기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
최안구	기병훈	전결			이동희
협 조	- 설계기준부장 : 나승계 도로설계부장 :				

문서번호	설계구10201-477
보존기간	10년
결재일자	2003. 12. 3
공개여부	공 개

교량배수시설 설치기준 개선

2003. 12.

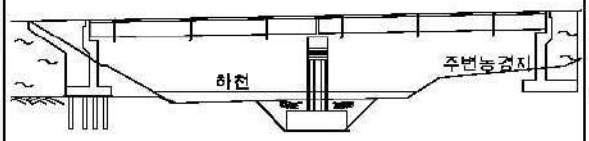
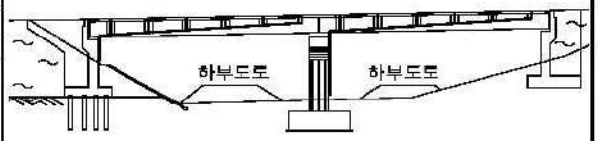
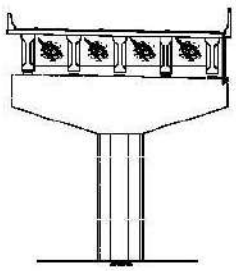
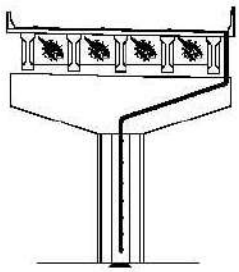
한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

1. 검토목적

교량배수시설 설치와 관련하여 노면수로 인한 주변 농경지의 피해, 주거지역으로의 비산, 낙수로 인한 하부구조물 기초 주변의 세굴등에 대한 피해사례가 많아 합리적인 개선방안을 강구코자 함

2. 현황 및 문제점

가. 교량 배수시설의 종류

구 분	하 천 용	육 교 용
개요도		
설치도		
설 치 사 례		

나. 배수시설 설치기준

(1) 국내기준

구 분	내 용
도로교 설계기준	- 배수관은 특히 찌꺼기로 막히기 쉬우므로 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 안지름은 최소 15cm이상으로 하여 급격한 굴곡을 피하도록 한다
도로설계요령	- 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 내경은 150mm 이상, 계획유량의 3배를 유하시킬수 있는 단면으로 한다. - 배수관 굴곡부 개수는 될 수 있는 대로 적게 하고 굴곡부에 청소공을 설치하도록 한다.
고속도로 설계기준	- 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 내경은 150mm 이상, 계획유량의 3배를 유하시킬수 있는 단면으로 한다. - 배수관 굴곡부 갯수는 될 수 있는 대로 적게 하고 굴곡부에 뚜껑붙인 청소공을 설치하도록 한다. ※ 교면 배수구 설치기준(설계일16210-222,'97.6.27) - 종배수관 설치구배 · 왕복4차로 : 3% 이상 · 왕복6차로 : 4% 이상 · 왕복8차로 : 6% 이상
고속도로 수량산출기준	○ 하천용 - 하천횡단교량으로 교면수를 하천에 방류해도 좋은 경우 - 배수관 하단은 주형 및 거더의 하부플랜지 15cm 하단까지 연장 - 교량받침에 비산할 우려가 있는 경우에는 교량받침보다 20cm 아래에서 절단함. ○ 육교용 - 하부도로 및 철도를 횡단하는 교량 - 집수구로부터 하부구조물까지 배수관을 설치하여 교면수를 방류함. - 배수관의 밑단은 지면으로부터 30cm이상 이격시키고, 한랭지에서는 결빙을 고려해 50cm이상을 이격시킴

(2) 국외기준

(가) 설계요령(일본도로공단) : 붙임#3-5

o 배수관은 유지관리 측면에서 종배수관을 최대한 없애는 것이 좋다.

o 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로하고 그 내경은 연직방향 150mm, 수평방향 200mm 이상인 동시에 계획우량의 3배를 유하할 수 있는 단면으로 한다.

o 강우확률은 3년확률로써 전국강우강도도에서 해당지역의 확률강우강도 γ_0 (mm/h)를 사용한다.

o 배수관 경사는 원칙적으로 3% 이상으로 한다.

(나) Design of Bridge Deck Drainage

(FHWA, Federal Highway Administration) : 붙임#3-3

o 강우강도는 10년 빈도의 강우강도 적용

o 모래 등을 유하시킬 수 있는 바람직한 최소경사는 8%

o 굴곡부에는 특별한 장비없이 교량하부에서 접근이 가능한 위치에 청소구를 설치하여야 함.

o 청소구 설치위치는 청소방법에 따라 결정되어야 함

o 보호시설이 설치되지 않은 제방에 물이 낙하되어서는 안됨

다. 문제점

(1) 감사기12108-30356('02.12.3)

o 하천용의 경우에도 교량높이가 높을 경우 노면수가 강풍에 의해 인접 주거지 및 농경지로 날려 민원이 발생

o 육교용의 경우 교량하부 지상 30cm 위치까지 배수구를 설치할 경우에도 하부지반이 세굴되고 주변 농경지로 토사가 흘러드는 피해가 발생

o 교량외측부에 설치되는 배수구는 슬래브 철근과의 간섭으로 시공성이 떨어짐

o 배수관 굴곡부의 배수관이 막히는 등 유지관리의 어려움이 예상됨

(2) 감사행12108-30346('02.11.25)

o 하천이 아닌 곳의 교량하부에 설치된 하천용 교량 배수관에서 낙수하는 교면수에 의해 하부 침식 발생

o 육교용 배수관 하단이 세굴되거나 물 웅덩이가 형성되고 주변 농경지가 침식되는 곳이 발생

3. 개선방안 검토

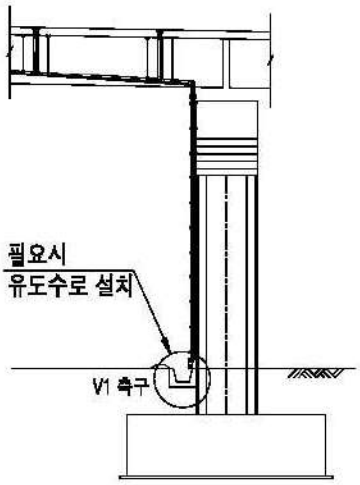
가. 하천용 설치로 인한 문제점 해소대책

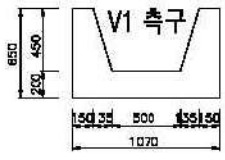
o 육교용 설치대상구간 확대

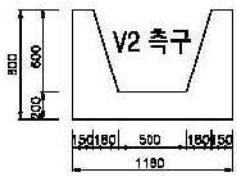
현 행	변 경	비 고
- 도로 및 철도 횡단 교량	- 도로 및 철도 횡단 구간 - 농경지 통과구간 - 강풍시 비산으로 인해 인접가옥에 피해가 우려되는 경우 - 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우 - 하천구간중 수질보호를 위해 직접낙수 하는 것이 바람직하지 않다고 판단되는 경우 - 기타 설계자가 필요하다고 판단하는 구간	※교량내에서도 구간에 따라 구분적용

나. 교량용 배수관 하부지반의 세굴방지대책

o 필요한 경우 유도수로(토사 또는 콘크리트 측구)를 설치하여 배수관을 인접수로에 연결하고, 지형여건상 유도수로가 불필요한 경우 또는 설치가 곤란한 경우에는 콘크리트 물받이 설치





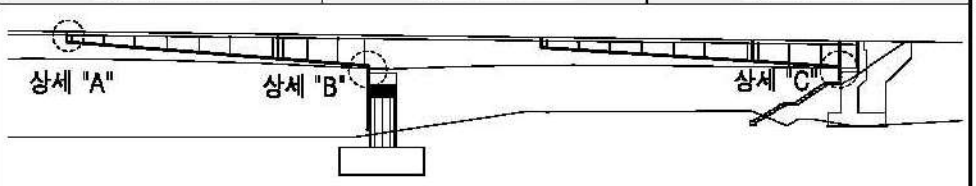
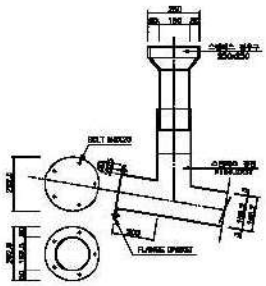
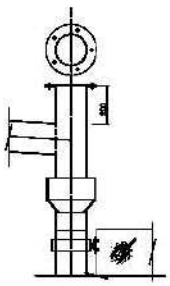
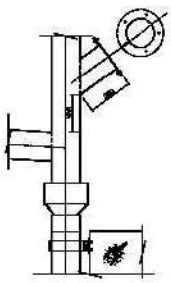
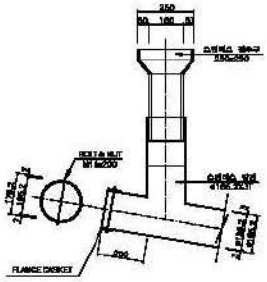
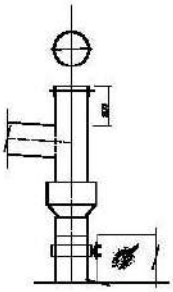
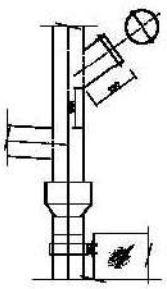
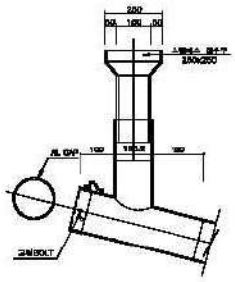
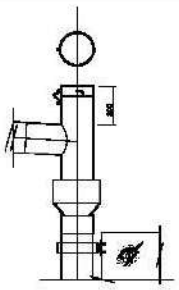
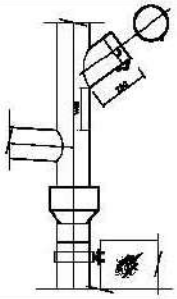
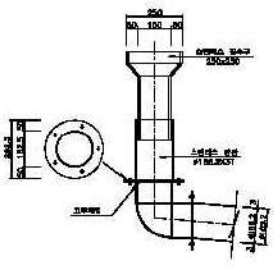
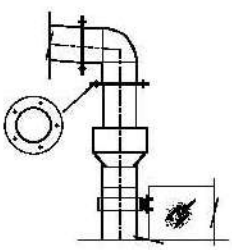
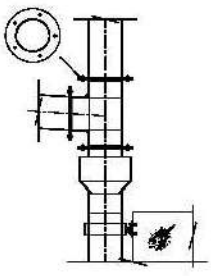


다. 배수관 굴곡부 막힘방지방안 검토

(1) 청소공 설치(안)

(가) 개요

o 배수관 굴곡부 막힘현상 발생시 청소를 용이하게 하기 위해 급격한 굴곡부에 청소공을 설치

구 분	청소공 설치도		
	상세 "A"	상세 "B"	상세 "C"
개요도			
PLATE TYPE			
COVER TYPE			
CAP TYPE			
FLANGE TYPE			

(나) 검토의견

o 도로설계요령에 굴곡부에 청소공을 설치하는 것으로 명시되어 있고 일부 교량에서 청소공을 설치한 사례가 있음

o 그러나 굴곡부가 대부분 수시접근이 곤란한 곳에 위치하여 활용도가 매우 낮을 것으로 판단되고,

o 현재 주로 사용되는 고압살수 등의 청소방법으로 처리되지 않을 정도의 심각한 막힘현상은 발생빈도가 매우 적은 것으로 파악됨

o 따라서 일반교량에는 청소공을 설치하지 않도록 하되 현수교, 사장교 등의 특수교량과 고교각교량 등에 한해 별도로 검토하여 적용할 수 있도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

(2) 종방향 배수관 규격확대(안)

o 종방향 배수관(이하 종배수관)의 규격을 상향조정(150mm → 200mm)할 경우 막힘현상을 방지하는데 다소의 도움이 될 것으로 판단되나 모든 종배수관의 규격을 일률적으로 키우는 것은 비경제적임

o 다만, 일률적으로 150mm관을 사용하는 것을 방지하기 위해 종배수관의 설치경사에 따라 **별도의 용량검토를 시행하여 결정**하는 것이 바람직할 것으로 판단됨(붙임#1 계산예 참조)

(3) 종배수관의 경사

o 종 배수관의 경사는 크게 할수록 막힘현상을 줄일 수 있을 것으로 판단됨

o 따라서, 종배수관을 설계할 경우에는 각각의 교량에 대해 별도로 적용가능한 경사를 검토하여 도면상에 명시하되 **거더의 높이를 고려하여 가급적 큰 경사를 적용**하여야 함

※ 교면배수구 설치기준(설계일 16210-222, '97.6.27)
- 배수관 설치구배는 4차로 3%이상, 6차로 4%이상, 8차로 6%이상

o 다만, 부득이한 사유로 현 기준상의 구배를 충족시킬 수 없는 경우 상기 (2)항에 따라 종배수관의 규격을 확대

라. 배수구 설치에 따른 시공성 저하문제

o 배수구는 신속한 우수의 처리를 위해 불가피한 시설로 철근과의 간섭이나 보강등으로 시공성이 다소 떨어지나 시공상세도를 작성하여 시공성저하가 최소화 되도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

4. 결론

가. 하천용 배수관 설치로 인한 문제점 해소대책

o 하천용 배수관의 설치로 피해가 예상되는 경우에는 가급적 육교용을 적용하는 것으로 하며 대상은 나음과 같이 정함

- 도로 및 철도 횡단 구간
- 농경지 통과구간
- 강풍시 비산으로 인해 인접가옥에 피해가 우려되는 경우
- 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우
- 하천구간중 수질보호를 위해 직접낙수하는 것이 바람직하지 않다고 판단되는 경우
- 기타 설계자가 필요하다고 판단하는 구간

나. 교량용 배수관 하부지반의 세굴방지대책

o 육교용 배수관의 하단부에는 필요한 경우 유도수로(토사 또는 콘크리트 측구)를 설치하여 배수관을 인접수로에 연결토록하고, 지형여건상 유도수로가 불필요한 경우 또는 설치가 곤란한 경우에는 콘크리트 물받이를 설치

다. 배수관 굴곡부 막힘방지방안

o 종배수관은 각각에 대해 별도로 적용가능한 경사를 검토하되 거더의 높이를 고려하여 가급적 큰 경사를 적용

o 종배수관의 규격은 계획된 종배수관의 종단경사에 따라 별도의 용량검토를 시행하여 결정하되 최소 150mm 이상을 적용

라. 기타 특기사항

o 교량 배수시설은 설치빈도를 축소하는 방안을 별도검토할 계획임

5. 적용방안

o 설계중인 구간부터 적용

o 시공중인 구간은 공사주관부서에서 판단

2-10 터널 라이닝콘크리트 타설 사이클타임 조정 시행

방 침
설 계 도 10201-9 ('03.1.10)

1. 검토목적

○ 터널의 라이닝콘크리트 타설 싸이클타임(Cycle Time)은 터널 공사기간 산정의 기본요소임

○ 고속도로 터널공사 현장의 실사자료를 근거로 싸이클타임을 조정시행함으로써 공사기간 추정 및 원가산정의 적정성을 확보코자함

2. 현설계현황 및 문제점 제기

○ 현설계시 터널의 라이닝콘크리트 타설 공기산출시 1 SPAN당 기준시간을 5일/9m로 적용함으로써 실제공기에 비하여 과다하다는 현장의견이 제기됨

- 타 설 : 1일
- 거푸집 탈형 : 3일
- 거푸집 이동 및 청소 : 1일

○ 고속도로 현장 실싸이클타임 조회결과 대부분 3일/9m로 관리되고 있는 실정으로써 거푸집 제거시기 등에 대한 재검토를 통해 기준시간에 대한 재산정이 요구됨

- 타 설 : 1일
- 거푸집 탈형 : 1일
- 거푸집 이동 및 청소 : 1일

3. 거푸집 탈형시기 검토

가. 고속도로공사 전문시방서

○ 7-4 가시설공 표 7-4 「거푸집 제거시기 콘크리트 압축강도의 참고값」

- 두꺼운 부재의 연직 또는 연직에 가까운 면, 경사진 상면, 작은 아치의 외면 : 35kgf/㎠

○ 8-6 라이닝콘크리트

- 거푸집은 천단부 콘크리트의 강도가 자중을 견딜 수 있는 강도를 발휘하기전까지는 제거하지 않아야 하며, 콘크리트 압축강도가 30kgf/㎠ 이상 발현된 이후에 거푸집을 제거하여야 한다.

나. 거푸집 탈형시기 검토

○ 라이닝콘크리트 양생시간별 강도 추정

- $f_c(t) = \frac{t}{(a + b \cdot t)} \times f_c(28)$ ☞ ACI Committee 209

  f_{ck}=240kg/㎠, 보통콘크리트 습윤양생시 : a=4.0 b=0.85

- 1일 강도 : 49.48kg/㎠
- 2일 강도 : 84.21kg/㎠
- 3일 강도 : 109.92kg/㎠

○ 양생시간별 강도 추정결과 1일 강도가 고속도로 전문시방서상의 거푸집제거 기준강도를 상회하고 현장에서도 실제 1일 이내에 거푸집을 탈형하는 실정임을 감안하여 터널 라이닝 콘크리트 타설 싸이클타임 산정기준을 9m당 거푸집 탈형 소요일수 1일 포함 3일로 정함이 타당한 것으로 사료됨

4. 검토결론 및 기대효과

가. 검토결론

터널의 라이닝콘크리트 타설 싸이클 타임을 3일/9m로 조정시행

- 타 설 : 1일
- 거푸집 탈형 : 1일
- 거푸집 이동 및 청소 : 1일

나. 기대효과

1) 공사기간 단축

○ 현설계 : 33개월

- 굴 착 : 11개월
- 방수 및 라이닝콘크리트 : 14개월
- 기타여유 : 8개월

○ 조 정 : 28개월

- 굴 착 : 11개월
- 방수 및 라이닝콘크리트 : 9개월
- 기타여유 : 8개월

※ 1km 2차로 양방향 터널기준 5개월 단축

2) 공사비 절감

(2차로 양방향 터널 1km 기준)

공 종	규 격	수 량	단 위	공 사 비(천원)		증 감 (천원)	비 고
				당 초	변 경		
강재동바리 및 거푸집	2차로	3	NR	338,604	309,773	△28,831	
임시전기시설	터널용	1	SUM	82,523	73,419	△9,104	
작업용비계	터널용	1	SUM	6,189	6,046	△143	
직접비계				427,316	389,238	△38,078	
합계(제잡비50%)				640,974	583,857	△57,117	

- 2002년 설계준공 터널 총연장 : 23.5km/5개노선
- △57백만원/km ×23.5km = 1,339백만원

※ 연간 13억원 절감

5. 적용방안

○ 설계중인 노선 : 본 방침 적용

○ 공사중인 노선 : 현장여건에 따라 조치