

기 술 검 토 서

NO. 토질 및 기초 — 52

제 목: 성토부에 위치한 교대안정성 검토

2006. 12

강 원 건 설 사 업 소

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

기술검토건명	성토부에 위치한 교대안정성 검토		
공 구	전공구	검 토 구 분	토질 및 기초
검 토 기 간	2006. 11. 28 ~ 2006. 12. 8	검 토 자	오 관 식
		담 당 자	오 성 민
근 거 공 문	자체검토(2006.11.28)	회 신 공 문	용마(홍천) 제2006 - 0071호

1. 검토목적

춘천~동홍천간 고속도로 건설공사를 시행함에 있어 성토부에 위치하는 교대의 안정성 여부와 시공시 예상문제점 및 대책을 검토하고자 함.

2. 검토내용

가. 설계현황

성토부에 위치하는 공부별 교대현황은 아래표와 같다.

[표-1] 성토부에 위치한 교대설계 현황

공 구	교 랑 명	위 치	성토높이(m)	안전율(F_s)	소단폭(m)	비 고
1공구	RAMP-B2교	A1	29.7	1.511	3	
		A2	35.9	1.505	3~4	
	RAMP-B3교	A1	19.4	1.510	1~2	
		A2	15.8	1.562	1	
	RAMP-B4교	A2	18.9	1.531	1	
	RAMP-E교	A1	19.4	1.516	1~3	
	동산2교	A1(서울)	15.5	1.528	1	
		A1(양양)	15.4	1.524	1	
	RAMP-A1교	A1	12.7	1.576	1	
	RAMP-A2교	A1	10.6	1.798	1	
		A2	10.7	1.764	1	
	RAMP-A3교	A1	26.1	1.513	1~3	
	RAMP-B1교	A1	12.6	1.695	1	

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

[표-1] 계속

공 구	교 량 명	위 치	성토높이(m)	안전율(F_s)	소단폭(m)	비 고
3공구	성동천교	A1(서울)	23.2	1.506	1	
	송정1교	A1(서울)	8.5	1.592	1	
		A1(양양)	8.1	1.710	1	
4공구	송정2교	A1(양양)	7.4	1.662	1	· 다짐도 95% · 순성구간으로 성토물량 증가시 경제성 불리함. · 교대전면부에 마울진입로 및 배수불량에 따라 소단폭의 증가가 어려움.
		A2(서울)	7.5	1.644	1	
	구성포교	A2(서울)	17.5	1.575	1	
		A2(양양)	16.0		1	
	홍천강교	A2(서울)	9.2	1.545	1	
		A2(양양)	9.1		1	

※2공구 동산4교는 교량재설계로 인해 금번검토에서는 제외함.

나. 검토방향

1) 검토조건

- 공구별 최고성토부에 위치한 교대를 대표단면으로 선정하여 안정여부 검토
- 시공완료 단면의 안정여부 검토
- 시공중 불리한 경우(뒷채움 선시공)에 대한 대책방안 강구
- 2공구에 위치하는 동산4교는 교량재설계로 인해 설계도서 제출시 별도 검토예정

2) 기준안전율

교대구조물을 포함하는 전체의 사면안정검토를 실시하며 활동파괴에 대한 안정성 판정은 원호파괴를 가정하여 한계평형해석을 실시한 후 외적안정성 여부를 판단함. 해석시 파일의 저항효과를 고려하는 경우는 기준안전율이 1.80이상, 파일의 저항효과를 무시하는 경우는 기준안전율이 1.50이상이면 안정함. 본 검토에서는 파일의 저항효과를 고려하는 경우와 무시하는 경우 두 가지 조건을 모두 검토하여 교대의 안정성여부를 판단함.

3) 강도정수

일반적으로 성토체의 강도정수는 단위중량 1.9t/m^3 , 점착력 1.5t/m^2 , 내부마찰각 25° 정도를 사용하고 있으며, 공구별로 적용된 강도정도는 다음표와 같다.

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

[표-2] 강도정수

공 구	단위체적중량 (t/m^3)	내부마찰각 (t/m^2)	점착력 ($^{\circ}$)	비고
1	1.9	25	1.5	
3	1.9	25	1.5	
4	1.9	30	1.5	다짐도 95%기준

4) 사용 Program

본 검토에서는 교대안정해석 전용 Program인 SLOPILE 이용

다. 분석내용

공구별 대표단면에 대한 시공완료 후의 안정성을 검토하였음.

1) 완성단면에 대한 안정성 검토결과

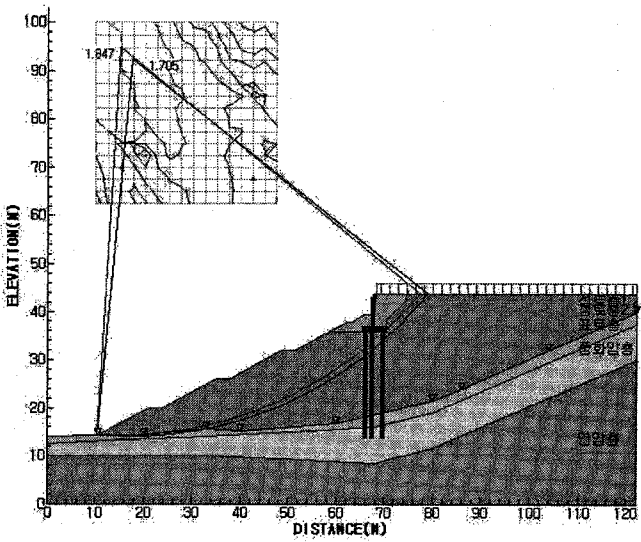
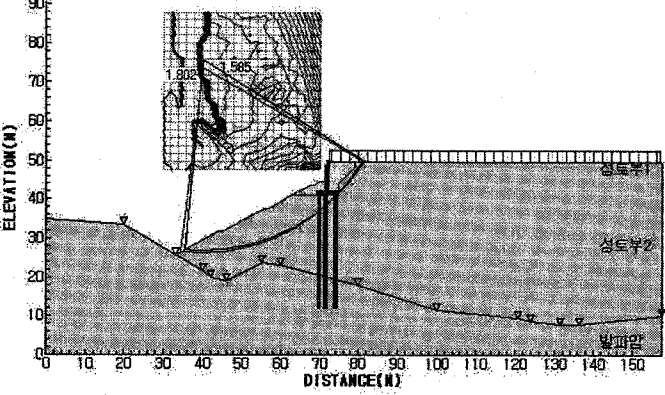
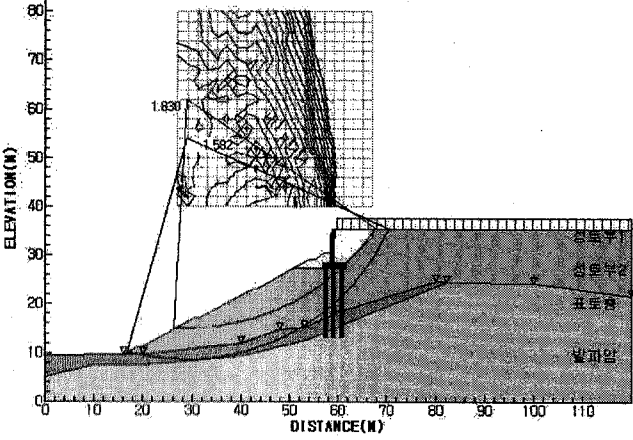
시공완료 후의 대표단면에 대한 말뚝미고려 및 말뚝고려에 대한 검토를 수행한 결과는 다음표와 같다.

[표-3] 완성단면의 안정성 검토결과

공구	교량명	위치	안전율		판정	비고
			말뚝미고려	말뚝고려		
1	RAMP-B2교	A1	1.705	1.847	O.K	기준안전율 말뚝미고려 : 1.5이상 말뚝고려 : 1.80이상
3	성동천교	A1(서울)	1.585	1.802	O.K	
4	구성포교	A2(서울)	1.582	1.830	O.K	

공구별 대표단면에 대한 성토부 교대의 안정성을 검토한 결과 설계내용은 적절한 것으로 검토됨. 일반적으로 성토단면체체의 안정성을 확보하기 위한 방안으로는 여러 가지가 있을 수 있으며 현장적용이 용이한 방안으로는 성토제체를 변화시키는 방안(소단폭 조정 등) 및 성토제체의 강도정수를 상향시키는 방안 등이 있음. 성토제체를 변화시킬 경우 성토량 증가 및 추가로 용지 매수가 필요한 점 및 강도정수를 상향시킬 경우 시공(다짐관리)이 어려움 등 공법별로 장단점이 있으므로 현장에 적용가능한 공법을 적용하는 것이 타당한 것으로 판단됨.

[표-4] 완성단면의 안정성분석 결과

공구	교량명	해석결과	비고
1	RAMP-B2교 A1		
3	성동천교 A1(서울)		
4	구성포교 A2(서울)		

춘 천 ~ 동 홍 천 기 술 자 문 단

2) 안정성 확보방안

단면제체의 안정성을 확보하기 위한 방안으로는 여러 가지가 있을 수 있으며 현장적용이 용이한 방안으로는 성토제체를 변화시키는 방안(소단폭 조정 등) 및 성토제체의 강도정수를 상향시키는 방안 등이 있으며 공법별 장단점은 아래표와 같다.

[표-5] 공법별 비교표

구 분	소단폭 조정	성토층 강도정수 상향조정
개 요	· 교대 전면의 소단폭을 증가시켜 압성토 역할을 하게 함으로서 저항력 증가	· 교대부근 성토층의 다짐관리기준을 상향조정하여 성토층 토질의 전단강도를 증가 · 다짐도 95%(상부노상 다짐기준)
장 점	· 시공이 간편	· 하부공간 잠식 최소화
단 점	· 추가적인 부지확보가 필요 · 성토물량 증가 · 교대전면에 지장물 존재시 적용 어려움	· 철저한 다짐관리 요구 · 시공관리 상대적으로 난이 · 관리(전단강도시험)시험 필요

라. 분석내용 검토

시공완료 후의 단면을 검토한 결과 설계내용은 현장여건에 적합한 방안으로 안정성을 확보하는 것으로 검토됨. 4공구의 경우 현장여건([표-1] 참조)을 고려하여 다짐도 95%에 의해 설계되었으나 실시공시 노상다짐도(95%)로 시공하기가 어려울 경우가 있을 수 있으므로 이 경우에는 성토재료의 변경(예, 압성토 등)에 의한 강도정수를 상향시켜 설계에서 요구한 조건을 만족시키거나 철저한 다짐시공을 통하여 내부마찰각을 상향시켜야 할 것으로 사료됨. 다짐관리기준을 상향시켜 다짐도 95%이상으로 관리할 경우 적용구간 성토층은 시료를 채취하고 전단강도시험을 실시하여 다짐관리기준에 의한 강도정수의 만족여부를 반드시 확인하여야 함.

마. 시공시 유의사항

시공중 불안정 조건을 분석해 보면 현장 여건상 교대 앞채움을 시공하지 않고 뒷채움부를 먼저 시공하는 경우에는 교대에 작용하는 편재하중으로 인해 변위발생이 우려되며 이는 흙벽과 슬래브의 유간확보곤란, 교좌장치 파손, 슬라브 균열, 신축이음 장치 파손 등의 발생 원인이 되므로 이러한 시공순서는 바람직하지 못한 것으로 판단됨. 따라서 교대 앞채움과 교대 배면 성토를 교호하면서 편재하중이 작용하지 않도록 시공하여야 함.

- 1) 교대부의 성토부는 일반성토부와 성격이 다르므로 품질관리를 철저히 해야 함.

일반성토부는 성토부 일부가 유실되거나 파괴되어도 복구가 가능하지만 교대성토부는 문제가 발생하면 교대구조물에 영향(교좌장치 파손, 슬라브 균열, 신축이음 장치 파손 등)을 미치므로 복구가 어려우며 경제적으로도 불리함.

- 2) 교대부의 성토관리는 반드시 소요다짐도 이상으로 관리해야 함.

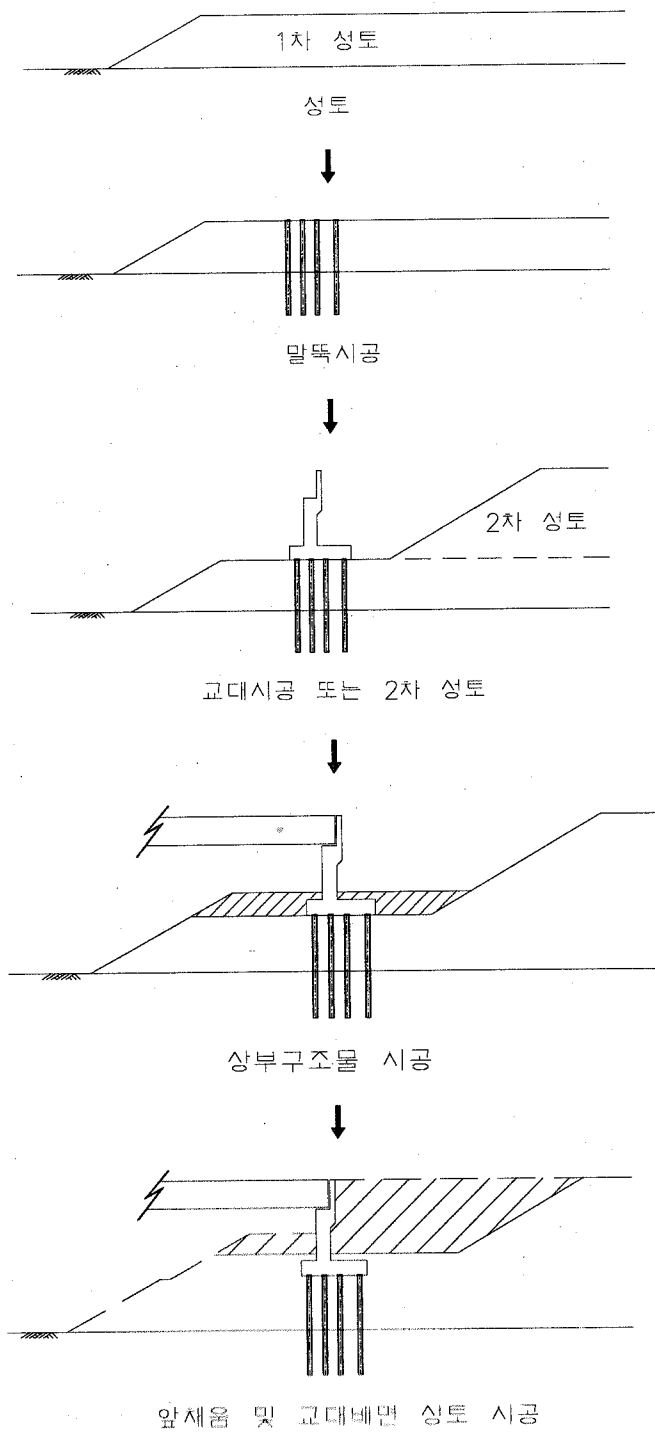
통상 연직하중만을 고려하여 성토부 다짐을 느슨하게 한 상태에서 말뚝시공을 실시하면, 수평하중에 대한 저항이 떨어지며 성토부의 활동에 대해서 불리한 측면으로 작용됨. 일반적으로 다짐을 철저히 실시하면 입자의 배열이 조밀하게 되므로 느슨한 상태보다 작용토압을 경감시킬 수 있으며 수평저항력의 증가를 기대할 수 있음.

- 3) 앞채움 성토부는 분리 추가 성토에 의하여 시공치 말고, 매층 성토다짐 시공이 일체가 되도록 관리하고 현장여건상 불가능 할 경우에는 총따기에 의한 다짐시공이 되도록 하여 일체거동이 되도록 철저한 관리가 요망됨.

바. 시공순서도

상기 기술한 바와 같이 성토부에 위치한 교대부의 안정성을 확보하기 위해서는 편재하중이 작용하지 않도록 시공하는 것이 바람직하나, 현장여건상 시공이 곤란한 경우에는 다음과 같이 시공할 것을 추천한다.

- 1) 교대기초저면까지 성토 : 성토시 소요다짐이상의 품질관리가 필요하고, 앞채움 성토부까지 일체시공이 되도록 관리.
- 2) 말뚝시공
- 3) 교대시공
- 4) 상부구조물 시공 : Beam 또는 상부구조물 가설작업 포함(Beam 또는 상부구조물 가설을 위하여 작업공간 평탄작업시 앞채움 성토체 절취등의 작업 금지)
- 5) 앞채움 및 교대 배면 성토 동시 시공 : 편재하중이 작용되지 않도록 총다짐에 의한 앞채움과 뒷채움은 동시 시공하고, 부득이 현장여건상 앞채움 성토가 추가적으로 시공될 경우 앞채움부는 선시공부분과 일체화 거동이 되도록 철저한 총따기 작업에 의한 총다짐 시공이 필요하며, 교대 배면 성토와 밸런스를 유지해가며 계측결과에 따라 시공하여야 한다.



<시공순서도>

춘 천 ~ 동 흥 천 기 술 자 문 단

3. 검토결론

- 1) 성토부에 위치하는 교대구조물의 안정성 검토를 수행한 결과 현설계내용은 적절한 것으로 검토됨.
- 2) 고성토부에 위치하는 교대의 안정을 확보하는 방법으로 성토제체를 변화시키는 방안(소단폭 조정 등) 및 성토제체의 강도정수를 상향시키는 방안 등이 있으므로 현장적용시 조정이 필요한 경우 각 방안별로 장단점을 검토후 현장여건에 적합한 방안을 적용함이 타당한 것으로 판단되며 어떠한 경우에도 철저한 다짐관리 및 편재하중이 작용하지 않도록 관리하여야 함.
- 3) 4공구의 경우 다짐도 95%(노상다짐)에 의한 강도정수를 상향시키는 방안을 제안하였으나 실시공시 적용이 어려운 경우가 발생할 수 있으므로 성토재료의 변경(예, 암성토 등)에 의한 강도정수를 상향시켜 설계에서 요구한 조건을 만족시키거나 철저한 다짐시공을 통하여 내부마찰각을 상향시켜야 할 것으로 사료됨. 다짐도 95%이상으로 관리할 경우 성토층의 시료를 채취하고 전단강도시험 등을 실시하여 다짐관리기준에 의한 강도정수의 만족여부를 반드시 확인하여야 함.
- 4) 시공중 불안정 조건을 분석해 보면 현장 여건상 교대 앞채움을 시공하지 않고 뒷채움을 먼저 시공하는 경우에는 교대에 작용하는 편재하중으로 인해 변위발생이 우려되므로 주의하여야 하며 설계목적에 부합하는 현장 시공이 되어야 함.
- 5) 현장 여건상 설계대로 시공이 불가능 할 경우에는 2.검토내용 '마.항 시공시 유의사항 및 바.항 시공순서도'를 참고하고, 교대의 수평변위 발생유무에 대한 계측관리를 통하여 편재하중이 작용하지 않도록 시공함이 타당할 것으로 사료되며, 반드시 앞채움 성토시공에 대해서는 현장 시공계획 수립에 의한 공사추진 및 중점관리가 되어야 할 것으로 사료됨.