

# 성토두께가 다짐토압에 미치는 영향

## Effect of layer thickness on compaction-induced soil pressure

노한성\*1), 김태수\*\*2), 박양수\*\*\*3)

Han-Sung Roh \* Tae-Su Kim \* Yang-Soo Park

### 1. 개요

현행의 고속도로 건설시 사용되는 대형 다짐장비의 사용능력을 허용범위 내에서 발휘하는 경우의 지반내 발생하는 응력경도와 지오그리드 사용시 지반의 다짐효과를 대한 영향평가를 위하여 현장 계측을 실시하였다. 다짐시 지반에 가해지는 다짐압을 심도별로 측정하여 지반계에 가하여지는 에너지를 고찰하고, 지반강성에 미치는 영향을 분석하기 위하여 다짐정도를 고찰하였다. 이를 위하여 한층의 포설두께가 다짐에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 시험시공(DH-7)을 실시하였으며, 지오그리드의 다짐에 미치는 영향을 분석을 실시하기 위하여 시험시공(DH-8)을 실시하였다.

본 시험시공 계측에 사용한 계측센서는 다짐장비에 의해 지중에 가해지는 동적 다짐압을 측정하기 위한 스트레인 게이지 타입형식으로 수압판에 직접적으로 가해진 하중을 스트레인 게이지가 측정하는 방식을 채용하여 다짐시의 지중 발생토압을 계측하였다.

### 2 지반조건

#### 2.1 사용재료

시험시공 현장 DH-7 및 DH-8에 대한 각각의 입도분석 시험결과를 그림 1과 그림 2에 나타내었다.

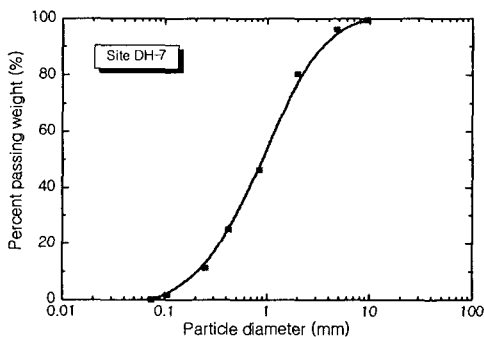


그림 1. 입도분포곡선(DH-7)

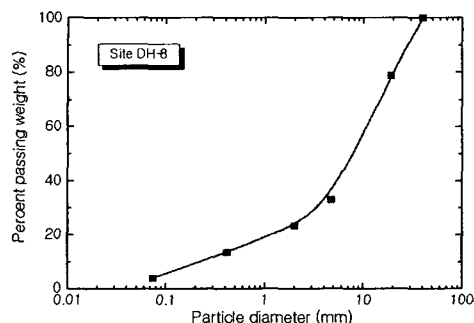


그림 2. 입도분포곡선(DH-8)

DH-7의 사용토질은 통일 분류법으로는 SP에 해당하며, 균등계수( $C_u = D_{60}/D_{10}$ ) = 5.2,  $C_c=0.9$ 이고, 200번체 통과량이 0.0%이고 소성지수는 N.P.이다. 자연함수비는 12.8%으로 최적함수비 10.8%

\*1) 한국도로공사 사업개발실 팀장, 공학박사 · 02-2230-4421(E-mail:hsroh@freeway.co.kr)

\*\*2) 한국도로공사 도로교통기술원 책임연구원 031-371-3346 (E-mail:tskim@freeway.co.kr)

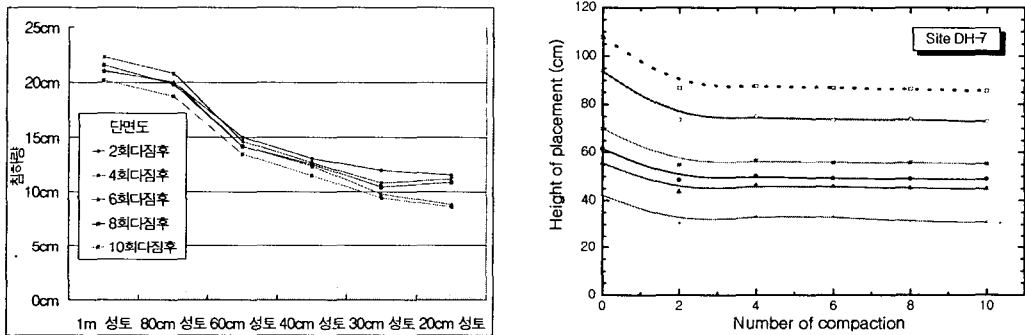
\*\*\*3) 한국도로공사 도로교통기술원 연구원 · 031-371-3347(E-mail:ysp007@hanmail.net)



에 비해 약간 높은 함수비이다. 본 시험시공지반에 대한 실내다짐시험은 A 다짐법을 시행하였으며, 최적함수비 13.03%에서 최대건조밀도는 1.853 g/cm<sup>3</sup> 이다. 4번체 통과량이 96.2%, 수정 CBR 값이 18.7으로 노체성토재로 사용하는 토질이다. DH-8 토질은 동일 분류법으로는 SB-1, SM에 해당하며 균등계수(Cu = D<sub>60</sub>/D<sub>10</sub>) =47.8, Cc=7이고 최대입경 40mm, 200번체 통과량이 21.9%이다. 자연함수비는 14.6%으로 최적함수비 13.4%에 비해 약간 높은 함수비이다. 본 시험시공지반에 대한 실내다짐시험은 A 다짐법을 시행하였으며, A법의 경우 최적함수비 13.4%에서 최대건조밀도는 1.844 g/cm<sup>3</sup> 이다. 4번체 통과량이 88.4%, 수정 CBR 값이 8.4으로 노체재료 조건에 해당한다.

### 2.2 시공다짐두께 변화

토압계는 설계 매설심도보다 토압계 센서의 두께를 고려하여 5cm 정도로 굴착하고, 모래를 얇게 포설하여 토압계의 수평을 맞추어 설치한 다음, 설치 심도에 대한 위치를 확인하기 위하여 광파기를 이용한 레벨측량을 시행하였다. 현장 시험시공은 DH-7 현장의 경우는 지반정지후 일부구간에 토목섬유를 포설한 구간과 비 포설 구간으로 구분한 뒤, 성토포설 두께를 변화시켰으며, 그림 3에 성토두께의 다짐 횟수와의 관계를 나타내었다.



(a) (b) 그림 3. 다짐 전 후 level 변화(DH-7)

DH-8의 경우는 각 구간에 대하여 동적토압 및 물성 측정에 기준으로 이용하기 위하여 다짐후 수 준 측량을 실시하였다(그림 4).

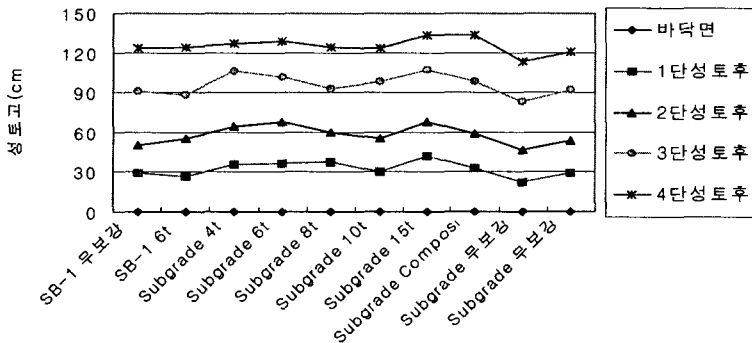


그림 4. 단계별 성토고(DH-8)



### 3. 정적토압

DH-7현장의 정적토압의 변화 및 성토고에 따른 이론적 토압값은 다음과 같다. 단 여기서 이론적 토압계산은 단위중량이 다짐전 1.8ton/m<sup>3</sup>에서 2회다짐시 0.05ton/m<sup>3</sup>씩 선형증가하는 것으로 가정하였다.

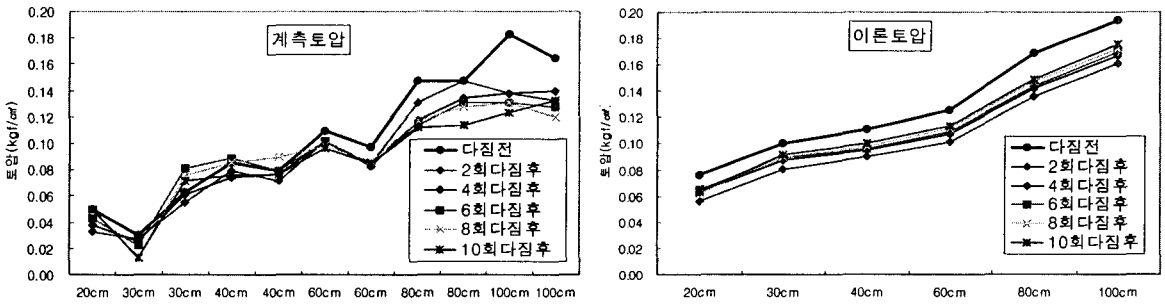


그림 5. 단계별 토압 계측결과 및 이론 토압 (DH-7)

DH-8현장의 정적토압의 변화 및 성토고에 따른 단위중량을 2.09ton/m<sup>3</sup>으로 가정한 이론적 토압 예상치는 다음과 같다.

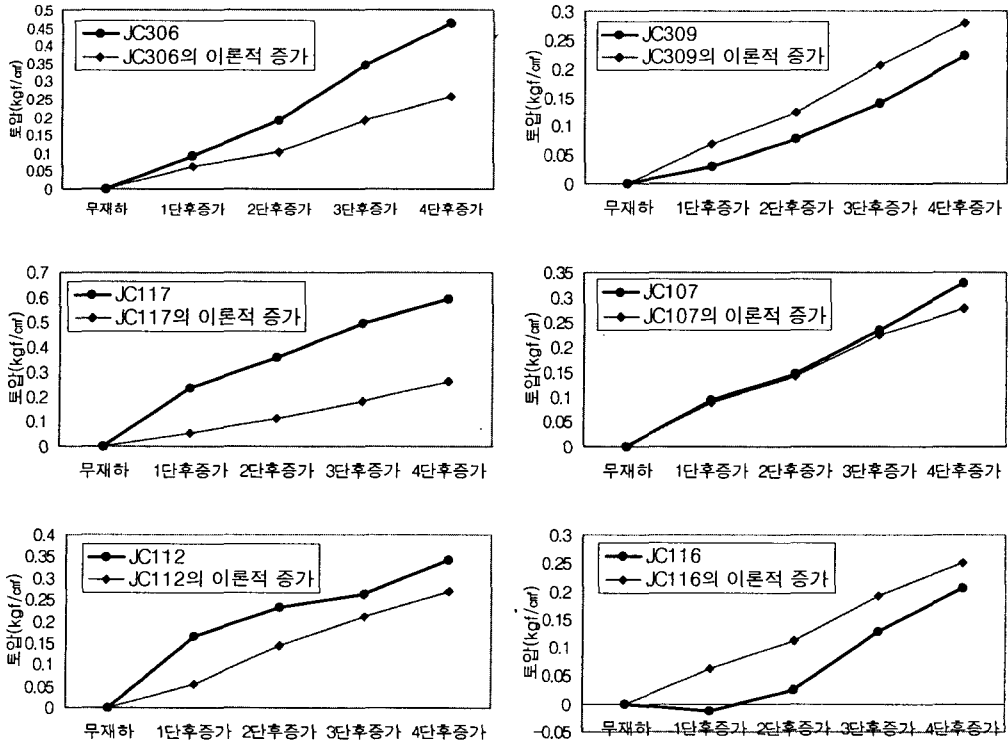


그림 6. 단계별 토압계측결과 및 이론 토압(DH-8)

#### 4. 다짐 동적토압

본 시험시공에 사용한 다짐압 측정용 센서는 동적 다짐압을 실시간으로 측정할 수 있는 스트레인 게이지 타입의 토압계 센서와 동적측정기를 사용하였다.

벽체에서 수평으로 다짐을 실시한 경우에 대하여, 그림 7에서 그림 10의 1층에서 4층까지의 보조기층재 포설에 대한 다짐 토압을 지오그리드의 무보강(a) 및 포설한 경우(b)를 나타내었다. 1층의 경우지오그리드를 포설한 경우(b)가 140~240 kN/m<sup>2</sup>으로 무보강 상태(a)의 값인 160 kN/m<sup>2</sup>보다 크게 나타나고 있으나, 2층 포설후(그림 8) 무보강상태 (a) 150 kN/m<sup>2</sup> 보다 보강한 상태가 약간 큰 값인 160 ~170 kN/m<sup>2</sup> 을 나타내고 있다. 3층의 경우(그림 9)의 경우는 무보강상태 (a) 70~80 kN/m<sup>2</sup> 와 보강한 상태(b)가 거의 비슷한 값을 나타내고 있으며, 4층의 경우(그림 10)는 무보강상태 (a) 60~80 kN/m<sup>2</sup> 와 보강한 상태(b)가 50~70 kN/m<sup>2</sup> 로 작은 값을 나타내고 있다.

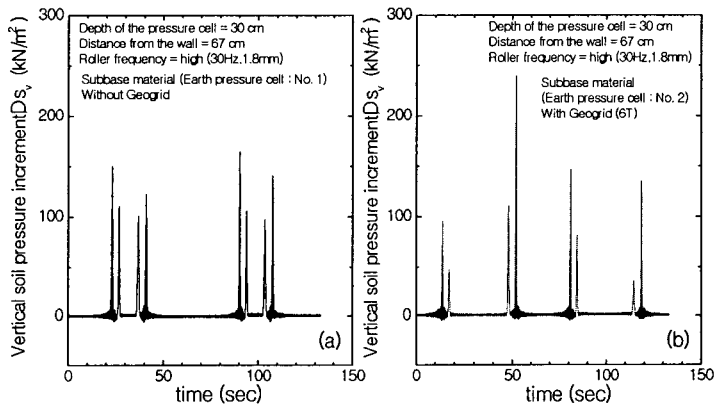


그림 7. 1층 포설후 다짐시의 동적토압(벽에 수평방향다짐)

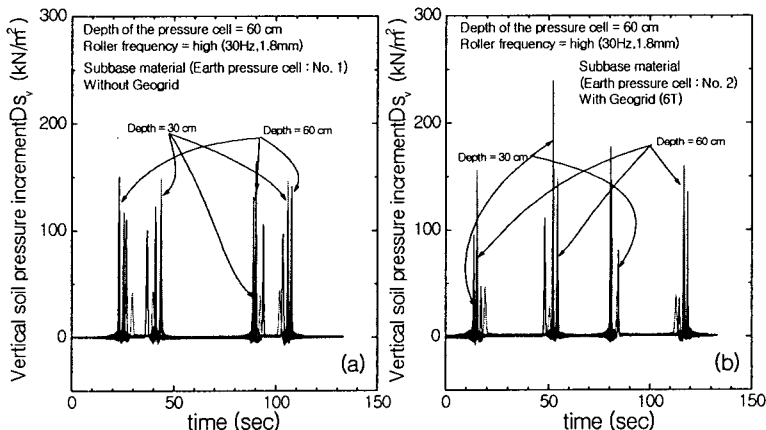


그림 8 2층 포설후 다짐시의 동적토압(벽에 수평방향다짐, 깊이 60cm)

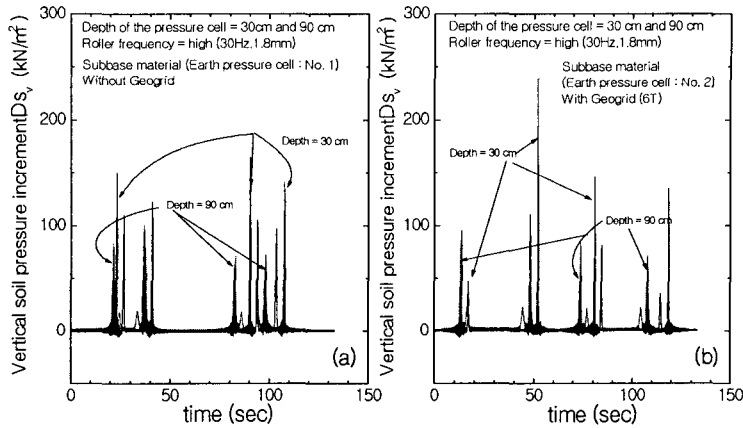


그림 9. 3층 포설후 다짐시의 동적토압(벽에 수평방향다짐, 깊이 90cm)

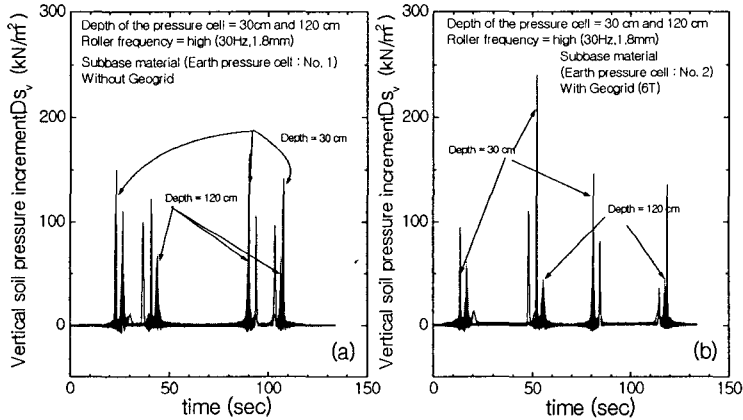
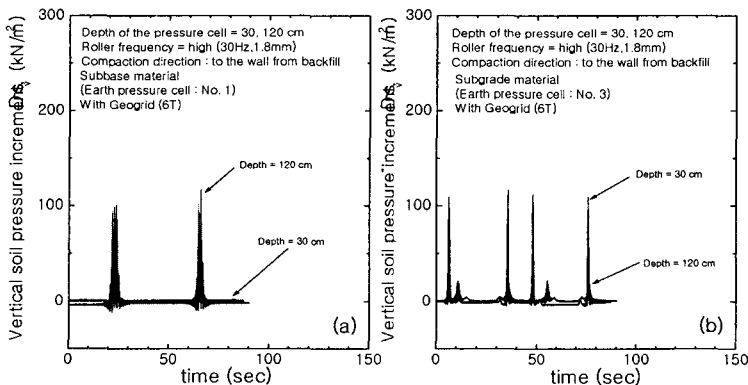


그림 10. 4층 포설후 다짐시의 동적토압(벽에 수평방향다짐, 깊이 120cm)

벽체에서 수직으로 외부로 다짐을 실시한 경우에 대하여, 4층 다짐시인 그림 11의 경우 무보강인 (d)의 경우는 최대 토압이  $\approx 10 \text{ kN/m}^2$  이나 지오그리드로 보강한 경우인 (c), (b)는 각각  $45 \text{ kN/m}^2$ ,  $30\sim 40 \text{ kN/m}^2$  이고, 진동 철륵의 힘이 작용하는 (a)의 경우는  $100\sim 110 \text{ kN/m}^2$  의 값을 나타내고 있다.



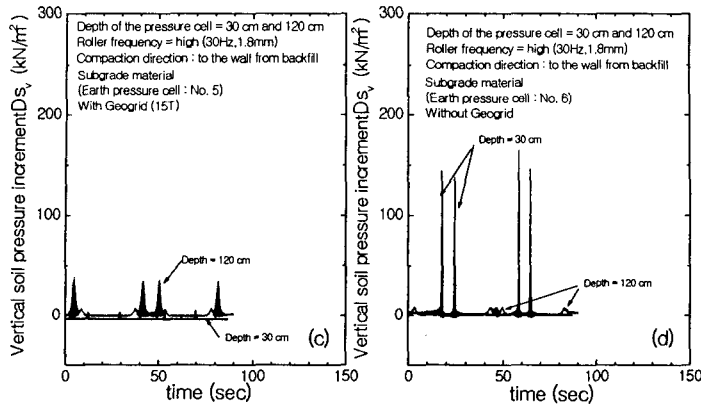


그림 11. 4층 포설후 벽으로 다짐시의 동적토압(벽에 수직방향다짐, 깊이 120cm)

## 5. 결론

본 고에서는 성토두께 변화, 다짐조건 및 지오그리드의 포설에 따른 다짐 유발토압에 대하여 고찰하였다. 다짐토압은 층이 증가할수록 감소하는 경향을 보이고 있으며, 측정 다짐토압은 진동 철륵의 영향이 매우 커서 측정시 다짐방향에 의존을 많이 하고 있다. 한편 상대적으로 지오그리드의 강성이 큰 경우 응력 분산효과가 현저한 것으로 나타났으나, 상대적으로 지반의 강성이 큰 경우인 보조기층재의 경우는 지오그리드 사용에 의해 보강에 의한 효과가 응력집중으로 나타났을 수 있음을 보여주고 있다. 따라서 노상재와 같은 비교적 강성이 작은 재료를 사용하는 경우는 현행 조건에서의 다짐에 의한 응력집중효과는 비교적 강성이 작은 지오그리드를 사용하는 것이 효과적일 것으로 판단된다. 즉, 다짐효과에 미치는 다짐발생 응력은 지오그리드와 토성의 상대적 강성, 다짐작용응력, 다짐방법 등에 의존하며 이에 대한 시공관리기준은 다짐 후의 지반강성과 함께 종합적으로 분석이 수행될 필요가 있는 것으로 판단된다.

## 참고문헌

1. AASHTO, "Guide Specifications For Highway Construction", AASHTO, Inc. 444 N. Capital Street, N. W., Suite 225 Washington D.C., 1988
2. George E. Lazebnik, "Monitoring of Soil-Structure Interaction", International Thomson Publishing, 1998.
3. Houston W. N., Houston S.L. and Walsh K.D., "Compacted High-Gravel-Content Subgrade Materials", Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol. 120, No. 2, 1994
4. NAVFAC, "Foundations and Earth Structures", Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command, pp.7.245~7.2.53, 1982.
5. Roman D. Hryciw & Thomas G. Thomann, Stress-History-Based Model for Cohesionless Soils, Journal of Geotechnical Engineering, Vol. 119, No. 7, July, 1993
6. T. William Lambe, Robert V. Whitman, "Soil Mechanics", 연합출판, pp.232~236, 1986.
7. 건설교통부, "도로공사 설계기준", pp.96~97, 1998.
8. 한국도로공사, "고속도로 전문시방서(토목편)", pp. 4-14~4-29, pp.9-1~9.9, 1998.
9. 한국도로공사, "토공의 다짐두께 개선 및 토질별 실내 다짐 적정 기준", 연구보고서, 2002.12.