

● ● ●

C.G.S (Compaction Grouting System)공법 시공사례

- 측방유동이 있는 교대에 대한 복원공사 사례 -

이 기 용^{*)}

*) 주)정토지오텍, 부사장

1. 개요

1.1 공 사 명 : ○○지구 ○○교 교대 측방유동 복원
공사

1.2 공사기간 : 2005년 6월 10일 ~ 2005년 7월
20일(41일간)

1.3 공 종 : 측방유동 방지 공사

1.4 복원공사 내용

본 과업은 ○○지구 ○○교 교대의 측방유동에 대한 복원공사로서, 본 교량은 낙동강 하류에 위치한 교량으로 연약층 심도가 깊어 강관 말뚝이 시공되었으며, 교대 배면에는 토압이 적게 작용하도록 EPS(Expanded Polystyrene : 경량재 성토공법)를 시공하였다. 그럼에도 불구하고, 공사 준공 단계인 현시점에 성토하중에 의한 측방유동이 크게 나타났으며, 이 측방유동이 진행성으로 분석되어 이를 복원 및 보강하기로 결정하였다.

2. 현장상황

2.1 측방유동 상황

본 교량은 1차 전단파괴를 거쳐 2차 전단파괴가 된 것으로 검토 되었으며, 전단파괴시 교대 배면부가 다소 크게 측방변위 하였고, 그 이후에는 측방유동이 지속되고 있다.

시점측 교대는 기초부를 포함한 전체적인 측방유동이 있었으며, 그림과 같이 교대 상부측 유동(설계상 Joint의 이격거리는 8cm인데, 측방유동이 4cm정도 발생하여 현재 이격거리는 4cm로 줄었음)에 비해 교대 기초부 유동(측방유동 수치는 7~8cm임)이 더 크다.

종점측 교대는 교대 상부측 측방유동이 심하여 Joint의

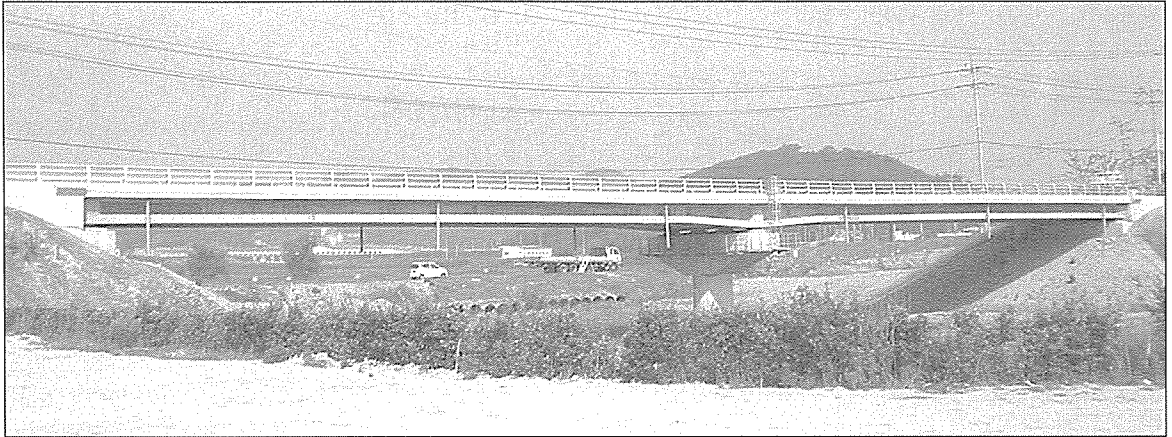


사진 1. 교량 전경

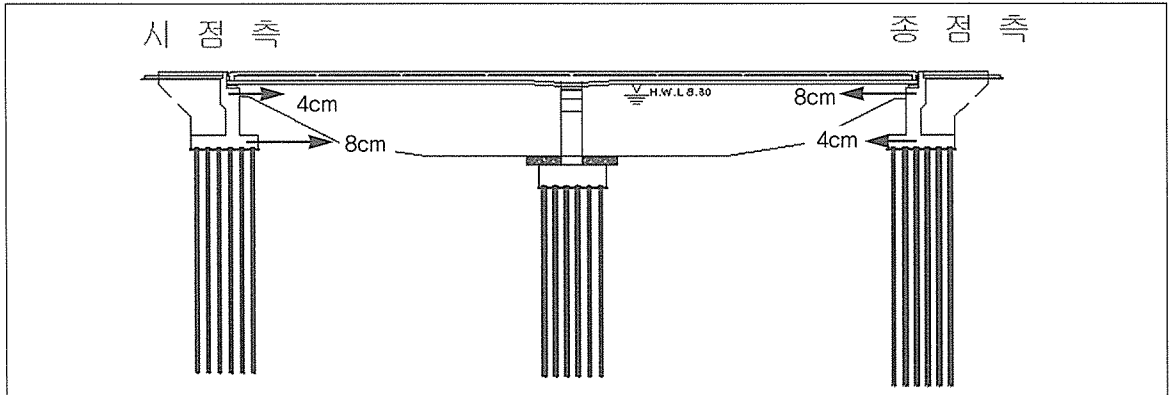


그림 1. 축방유동 방향

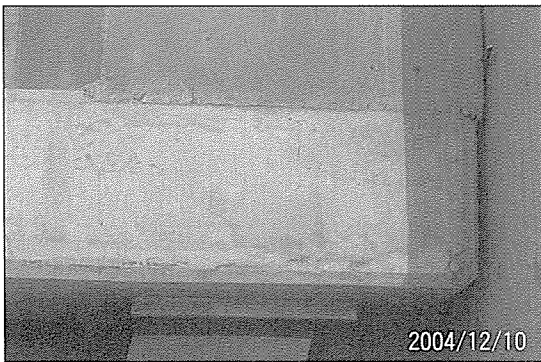


사진 2. 시점부 교대

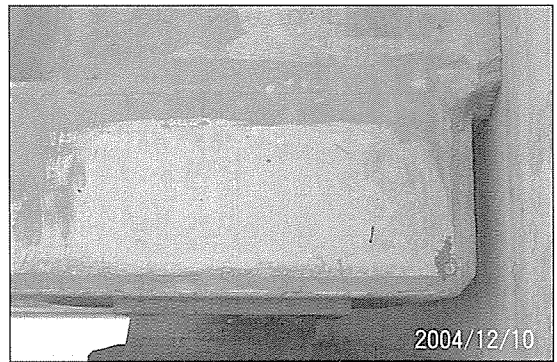


사진 3. 종점부 교대

설계 이격거리 8cm가 Zero인 상태로 이격이 없어졌으며, 기초부 유동은 상부측에 비해 적게(약 4cm) 유동 되었다.

2.2 지층조건

C.G.S공법의 주입작업(EL. 4.3 ~ EL. -19.1)에 앞서 천

기술기서

공작업을 실시한 결과 본 현장의 지층상태는 다음과 같다.

- ◎ 매립층(평균 E.L 7.0 ~ E.L -3.0)
 - 교량축조를 위한 인위적인 성토층
 - 점토, 모래, 자갈 혼합층
 - 상부구간 : 자갈섞인 점토질 모래층
 - 하부구간 : 자갈섞인 모래, 점토층
 - 느슨 ~ 보통 조밀한 상대밀도를 보임.
 - 황회갈색을 띰.
- ◎ 점토층(평균 E.L -3.0 ~ E.L -19.1)
 - 실트질점토층
 - 매우 연약한 연경도를 보임
 - 부분적으로 소량의 모래포함.
 - 암회색을 띰.
- ◎ 평균 E.L -19.1 시추완료

2.3 측방유동 원인

연약지반에 시공된 교대에서 흔히 발생하는 횡토압으로 인한 측방변위임.

2.4 보강 방안

측방유동으로 인해 발생된 측방유동 변위 복원 및 보강.
 시점측 : 교대 기초 전면부를 C.G.S 시공에 의한 횡압으로 측방유동 변위량을 복원하고, 사항의 역할을 하도록 C.G.S. 구조체를 형성하여 향후 토압에 저항토록 함.

- 중점측 : 1) 복원 : Tie cable 설치 및 인장에 의해 교대의 측방유동 변위량 복원
 2) 보강 : 교대 기초 전면부를 사항의 역할을 하도록 C.G.S. 구조체를 형성하여 향후 토압에 저항토록 함

3. 공정별 시공

3.1 시공순서

표 1 참조

3.2 C.G.S 복원공사 후 변위량(이격거리 : mm)

표 2 참조

설계 이격량이 8cm이나, 현재 하절기로 인한 팽창량을 감안하여 4cm 정도의 이격거리를 확보 복원기로 함. 중점부 하류 지점은 16mm 확보에 불과함으로 별도 대책키로 함.

4. 결론

본 교량의 교대는 배면에 토압이 적게 작용하도록 EPS (Expanded Polystyrene)를 시공하였음에도 불구하고 측방유동이 진행되어 슬라브와 교대가 맞붙은 실정으로 공용시 안전한 교량 구실을 하기 어려운 것으로 판단되어, 측방유동 변위에 대해 복원을 실시하고, 사항의 역할을 대신할 수 있는 C.G.S 구조물을 교대 기초 전면에 시공키로 하였다.

- 1) C.G.S작업은 1차(2005. 6. 11. ~ 6. 25), 2차(2005. 7. 13. ~ 7. 18) 걸쳐 총 152공(φ 700), 천공 3,226.9m, 주입 3,024.0m를 실시하였다.
- 2) 시점측은, 교대 하부측 측방유동량이 교대 상부측보다 크며 교대와 상부슬라브의 이격거리가 약 4cm가 되므로, 기초 전면에 C.G.S 시공을 하면서, 계속 교대와 상부 슬라브의 이격거리를 관찰하여, 55.5cm,

» » C.G.S(Compaction Grouting System)공법 시공사례

표 1. 공정별 시공순서

(월/일)

공정별 시공순서		
선행작업	① 호안블럭 제거(6/10)	C.G.S 작업 공간확보를 위한 압성토 정리작업
	② 압성토 제거(6/11)	
↓		
측방유동 방지작업	C.G.S 공 1차 주입	- 시점부 C.G.S : 교대 원상회복을 위하여 저항용 C.G.S 벽체 형성 - 종점부 C.G.S : 교대 기초판 측방유동 방지
	(6/11 ~ 6/25)	
↓		
교대원상회복을 위한 사전작업	② 가시설(6/23~6/26)	Tie Cable 정착면 형성
	③ 데드맨 시공(6/27)	
	④ TIE CABLE 설치(6/27~7/17)	교대 복원작업을 위한 준비작업
	⑤ JACK 설치(7/17)	
	⑥ 2차 C.G.S 하부주입(7/13~7/17)	
⑦ 아스콘 파취(7/17)	교대 복원작업 효율을 극대화	
↓		
교대원상회복 작업 (7/18)	① Jack 긴장	변위가 발생된 교대를 배면방향으로 원상복구시키고 장기적으로 측방 유동을 방지 함.
	② Tie Cable 인장작업	
	③ 2차 C.G.S 상부주입	
↓		
시공 완료		

표 2. C.G.S 복원공사 후 변위량(이격거리 : mm)

구 분	시 점 부		종 점 부	
	상류 지점	하류 지점	상류 지점	하류 지점
당 초	0	0	0	0
복원 공사 후	55.5	73.0	56.0	16.0

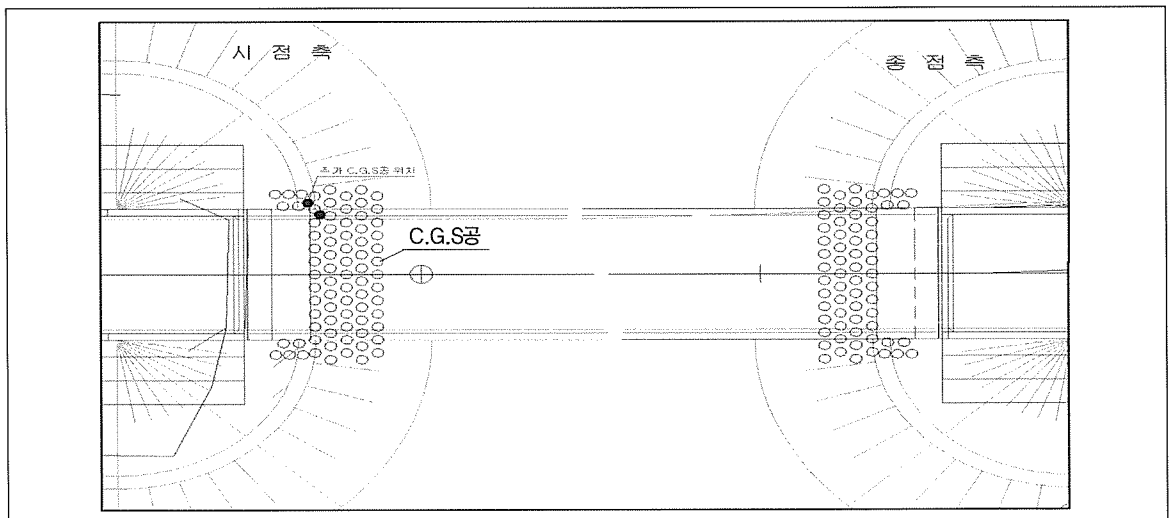


그림 2. C.G.S 공 위치도

기술기사

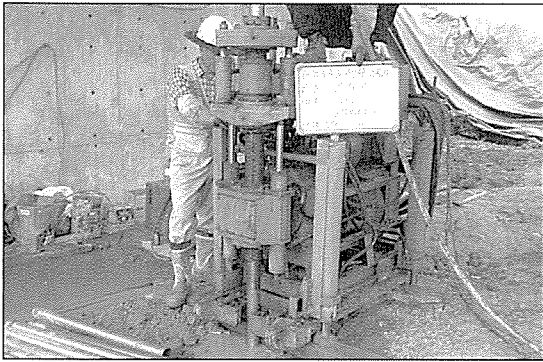


사진 4. 천공작업 전경

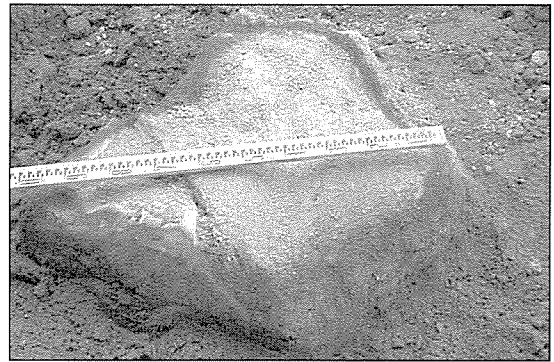


사진 5. 구근 확인

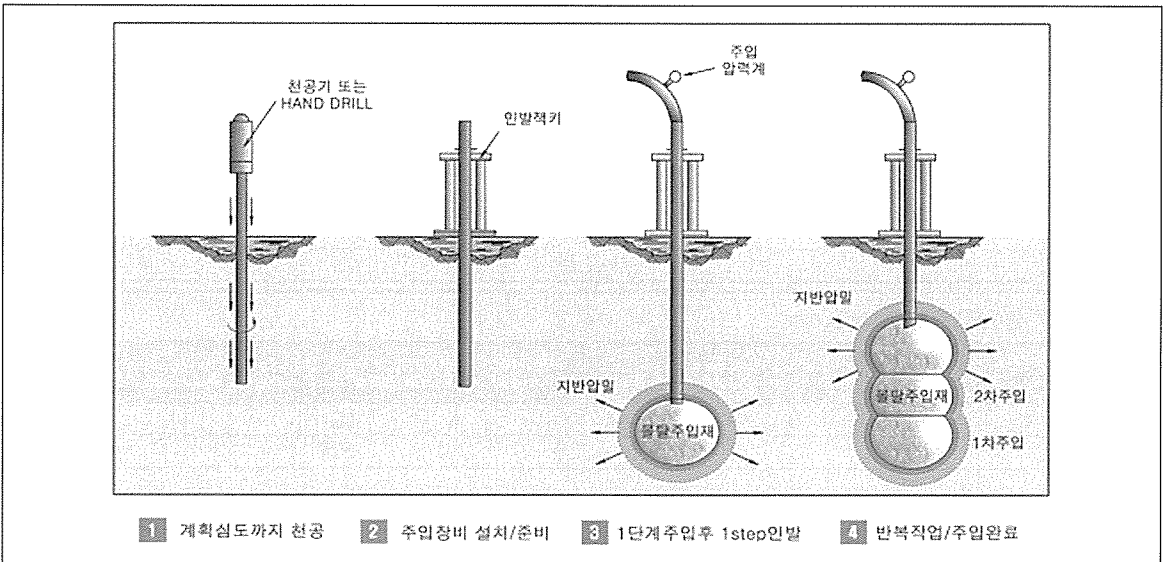


그림 3. C.G.S 시공순서도

73.0mm의 이격거리를 확보한 것으로 작업을 종료 하였다.

3) 종점측은 교대 하부쪽보다 교대 상부측의 측방 유동량이 크므로, Tie Cable의 긴장으로 교대상부를 복원하는 것을 주로 하고, 기초 전면 C.G.S 시공으로 전체 복원 Balance를 맞춰나갔다. 결국 이격거리 56.0mm, 16.0mm를 확보하였으며, 하류지점 16.0mm는 약간 모자란 수치이나 더 복원량을 크게 하는것은 구조물에 무리가 있을 것으로 판단되어, 다른 방법으

로 조정기로 함.

- 4) 상부슬라브와 교대의 이격거리 확보는 40mm로 목표를 세우고 충분한 효과를 얻었음.
- 5) 향후 교대의 추가 측방유동에 대하여는 C.G.S가 충분히 굳었으므로, C.G.S가 파괴되지 않는 한 큰 측방 유동은 발생하지 않을 것으로 판단되나, 지속적인 관찰은 필요할 것이다.