

낙동강 델타 점토 지역 고속도로 확장공사 시 장기침하 영향 분석 및 대책 검토



박 태 영
냉정부산건설사업단
사업단장
(pty1020@ex.co.kr)



이 명 석
냉정부산건설사업단
품질기술팀 팀장
(kjdean@ex.co.kr)



이 성 렬
냉정부산건설사업단
품질기술팀 토질차장
(ultraman@ex.co.kr)



이 사 익
냉정부산건설사업단
품질기술팀 토질대리
(nnail@ex.co.kr)

1. 서론

과거 주요도시를 거점으로 경제성장을 추진했던 우리나라는 현재 전국단위의 경제성장을 도모하기 시작함에 따라 주요도시에 집중되었던 인구 및 물동량이 전국적으로 커지기 시작했다. 전국적으로 대단위 기간구조물 및 도로건설을 착수하기 시작했으며, 특히 고속도로의 경우 국가기간교통망계획 및 도로정비기본계획에 따라 7×9 전국간선도로망 등이 추진되고 있다.

그러나 경제성장과 더불어 도로건설 등에 필요한 토지 또한 매우 부족한 실정에 이르러, 이에 해안 등 열악한 지반조건을 가진 연약지반 시공이 증가하고 있는 추세이다.

현재 약 3,630km에 이르는 고속도로 중 5% 정도의 토공구간이 공학적으로 매우 연약한 지반 위에 건설되어 사

용 중이며, 남해고속도로 냉정-부산간 확장공사도 그 중 하나이다.

표 1. 냉정부산건설사업단 사업개요

연장	53.28km(확장43.36km, 신설9.92km)
총사업비	1조 3,578억원 (공사비 1조 812억원, 용지비등 2,766억원)
사업기간	2008. 12 ~ 2013. 12
주요시설	· 분기점 4개소(냉정, 김해, 대저, 대동) · 나들목 7개소 (서김해, 동김해, 장유, 가락, 서부산, 물금, 남양산)
사업효과	· 부산 경남지역 교통혼잡 해소로 물류비용 절감 · 노선 선형 불량구간 개량으로 교통사고 감소

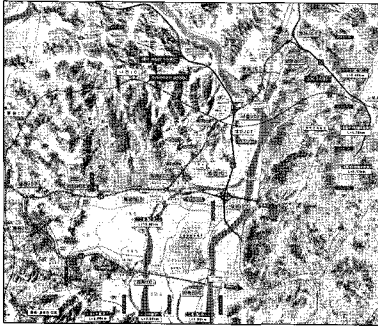


그림 1. 노선도

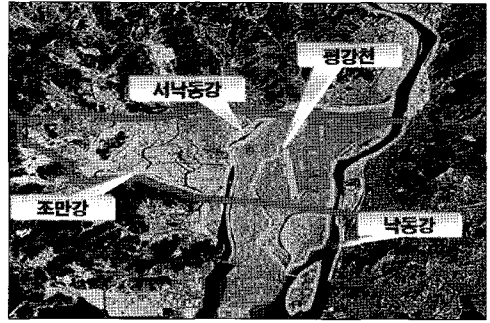


그림 2. 낙동강 델타점토 지역

고속국도 제10호선, 104호선, 551호선의 확장 및 신설 공사를 담당하고 있는 냉정부산건설사업단은 남해고속도로 냉정~부산 구간의 기존 4차로를 6~8차로로 확장하고, 남해선(동감해IC와 북부산영업소 사이)과 중앙선의 대동JCT를 연결하는 신설노선을 4차로로 계획하여 교통지·정체를 해소하고, 장래교통수요에 대처하고자 하는데 목적이 있으며, 사업개요 및 노선도는 표1과 그림1에 나타내었다. 남해고속도로 냉정-부산간 확장공사 사업 구간은 낙동강 하구에 위치함에 따라 '낙동강 델타점토 지역' 이라는 매우 연약한 지반을 포함하고 있다(그림2). 박성재(2004), 권기호 등(2006)에 따르면 낙동강 하구는 오랜 시간동안 낙동강 상류에서 운반되어 퇴적된 많은 양의 세립토로 이루어져 있으며, 총적층의 두께가 두껍고 강도는 낮으며 높은 압축성을 보이고, 점토층은 정규압밀 상태이고 퇴적층의 두께는 지표면에서 약 25m~75m 내에 분포하고 있다. 이런 초연약한 구간에 건설된 고속도로는 공용 후 장기간에 걸친 침하발생으로 인해 중앙분리

대 파손, 포장단차 균열, 횡단경사 변형 및 배수 불량부등이 발생하여 고속도로 주행차량의 안정성 및 쾌적성이 저하된다(그림 3,4). 본 연구는 낙동강 델타점토 지역을 통과하고 있는 남해선 및 남해지선의 장기침하량을 예측하고 그에 대한 대책방안을 검토하고자 한다.

2. 문헌연구

현재 널리 적용되고 있는 Terzaghi 압밀이론은 성토시 지반을 완전 비배수상태로 가정하여 성토하중과 동일한 과잉간극수압이 발생하며 성토 후 시간경과에 따라 과잉간극수압 소산과정과 동시에 침하가 발생하는 것으로 간주하고 있다. 하지만 실제 현장을 살펴보면 과잉간극수압이 완전히 소산한 후에도 2차압밀이 발생하고 있으나 2차압밀에 의한 침하량은 종종 간과되었다.

Terzaghi의 압밀이론이 발표된 이후 2차 압밀에 관한



그림 3. 중앙분리대 파손

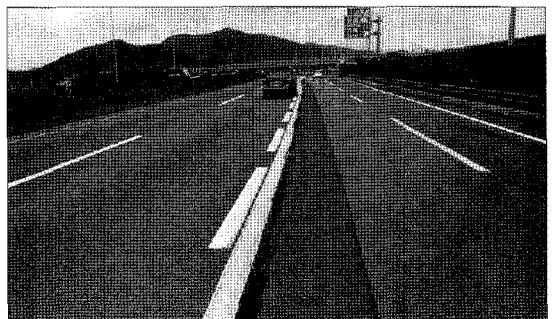


그림 4. 포장단차 균열

표 2. 확장유형별 개념도

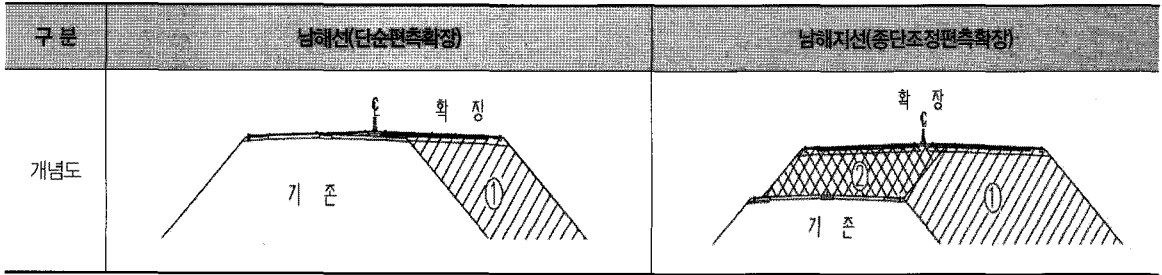


표 3. 검토구간 설계현황

확장 유형	공구	연약지반 현황						침하량 현황			비고
		구간	STA	심도 (m)	대표 단면	발기 위치	계획고 (m)	발기고 (m)	발생 침하량 (cm)	최대 연동 침하량 (cm)	
단순 편측 확장	2	1-3	4+300~4+410	8.1~14.9	4+400	확장	8.17	11.51	234.0	22.4	남해선
	6	3	0+752.52~0+818.68	14.0~31.7	0+784	확장	12.46	17.66	420.5	2.6	
중단 조정 편측확장	4	5-5	7+300~7+370	32.5~41.2	7+300	확장	2.83	6.09	218.4	8.2	남해지선
						기존	1.36	4.41	200.6	52.7	
	6-4	8+220~8+431.4	19.3~36.3	8+360	확장	6.76	10.75	289.5	9.5		
					기존	2.96	6.55	251.5	52.6		

연구가 활발히 수행되고 있으나 그 평가방법은 아직 명확하게 확립되어 있지 않다.

2차압밀은 일반적으로 대수시간(log)과 간극비(e) 또는 변형률($\Delta H/H_p$)간에 거의 선형적인 관계를 가지고 있으므로 2차압밀 침하량을 구하기 위한 2차압축지수는 간극비 및 변형률의 관계를 이용하여 구할 수 있다.

$$C_\alpha = \frac{\Delta e}{\Delta \log t} \quad (1), \quad C_{\alpha e} = \frac{\Delta e}{\Delta \log t} \quad (2)$$

여기서, $\frac{\Delta H}{H_p} = \frac{\Delta e}{1+e_p}$ 이므로, $C_{\alpha e} = \frac{C_\alpha}{1+e_p}$

위에서 구한 2차압축지수를 이용한 2차압밀침하량을 구하는 식은 다음과 같다.

$$S_2 = \frac{C_\alpha}{1+e_p} \cdot H_p \cdot \log\left(\frac{t_s}{t_p}\right) = C_{\alpha e} \cdot H_p \cdot \log\left(\frac{t_s}{t_p}\right)$$

여기서, S_2 = 2차 압밀침하량

C_α = 2차 압밀지수

$C_{\alpha e}$ = 수정 2차 압밀지수

e_p = 1차 압밀 완료시의 공극비

H_p = 1차 압밀이 완료된 후의 연약층 두께

t_s = 2차 압밀시간(가정시간)

t_p = 1차 압밀종료시간

2차압밀은 일반적으로 과잉간극수압의 대부분이 소산된 후 발생하는 체적변화로 정의되는데, 2차압밀에 대한 이론은 크게 두 가지로 나뉜다. 첫 번째는 과잉간극수압의 소산 이후, 즉, 일차압밀종료시점(EOP) 이후에 2차 압밀이 발생한다고 주장하는 Hypothesis A (jamiolkowski 등, 1985)이며, 두 번째는 과잉간극수압의 소산이 발생하는 동시에 2차압밀이 유발된다고 하는 Hypothesis B이다.

Hypothesis A에 대한 연구내용을 살펴보면, C_α 와 $C_{\alpha e}$

낙동강 델타 점토 지역 고속도로 확장공사 시 장기침하 영향 분석 및 대책 검토

표 4. 검토구간 단면도 및 처리공법

구분	1-3구간(STA.4+400)		3구간(STA.0+784)	
	기존도로	확장도로	확장도로	기존도로
단면도				
처리공법	-	PBD(1.5m×1.5m) +압성토(B=30m, H=3.7m)	GCP(1.8m×1.8m) +PBD(1.5m×1.5m)	-
처리기간	-	540일	540일	-
잔류침하 ¹⁾	-	10.0cm/ 0cm	2.54cm/ 0cm	-
구분	5-5구간(STA.7+300)		6-4구간(STA.8+360)	
	확장도로	기존도로	확장도로	기존도로
단면도				
처리공법	PBD(1.6m×1.6m)	PBD(2.0m×2.0m)	PBD(1.2m×1.2m)	PBD(1.9m×1.9m)
처리기간	450일	660일	270일	660일
잔류침하 ¹⁾	8.06cm/0cm	4.97cm/1.1cm	9.30cm/0cm	8.92cm/3.6cm

1) A/B ⇒ A : 처리기간 후 발생 잔류침하량, B : 준공 후(1500일) 발생 잔류침하량

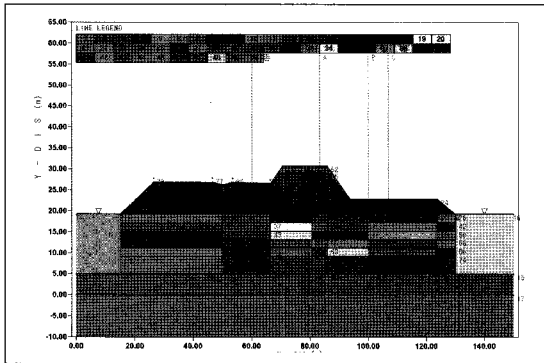
사이의 관계에 대한 연구를 통하여, 1차압밀과 2차압밀은 동일한 메커니즘에 기인한다고 결론지었다. 따라서, C_a/C_c 의 개념을 제안하였으며, 특정한 흙에 대하여 시간, 유효응력, 간극비에 관계없이 C_a/C_c 의 비는 일정하다고 결론지었다(Mesri and Godlewski, 1977).

또한, 여러 종류의 흙에 대해서 C_a/C_c 가 0.02~0.1의 값을 가진다고 하였으며, 무기질 점토에 대해 $C_a/C_c=0.04±0.01$, 유기질 점토에 대해서 $C_a/C_c=0.05±0.01$ 의 범위에 존재한다고 제시하였다(Mesri and Castro, 1987).

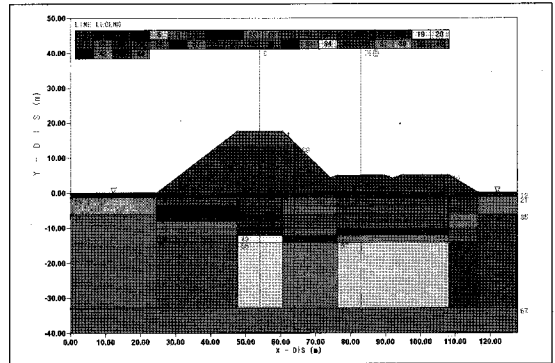
3. 남해선 및 남해지선 장기침하 해석조건

3.1 검토구간 선정

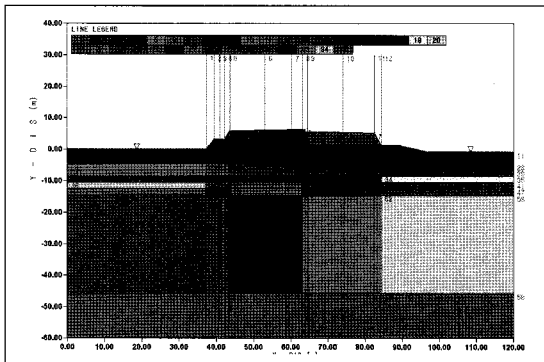
남해선(17.12km) 및 남해지선(19.42km) 전 노선을 검토하는 것은 현실적으로 무리가 있으므로, 남해선과 남해지선 확장유형별로 설계침하량과 연약지반 심도가 최대 구간을 대표적으로 선정하여 검토하였다. 남해선은 대부분 종단조정이 없는 단순편측확장 또는 단순양측확장 구간이며, 남해지선은 기존도로의 종단을 조정하여 확장하는 종단조정편측확장구간이다(표2). 남해선의 경우 남해본선부인 2공구의 STA.4+400구간과 중앙지선이 시작되는 6공구 시점인 STA.0+784구간을 선정하였고, 남



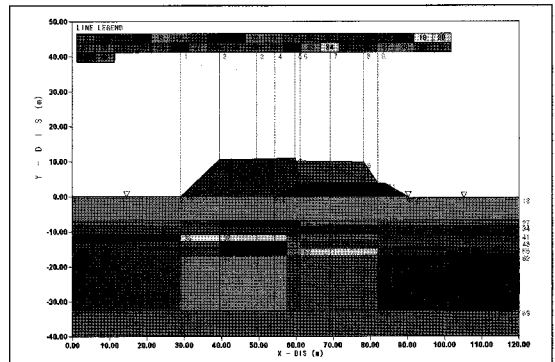
(a) 남해선 1-3구간(STA. 4+400)



(b) 남해선 3구간(STA. 0+784)



(c) 남해지선 5-5구간(STA. 7+300)



(d) 남해지선 6-4구간(STA. 8+360)

그림 5. 검토구간 대표단면 모델링

해지선의 경우 낙동강델타지역을 가로지르는 4공구의 STA.7+300과 STA.8+360구간을 선정하였다. 상세설계 현황은 표3,4와 같다.

각 모델링에는 확장공사의 특성상 교통전환에 따른 단계성토 기간을 고려하였으며, 확장부와 기존도로부의 압밀기간도 또한 상이하다.

3.2 장기침하 검토 단면도 모델링

남해선 및 남해지선의 장기침하량을 산정하기 위해 본 연구에서는 Basissoft사의 K-embank(v3.0)를 사용하였다. 모델링은 검토구간에서 실시설계당시 침하량을 산정하였던 대표단면을 모델링하였으며, 각 모델링 단면은 그림5에 나타내었다.

기본적으로 Terzaghi의 1차원 압밀해석이론이 적용하였고, 2차압밀은 일차압밀종료시점(EOP) 이후에 2차 압밀이 발생한다고 주장하는 Hypothesis A의 이론을 적용하였다.

3.3 해석적용 지반 및 시간 정수

연약지반의 기본적인 지반정수인 압축지수(C_c)와 초기 공극비(e_0), 초기하중(P_0)는 실내시험결과를 토대로 선정하였다. 2차 압축지수(C_{α})는 확장도로부의 경우 문헌에 따라 압축지수의 0.04배로 가정하거나, 실내시험결과를 적용하여 해석하였다. 기존도로부의 경우 남해선은 17년(1995~2011) 동안 공용되었으며, 남해지선은 31년(1981~2011) 동안 공용되었기 때문에 2차압밀이 상당히 진행되었다고 판단되어 확장도로부의 1/2을 적용하였다. 2차침하 시간은 준공 후 1, 3, 5, 10, 20, 50년에 대

표 5. 해석에 적용된 지반물성

공구	해석 단면	구간	1차 압밀지수 C_e	2차 압밀지수 C_c	초기 공극비 e_0	초기 하중 P_0	성토 하중 ΔP	1차압밀 완료공극비 e_p	수정2차 압밀지수 $C_{\alpha c}$	비고 (C_c 근거)	
2	4+400	확장	0.517	0.021	1.334	5.2	20.4	0.98	0.010	압축지수(C_c)0.517의 0.04배	
		기존	-	0.011	-	-	-	-	0.005	확장도로의 1/2	
6	0+784	확장	6m이상	0.4	-	-	-	-	0.005	실내시험결과	
			6m이하	0.675	-	-	-	-	0.009		
		기존	6m이상	0.01 ¹⁾	-	-	-	-	-	0.003	확장도로의 1/2
			6m이하	0.03 ¹⁾	-	-	-	-	-	0.005	
4	7+300	확장	0.7	0.028	1.462	17.9	11.6	1.31	0.012	압축지수(C_c) 0.7의 0.04배	
		기존	-	0.014	-	-	-	-	0.006	확장도로의 1/2	
	8+360	확장	0.77	0.031	1.485	14.7	19.8	1.20	0.014	압축지수(C_c) 0.77의 0.04배	
		기존	-	0.016	-	-	-	-	0.007	확장도로의 1/2	

1) 연동침하방지를 위한 DCM보강 효과 반영

표 6. 2차침하 압밀시간

2차침하압밀시간	준공+1년	준공+3년	준공+5년	준공+10년	준공+20년	준공+50년
(t_s (일))	1,860	2,580	3,300	5,100	8,700	19,500

해 각각 검토하였으며, 준공은 약4년 \approx 1500일 정도로 보았다.

1차 압밀이 완료된 후의 연약층 두께(H_p) 및 1차 압밀 완료 시간(t_p)는 프로그램에서 자동으로 산출된 결과를 적용하였다. 해석에 적용한 지반 및 시간 정수는 표 5, 표 6 과 같다.

4. 장기침하 해석결과 및 분석

4.1 남해선 및 남해지선 장기침하 해석

남해선 및 남해지선의 대표단면에 대한 장기침하량을 해석한 결과 단순편축확장인 남해선의 최대 2차압밀침하

발생속도는 2.7cm/년이고 최대 2차압밀 부등침하 발생 속도는 1.6cm/년이다(남해선 6공구 0+784). 반면 남해지선의 최대 2차압밀침하 발생속도는 4.8cm/년이고 최대 2차압밀 부등침하 발생속도는 4.3cm/년(남해지선 4공구 7+300)으로 남해지선이 침하속도는 약 1.8배, 부등침하 속도는 2.7배 더 크게 나타났다. 또한 장기침하량 및 부등침하량도 더 크게 나타났다.

이는 남해지선이 남해선보다 해안에 더 가깝고 심도 및 연약정도가 더 심하여 상기와 같은 극명한 결과를 도출한 것으로 판단된다. 그리고 부등침하발생속도는 압밀도 차이로 인해 준공 후 5년동안의 침하속도가 가장 크고 5년 이후에는 급격히 감소한다. 장기침하에 대한 해석결과와 그림6, 그림7과 같다.

남해지선의 기준도로는 준공 후 1, 3년 때까지 1차압밀

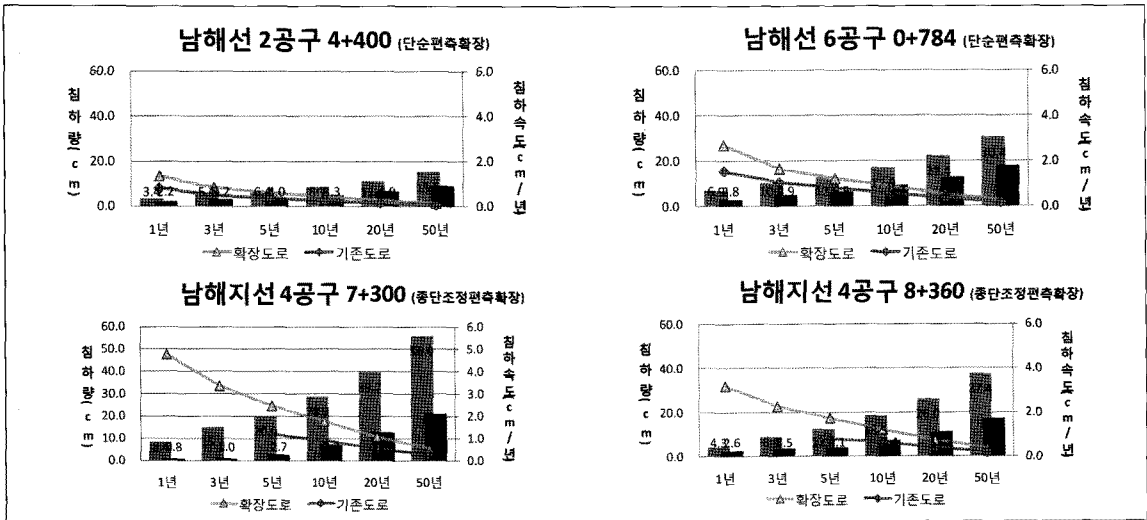


그림 6. 장기침하량 및 발생속도 그래프

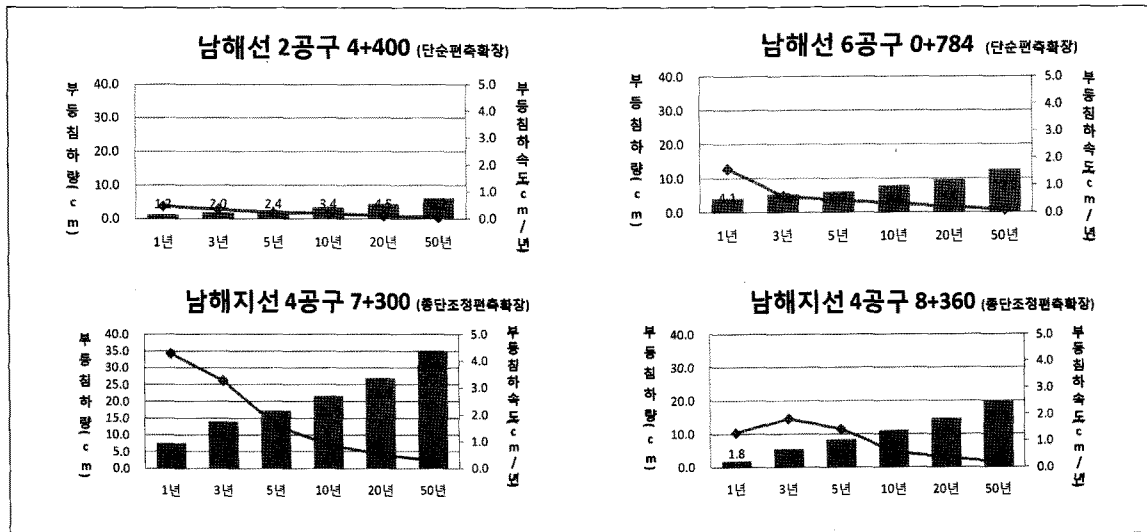


그림 7. 부등침하량 및 발생속도 그래프

잔류침하가 발생하는데, 이는 확장도로로 교통전환한 후 기존도로를 성토시공하게 되므로 교통전환에 따른 확장도로 및 기존도로의 처리기간이 상이(확장-1500일, 기존-1000일)하고, 확장도로와 기존도로의 연약지반 처리 PBD 간격도 확장도로부가 더 조밀(확장-1.2~1.6m, 기존-1.9~2.0m)하기 때문에 기존도로의 1차압밀 처리기간이 길어짐에 따라 준공 후(1500일) 잔류침하가 발생하였다. 또한 남해지선 8+360의 부등침하속도가 준공초기에 타구간에 비해 역전현상이 발생하는데 이는 준공 후

기존도로부의 1차압밀 잔류침하가 과다 발생하고, 1차압밀과 2차압밀의 침하 메커니즘 차이로 인해 발생하는 것으로 판단된다.

4.2 장기침하량 해석결과 검증

남해선 및 남해지선의 장기침하량을 해석하기 위해 가정한 2차 압축지수(C₂)(압축지수의 0.04배)에 대해 과거 포장수준측량자료를 바탕으로 검증을 실시하였다.

낙동강 델타 점토 지역 고속도로 확장공사 시 장기침하 영향 분석 및 대책 검토

표 7. 2004년 포장 수준측량과 예측장기침하량 비교

확장 유형	공구	해석 단면 (STA.)	인접 구조물 (이격거리)	2004년 포장 수준측량 현황	발생 침하량 (cm)	예측 장기 침하량 (cm)	비고
단순 편측 확장 (본선)	2	4+400	삼정교 A1(부산) (30m)		9.4	8.7	개통 후 10년 (95~'04)
	6	0+784	안동교 A2(냉정) (155m)		34.7	17.0	
중단 조정 편측 확장 (지선)	4	7+300	서낙동강교 A2(냉정) (520m)		47.9	41.87	개통 후 24년 (81~'04)
		8+360	순아교 A1(냉정) (71m)				

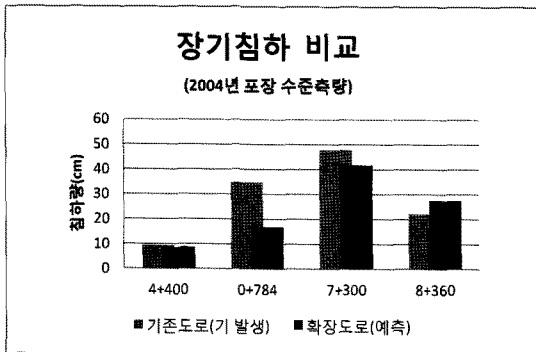


그림 8. 2004년 포장 수준측량과 예측장기침하량 비교

수준측량 Data는 '연약지반 구간 고속도로 개통 후 침하 평가 및 관리연구(정종홍 외, 2005)' 를 참조하였으며, 2차침하량은 선형보간을 통해 산출하였다.

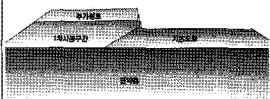



남해선의 경우 2004년 기준으로 개통 후 10년이 지난 상황으로 10년에 대한 2차압밀 침하량을 비교하였다. 4+400의 경우는 거의 일치하는 경향을 보이나, 0+784의 경우는 약 2배 정도의 오차를 보이고 있다. 남해지선은 공용기간이 24년으로 측량결과와 2차압밀침하량은 약 5~6cm의 양호한 오차를 보이고 있으므로 남해선과 남해지선의 2차압밀지수값이 적절했음을 알 수 있다.

오차가 큰 0+784의 2차침하량은 실내시험의 결과를 바탕으로 산출한 것으로 오히려 가정한 구간보다 오차가 더 크게 나왔는데 이는 시료의 교란, 실내시험의 부적정, 지질의 불확실성 등을 의심해 볼 수 있겠다.

표 8. 추가성토시 2차 압밀침하 감소 효과

구분	추가성토(STA.7+300)						비고
	0m		1m		2m		
	확장	기존	확장	기존	확장	기존	
1차 압밀 (cm)	252.7	177.1	280.8	205.6	306.8	231.6	확장 : $C_{ac} = 0.012$ $t_s/t_p = 2.68$
Hp (두께, m)	38.5	38.5	38.2	38.3	38.0	38.0	
2차 압밀 (cm)	20	1.6	19.9	1.6	19.7	1.6	기존 : $C_{ac} = 0.006$ $t_s/t_p = 1.17$
차이	-	-	40.1	-	40.3	-	

표 9. 장기침하 세부 대책방안 검토

구분	장기침하 감소 방안	장기침하 안정성 확보 및 피해 경감 방안		
	추가 성토	중양부 분리구간	중양부 벽체 설치	유지보수(덧씌우기)
개요도				
공법개요	· 추가 성토를 통해 침하 사전 유발	· 종단하향조정을 통해 확장도로와 기존도로를 분리	· 확장도로와 기존도로 경계면에 벽체(Sheet pile 등) 설치	· 장기침하 완료시까지 유지보수(덧씌우기)
장점	· 별도의 교통전환 없이 시공가능	· 포장균열 발생 사전 차단 · 기존도로 무처리 가능	· 하중전이 역제로 부동 침하 및 연동침하 방지	· 별도의 보강공법 불필요
단점	· 2차 압밀침하 감소 효과 미미 · 고성토 시 안정성을 위해 별도 가시설 필요	· 분리구간 범위의 용지가 확보되어야 함	· 영구 보존 필요 · 무진동 유압식 장비 필요 · Sheet Pile의 경우 대심도 연약지반 적용 불리	· 덧씌우기 시 교통처리 수반
공사비	증 179억 (2m 추가성토)	감 68억	증 691억	증 4억 (폭 3.5m, 두께 5cm)

5. 대책방안 검토

5.1 관련문헌 및 전문가 의견

2차압밀침하는 1차압밀침하와 같이 하중, 배수특성과 무관하게 발생하므로 설계시 제어가 매우 어려운 것이 현실이다. 그리고 샌드 드레인 등의 지반 처리공을 실시해

도 장기에 걸친 잔류침하량은 적게 할 수 없다(한국도로공사 도로설계요령, 2009). 즉, 연약지반을 전부 치환 등을 시행하지 않는 이상 장기침하는 필연적으로 발생할 수밖에 없으며, 치환 등의 공법은 경제성이 부족하므로 장기적인 침하를 현저하게 줄이기 위해서는 막대한 추가비용과 시간이 소용되는 것이 현실이다.

따라서 전문가들은 고속도로의 경우 유지관리를 통해

장기침하에 대응하는 것이 더 현명하다고 판단한다(서울대학교 김명모 교수, 도로교통연구원 정종홍 책임연구원 등). 그러나 충분한 과제성도를 실시하면 효과적인 장기침하 감소효과를 볼 수 있다고 하므로 추가성도를 통한 장기침하 감소효과를 검토하고 장기침하의 감소방안은 없으므로 피해 경감 방안을 검토하였다.

5.2 추가성도를 통한 장기침하 감소효과

추가성도를 통한 장기침하는 2차 압밀침하가 크고 심도가 깊은 남해지선 7+300을 선정하였고 기간은 준공 후 5년, 추가성도는 1m, 2m 더 하는 경우를 각각 검토하였다.

추가성도 시 준공이후에 결국 계획고까지 성도체를 제거해야 되므로 준공(4년=1500일)까지 추가성도에 의해 추가적으로 발생하는 1차 압밀침하량으로 인해 H_0 (1차 압밀이 완료된 후의 연약층 두께)가 줄어들어 2차 압밀침하가 감소하는 원리로 검토하였다.

검토결과 확장도로의 경우 1m 추가성도 시 2차 압밀침하량은 0.1cm 감소하였고, 2m 추가성도 시 0.3cm 감소하였으며, 기존도로는 거의 감소하지 않아 추가성도로 인한 2차 압밀침하감소효과는 극히 미미하였다. 해석결과는 표 8에 정리하였다.

5.3 세부대책방안 검토

세부대책방안은 장기침하에 대한 고속도로의 안정성 확보 및 피해 경감 방안을 검토하였다. 앞서 검토한 추가성도방안과 '남해고속도로 제2지선 기존도로 연약지반 처리공법 개선(박명덕 외, 2010)'의 중앙부 분리구간, 중앙부 벽체설치, 유지보수(덧씌우기)에 대해 검토하였고, 공사비는 제집비를 포함한 설계가로 산출하였다.

추가성도안은 효과가 미미하고 또한 공사비가 과다 증액되어 효과 대비 경제성이 없으며, 중앙부 벽체 설치 또한 경제성이 없었다.

남해선의 경우 장기부등침하 발생속도가(최대 1.6cm/년) 느리며 일반적으로 장기침하는 아스팔트 포장수명

(10년)보다 장기간에 걸쳐 발생하므로 유지보수(덧씌우기)를 통해 도로의 안정성을 확보하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

장기 부등침하속도가 최대 4.3cm/년으로 상대적으로 큰 남해지선의 경우 장기침하 피해가 우려되므로 종단조 정편측확장으로 인해 용지 확보가 용이하므로 중앙부 분리구간 적용으로 확장도로와 기존도로간의 포장균열 발생을 사전차단하여 피해를 경감하고 추후 유지관리(덧씌우기) 하는 방안이 적절한 것으로 판단된다. 대책방안에 대해서는 표 9에 정리하였다.

6. 맺음말

본 연구에서는 대심도 연약지반 낙동강 델타점토지역을 통과하고 있는 남해선 및 남해지선의 확장공사를 시행함에 있어 장기침하에 의한 피해가 예상되므로 고속도로 주행차량의 안정성 및 쾌적성을 확보하고자 남해선 및 남해지선의 장기침하에 대해 분석하였으며 특히 피해를 최소화 할 수 있는 방안에 중점을 두었다. 이상의 분석결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 2차압밀침하는 연약지반의 정도가 더 심하고 심도가 깊은 남해지선이 남해선보다 크고, 기존도로와 확장도로의 부등침하량 및 발생속도도 남해지선이 더 현저하게 나타났으며, 과거 수준측량과 예상침하량을 비교해본 결과 양호한 오차를 보이고 있어 예상침하에 대한 신뢰도 또한 양호한 것으로 분석되었다.
- (2) 추가성도를 통한 2차압밀침하량의 감소효과를 검토한 결과 심도가 깊고 지반이 매우 연약한 경우는 고성도를 하지 않는 이상 효과가 미미하며, 경제성 또한 부족한 것으로 분석되었다.
- (3) 장기부등침하속도가 느린 남해선은 유지보수(덧씌우기)를 통해 고속도로의 주행안정성과 쾌적성을 확보하고, 상대적으로 빠른 남해지선은 중앙부 분리구간 적용 및 유지보수(덧씌우기)로 장기침하에 대한 피해를 경감하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 김찬기, 조원범, 이승련, 최우정(2008), "소성지수에 따른 점성토의 압밀특성에 관한 연구", 한국지반공학회는문집, 제24권, 제8호, pp.99~100.
2. 박병기, 정진섭, 김명모(2002), "서해안 고속도로 군산-졸포간 연약지반 구간 잔류침하에 대한 기술자문 의견".
3. 이진수, 이충호, 채영수, 백원진, 송병관, 김주현(2008), "유사과압밀 준설매립지반의 장기압밀침하", 한국지반공학회는문집, 제24권, 제7호, pp.43~50.
4. 정종홍, 정경자, 김홍종, 조성민, 박종규, 김동승(2005), "연약지반 구간 고속도로 개통 후 침하평가 및 관리방안 연구", 한국도로공사 도로교통연구원.
5. 한국도로공사(2009), "도로설계요령", 제2권 토공 및 배수, pp360~473.

회비 납부 안내 (지로 및 온라인)

학회 사무국에서는 연중 수시로 회회비를 수납하고 있으나, 회원여러분의 적극적인 협조를 부탁드립니다. 문의사항이 있으면 사무국으로 연락하여 주시기 바랍니다.

• 은행 무통장(타행) 입금

국민은행 계좌번호 : 534637-95-100979 예금주 : (사)한국지반공학회

• 카드결제

홈페이지 하단 "회비납부"로 들어가서 결제하시기 바랍니다.

• 지로용지 납부

2003년 5월 20일부로 금융결제원에 승인을 받아 한국지반공학회 회비도 지로용지 납부를 할 수 있게 되었습니다.

• 지로용지 기입시 유의점

- 지로 장표상의 금액과 납부자 관련정보(회원번호, 성명, 납입금 종류 등)는 흑색볼펜으로 글씨체는 정자로 표기해 주시기 바랍니다.
- 납부금액란에는 정확한 위치에 정자로 아라비아 숫자만 기입합니다.
납부금액 앞뒤에 특정기호(₩, -, * 등)를 표시 할 수 없습니다.)

※ 지로용지가 필요하신 분은 지반공학회 사무국(02-3474-4428/박소영)으로 전화주세요