구 분	현행 교면배수 시스템
개요도	
평면도	
설치사례	 

2.2.2 문제점 분석

(1) 배수관 막힘으로 잦은 유지보수 시행

		
교면집수구 막힘	종배수관 연결부 막힘	곡관부 막힘

(2) 국지성 집중호우 등 강우패턴 변화에 따른 교량침수 등 발생

(2.1) 10분 강우강도 최대치 분석(1991~2010)

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	비고
19.5	10.6	19.1	15.0	16.5	13.0	18.9	16.1	17.0	14.0	

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	비고
23.0	14.0	20.5	14.5	17.5	15.5	20.0	26.5	22.0	13.0	

(2.1.1) 1990년대 10분 강우강도 : 20mm 미만

(2.1.2) 2000년대 10분 강우강도 : 20mm 이상 5회

(3) 배수구 설치간격이 넓어(표준 횡단경사시 10m이상) 막힘발생시 유출거리 증대에 따른 배수효율 급격히 저하

(4) 교량구간 빗길 교통사고 발생비율 및 사망자율이 전구간 대비 다소 높음

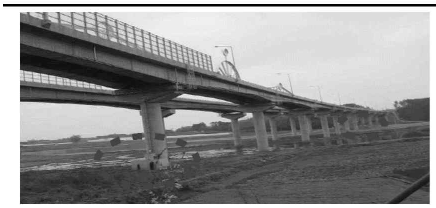
(4.1) 전체 및 교량구간 교통사고 발생현황(2001~2010)

1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	비고
19.5	10.6	19.1	15.0	16.5	13.0	18.9	16.1	17.0	14.0	

2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	비고
23.0	14.0	20.5	14.5	17.5	15.5	20.0	26.5	22.0	13.0	

※ 자료 : hi-유지관리『교통사고 관리』

(5) 장치형 비점오염 저감시설 설치시 공사비 과다(67.5백만원/개소) 및 추가 유지관리비 필요

	
비점오염 저감시설전경(황룡강교)	비점오염 저감시설

(6) 배수관 설치에 따른 미관불량

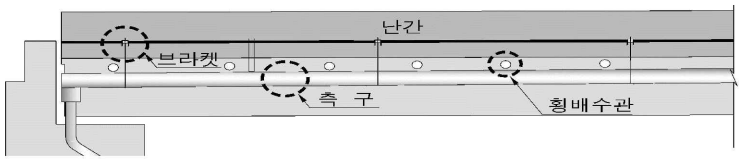
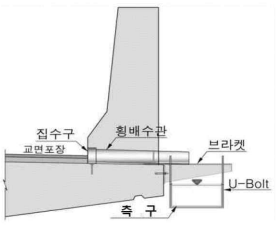
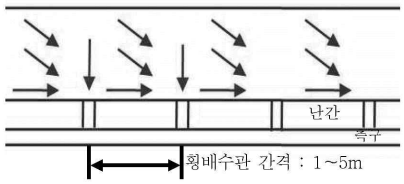
		
미관불량	막힘부 식물생육	배수구 오염

3. 개선내용

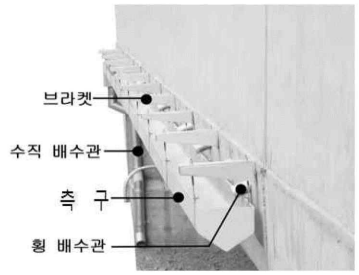
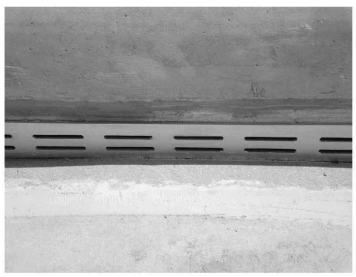
3.1 교량부 선배수 시스템 도입

(1) 교면배수 집수구가 아닌 난간하부 횡배수관으로 1차 배수 후 후면 측구 개념의 선형(Linear) 배수 시설을 설치하여 배수하는 시스템 ⇒ 선(線) 배수

3.2 선배수 시스템 개요

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="2">선배수 시스템</th></tr>
<tr><td>개요도</td><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td>단면도</td><td>
</td><td>
</td></tr>
</table>

3.3 시험시공 사례분석

구 분	경남본부	충청본부
대상교량	· 두척교(L=25m) -횡단경사 : 2.00% -종단경사 : 2.27%	· 세천2교(L=100m) - 횡단경사 : 4.00% - 종단경사 : 1.90%
설치개요	· 방호벽 수직면 홈통매입(신배수) · 횡배수관 규격 및 간격 * Φ 80, CTC 1m	· 방호벽 전면 포장절삭(신배수) · 횡배수관 규격 및 간격 * Φ 80, CTC 6m
설치사례	 	 
의 견	· 교량 미관, 슬래브 내구성 향상 및 유지관리 효율성 우수 · 다경간 교량에 대하여 효과 검증후 확대적용 필요	· 배수기능 향상 및 유지관리 작업성 우수 · 횡배수관 경사 및 관경 검토 필요 ※ 교면포장 절삭시 슬래브 피복부족으로 설계적용 불가

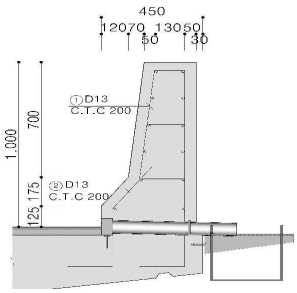
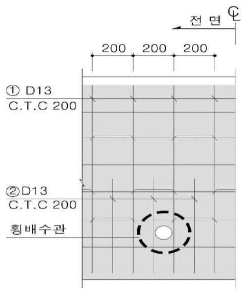
* 교면배수시스템 개선을 위한 의견[충청 구조물팀-249(2011.03.03)호 및 경남 공사팀-233(2011.02.25)]

3.4 세부 선배수 시스템 검토

(1) 배수 기본원리(점배수와 동일원리 적용)

구 분	선(線) 배 수	비고
길 어 깨 통 수 량	$Q_{max} = A \times V = 0.8 \times A \times 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$	
배수효율(E)	· $E = R_f E_0 + R_s E_s$ Rf 집수구 전면에 흐르는 유량중 집수구 유출유량비율 Rs 측면흐름 유량중 집수구 유출유량비율 E_0 전체 길어깨유량에 대한 집수정 전면 흐름 유량의 비율 Es 전체 길어깨유량에 대한 집수정 전면 이외흐름 유량의 비율	
유출량(Q_i)	· $Q_i(m^3/sec) = E \times Q_{max}$	
배 수 구 설치간격	· $S = (3.6\times10^6\times Q_i)/(C\times r1\times W)$	

(2) 배수관 규격·간격 및 경사 검토

단 면 도	평 면 도
	

(2.1) 배수관규격 : 철근과의 간섭이 되지 않도록 80mm 적용

(2.2) 배수관경사 : 최소 배수관 경사 3% 적용

> * 설계실무지침서 9.4.6 배수관 설치방법(2010)
> 배수관 경사는 거더 높이를 고려하여 가급적 큰 경사를 적용하되 3%이상으로 한다.

(3) 배수관 간격검토

(3.1) 검토조건

> * 배수관 경사 3% 적용
> 배수관 규격 80mm 적용
> 강우강도 (10년 강우빈도 142.72mm/hr 적용)

(3.2) 설치간격

(3.2.1) 편도 2차로: W=12.15m

( ) : 기존 점배수시 배수구 간격

종단경사 횡단경사	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	3.0%	4.0%	비 고
1.0%	1.361(5.5)	1.038(7.5)	0.877	0.784	0.669	0.600	계산
	1.0	1.0	-	-	-	-	적용
2.0%	3.760(17.5)	2.860(20.0)	2.422(20.0)	2.168(20.0)	1.845(20.0)	1.638(20.0)	
	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	
3.0%	5.075(20.0)	3.852(20.0)	3.276(20.0)	2.930(20.0)	2.491(20.0)	2.214(20.0)	
	5.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	

(3.2.2) 편도 3차로: W=15.75m

( ) : 기존 점배수시 배수구 간격

종단경사 횡단경사	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	3.0%	4.0%	비 고
1.0%	1.050(4.0)	0.801	0.676	0.605	0.516	0.463	계산
	1.0	-	-	-	-	-	적용
2.0%	2.901(13.5)	2.207(18.0)	1.868(20.0)	1.673(20.0)	1.424(20.0)	1.263(20.0)	
	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
3.0%	3.915(20.0)	2.972(20.0)	2.527(20.0)	2.260(20.0)	1.922(20.0)	1.708(20.0)	
	3.0	2.0	2.0	2.0	1.0	1.0	

(3.2.3) 편도 4차로: W=19.35m

( ) : 기존 점배수시 배수구 간격

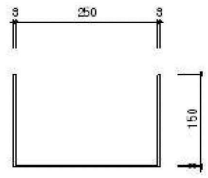
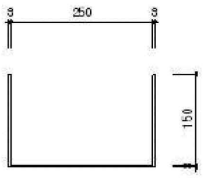
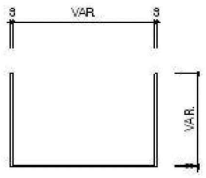
종단경사 횡단경사	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	3.0%	4.0%	비 고
1.0%	0.855	0.652	0.550	0.492	0.420	0.377	계산
	-	-	-	-	-	-	적용
2.0%	2.361(11.0)	1.796(14.5)	1.521(17.5)	1.362(20.0)	1.159(20.0)	1.028(20.0)	
	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
3.0%	3.187(20.0)	2.419(20.0)	2.057(20.0)	1.839(20.0)	1.564(20.0)	1.390(20.0)	
	3.0	2.0	2.0	1.0	1.0	1.0	

3.5 측구 검토

(1) 횡배수관과 분리되어 있어 측구 설계기준 적용

(1.1) 강우강도 : 10년, 수위 : 측구 전체높이(H)의 80% 적용

(2) 측구 제작단면 Type

구 분	Type 1	Type 2	Type 3
측 구 규 격			
	250×150mm	300×200mm	연장별 규격산정
	생산가능		별도 제작

(2.1) 교량 연장별 유량 산정 후 측구규격 산정 필요

(3) 교량점검시설 설치구간은 측구 간섭이 발생되지 않도록 교량 점검시설을 측구 외측으로 이동 설치(교량점검시설 별도 구조검토 시행)

(4) 신축이음장치 설치구간은 전(후) 교각에 수직관을 설치하여 배수

3.6 공사비 분석

(1) 대상교량 : 상주~영덕 고속도로 옹점1교(6@30=180m, 종단구배 2%)

(2) 공사비 비교결과

구 분	점배수	선배수	증(감)
원/m	312,160	315,889원	3,729원(증 약 1.2%)

(2.1) 선배수로 적용시 공사비 증가가 미미할 것으로 판단됨

4. 결론

4.1 검토결론

(1) 교량부 선배수 시스템 도입

(1.1) 선(線) 배수 시스템 설치방안

(1.1.1) 배수관 설계 : 경사 3% 이상, 철근 배근 고려 규격 80mm, 배수관 간격 최소 1m 적용

(1.1.2) 측구 설계 : 강우강도 10년, 수위 측구 전체높이의 80% 적용

(1.2) 선(線) 배수 시스템 적용 대상

(1.2.1) 설치대상

구 분		대 상	비고
직선교량		전 체	
곡선 교량	분리교량	각 행선별 곡선내측	
	비분리교량	길어깨측(중앙분리대 측 제외)	

(1.2.2) 배수시설 설치형식 : 육교용 배수관 설치 대상구간(하천용제외)

(1.2.3) 효율 및 횡배수관 설치간격(최소 1m) 고려 횡단경사 2%이상 교량

(1.2.4) 측구규격 확대가 필요한 교량(Type-3)은 경제성 및 안전성 별도 검토 후 시행

(1.3) 다설 한랭지역은 측구 동결에 따른 배수확인을 위하여 추가 시험시공 시행

4.2 적용방안

(1) 설계중인 노선 : 본 방침 적용

(2) 공사중인 노선 : 공사 주관부서 시행여부 판단

(3) 다설 한랭지역 : 시험시공 결과에 의거 적용여부 판단