

진동롤러에 의한 다짐방법이 인접구조물의 다짐토압에 미치는 영향

Effect of Compaction Method on Induced Earth Pressure Using Dynamic Compaction Roller

노 한 성*
Roh, Han Sung

Abstract

To increase the structural integrity of concrete box culvert good compaction by the dynamic compaction roller with big capacity is as effective as good backfill materials. It is needed for effective compaction that a compaction roller closes to concrete structure with high frequency. However structural distress of the culvert could be occur due to the excessive earth pressure by great dynamic compaction load.

To investigate the characteristics of induced stress by compaction, a box culvert was constructed with changing cushion materials and compaction methods. Two types of cushion material such as tire rubber chip and EPS(Expanded PolyStyrene) were used as cushion panels and they are set on the culverts before backfill construction. Laboratory test result of cushion material says that the value of dynamic elastic modulus of rubber is lesser than that of EPS. On the other hand, material damping of rubber material is greater than that of EPS. In most case, dynamic compaction rollers with 10.5 ton weights were used and vibration frequency was applied 30Hz for the great compaction energy. This paper presents the main results on the characteristics of dynamic earth pressures during compaction. The amounts of induced dynamic pressures($\Delta\sigma$ h) by compaction are affected with construction condition such as compaction frequency, depth of pressure cell, distance between roller and the wall of culvert and roller direction. Based on the measured values dynamic lateral pressure on the culverts, it could be said that orthogonal direction of roller to the length of culvert is more effective to compaction efficiency than parallel direction.

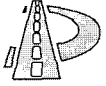
Keywords : Backfill, Compaction method, Cushion, Dynamic soil pressure, EPS, Rubber.

요 지

콘크리트 암거와 같은 지중구조물의 뒷채움시에 부등침하를 줄이기 위해서는 양질의 뒷채움 재료사용과 대형진동 다짐장비를 이용한 정밀한 다짐을 실시하는 것이 중요하다. 또한 효과적인 정밀 다짐은 진동 롤러의 강한 진동을 함께 구조물부에 근접하여 다지는 것이 필요하다. 그러나, 이와 같은 다짐방법은 과도한 충격하중 발생으로 구조물의 벽체균열 발생을 유발할 수 있다.

본 논문에서는 콘크리트 암거의 뒷채움 시공을 위하여 충격완화재의 종류와 다짐방법을 변화하여 다짐시의 구조물에 발생하는 다짐토압을 현장계측을 통하여 분석하였다. 타이어칩과 발포 폴리스티렌을 사용한 패널들을 뒷채움 다짐시공전 암거 벽면에 부착하였다. 충격완화재 Type A(Rubber)와 Type B(EPS)의 성능 비교를 위한 실내시험 결과 Type A는 Type B보다 작은 탄성계수와 큰 재료감쇠를 가지고 있어 보다 큰 충격완화효과를 기대할 수 있는 것으로 나타났다. 다짐장비는 대부분 큰 다짐에너지를 위하여 고주파수인 30Hz를 적용하였다. 현장계측 결과로부터 다짐하중에 의한 동적 수평토압의 크기는 다짐장비의 가진여부, 측정깊이, 다짐장비 이격거리 및 다짐방향에 의존하고 있었다. 암거의 동적 수평토압 측정결과로부터 롤러 다짐장비를 콘크리트 구조물에 직각방향으로 다짐작업을 실시하는 것이 수평방향으로 다짐하는 것 보다 다짐효과를 증가하는 것으로 나타났다.

핵심용어 : 뒷채움, 다짐방법, 충격완화재, 동적토압, EPS, 고무재.



1. 서론

콘크리트 구조물과 토공의 인접부인 지중구조물의 뒷채움부는 구조적 불연속에 의한 부등침하 발생의 가능성이 크므로 고속도로 건설 시에 구조적 일체성을 높이는 것이 중요하다. 구조적 일체성을 위해서는 뒷채움부 시공시에 양질의 뒷채움 재료 사용과 충분한 다짐이 효과적이다. 따라서 기존의 고속도로 시공에서는 콘크리트 암거와 같은 지중구조물의 뒷채움시에 배수성과 강도발현이 양호한 고가의 선택층재(SB-1급)를 사용하여 왔다(한국도로공사, 1998). 그러나, 고가의 선택층재 사용에 의한 뒷채움부의 부등침하 발생에 대한 근본적인 문제해결이 미비하고 하상재료 사용에 의한 환경보존 측면에서 일률적으로 규정하고 있는 뒷채움부의 선택층재 사용 기준을 개선할 필요성이 대두되었다. 이를 위해 뒷채움 재료로 양질의 토사를 대체 사용하고, 선택층 재료보다 불량한 토사재료의 역학적 특성을 개선하는 정밀다짐에 의한 방법이 제안되었다(노 외, 2000). 이 방법은 일정 토피고(3.5m내외) 이상에서 대체재료의 사용을 허용하고 있으며, 다짐공간의 확보를 통한 시공성을 개선하고, 진동다짐장비에 의한 정밀다짐과 인접 구조물에 미치는 악영향을 최소화하기 위해 충격완화재를 설치하도록 하고 있다.

한편, 다짐에 의한 지중응력은 정지상태의 응력조건에서 다짐과정에서 의해 응력상태가 변화하여 수평응력이 잔류하는 것으로 고려할 수 있다(Carder, 1977, 1980, Duncan, 1986, 1992). 따라서 정밀한 다짐에 의한 역학적 특성 증가를 도모하기 위하여 대형진동장비를 이용하여 강한 다짐을 실시하고, 효과적인 다짐을 위해 구조물부에 근접하여 다짐작업을 실시하는 경우 구조물에 미치는 영향을 평가할 필요가 있다(Roh et al. 2000 a, b). 본 논문에서는 콘크리트 암거에 대한 제안된

시공방법에 의한 현장시험시공 측정 결과로부터 진동다짐롤러의 다짐방법에 따른 암거에 미치는 동적 다짐 수평토압을 실험적으로 검증하고자 분석하였다.

2. 시험시공

2.1 개요

현장다짐시 충격완화재에 의해 감소된 발생 동적토압을 고찰하기 위하여 통로인 콘크리트 박스 암거를 선정하였다. 시험개소의 개요를 표 1에 나타내었으며, 적은 토피고로 인해 뒷채움부의 단차를 완화하기 위하여 40cm 두께의 어프로치 슬라브를 설치하였다. 뒷채움 시공재료는 노상토급의 현지 재료를 사용하고 충격완화재 2종(Type A: Rubber, Type B: EPS)을 콘크리트 벽체 외벽에 사용하였다(그림 1).

표 2 시험시공지 개요

암거규격(m) (높이×폭)	연장 (m)	토피고 (m)	뒷채움 재료	충격완화재	
				시점	종점
4.5×4.5	58.6	1.5	노상토	Type A	Type B

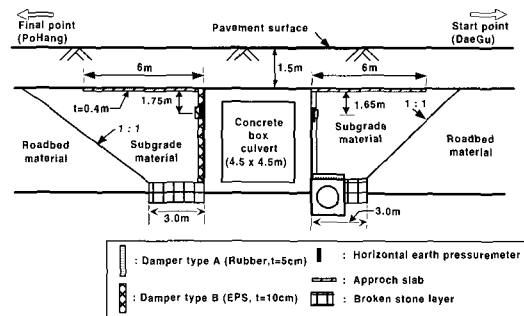
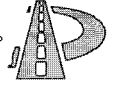


그림 1. 시험시공 시공도

시험시공구간의 시점부에 횡배수관이 암거에



근접하여 시공되어 있어 횡배수관의 상부까지 잡석치환을 실시하였으며, 종점부는 암거 기초면의 상부에서 원지반 면까지 굴착하고 잡석으로 치환하였다. 시점측에는 고무계 충격완화재 Type A($t=5\text{cm}$)를, 종점측에는 충격완화재 Type B($t=10\text{cm}$)를 부착하였다. 본 구간의 뒷채움 시공의 현장관리기준은 다짐밀도는 최대건조밀도의 95%이상으로 하고, 지지력도(K_{30})는 $15\text{kg}/\text{cm}^3$ 이상으로 하였다. 뒷채움 시공속도는 1일 평균 양쪽 각각 2단씩 성토되었다.

2.2 사용재료

노상토급의 뒷채움 재료 품질시험결과를 표 2에 나타내었으며, 그림 2에 뒷채움재의 입도분포를 나타내었다. 뒷채움 토사의 토질분류는 SC에 해당하며, 최대건조밀도 $2.01\text{ g}/\text{cm}^3$, 최적함수비는 9.0%로 자연함수비 7.8%보다 높은 것으로 나타났다.

표 2. 뒷채움재료 품질시험결과

흙 분류	자연 함수비 (%)	최대 건조밀도 (t/m^3)	OMC (%)	소성 지수	비 중	다짐시험법
SC	7.8	2.01	9.0	N.P	2.64	D 방법

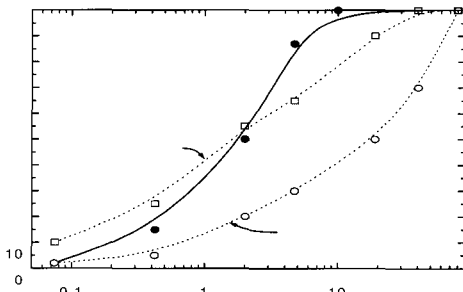
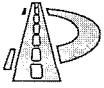


그림 2. 뒷채움재의 입도 분포

뒷채움시의 구조물 보호를 위하여 사용한 충격완화재 Type A와 Type B 2종의 품질관리 기준

을 표 3에 나타내었다. 이들 충격완화재의 단면은 타 시험시공을 수행하면서 도출한 시공성, 품질관리 및 경제성 측면에서 설정한 충격완화재의 두께로 현장 시공시와 해석적인 검토에서 문제가 발견되지 않았다(노외 2000, 2001). 또한 이들 충격완화재의 동적성질을 구하기 위해 단면적이 $A_A: 98.51\text{cm}^2$, $A_B: 88.36\text{cm}^2$ 이고, 길이가 $L_A: 19.8\text{cm}$, $L_B: 19.9\text{cm}$ 인 시편에 대하여 시마쯔사(shimazu)의 재하장치로 반복재하한 결과를 그림 3에 나타내었다. 시험동안 휴지기는 적용하지 않았으며, $0.03\sim 0.05\text{kg}/\text{cm}^2$ ($2.9\sim 4.9\text{ kN}/\text{m}^2$) 정도 preloading을 가하여 시료를 준비한 다음 $0.1\text{kg}/\text{cm}^2$ ($9.8\text{ kN}/\text{m}^2$)의 응력에 대하여 연속적으로 재하하였다. 시험결과는 재하하중이 10kg 이고 5Hz의 주기를 갖는 반정현 하중을 응력제어(stress control) 방법으로 20초 동안 연속적으로 가한 197~200회 재하시의 응력-변형을 곡선이다. 시험결과 본 조건에서의 동적탄성계수, E_{dyn} 은 충격완화재 Type A가 $1400\text{ kN}/\text{m}^2$ 이고 Type B의 경우는 $9387\text{ kN}/\text{m}^2$ 로 Type B의 경우가 약 10배 큰 것을 알 수 있으며, Type A의 재료감쇠가 Type B의 재료감쇠 보다 큰 것을 알 수 있었다(그림 3 (a)). 특히 Type A의 포아송 비를 0.3으로 가정한 경우(식 1)의 동적 전단탄성계수, G_{dyn} 은 $534\text{ kN}/\text{m}^2$ 로 화강풍화토($G_s=2.65\text{ g}/\text{cm}^3$, $\omega_{opt}=20.3\%$, $\gamma_{d,max}=1.678\text{ g}/\text{cm}^3$)의 시료를 사용하여 다짐 제작한 공시체($\omega=19.7\%$, $\gamma_d=1.65\text{ g}/\text{cm}^3$)에 대한 반복삼축시험 결과로 도출된 식 2의 관계(Sakurai, 1991)를 사용할 경우에 동일 주응력 상태에서 약 $4032\text{ kN}/\text{m}^2$ 로 Type A의 충격완화재는 화강풍화토에 비하여 약 13%의 작은 전단강성을 가지는 것을 알 수 있다. 또한 최종 재하후 제하시에 약 0.00023의 소성 전단변형율이 발생하였다.(그림 3 (b)).

$$G_{dyn} = \frac{\sigma_d}{2 \cdot (1 + \nu) \cdot \epsilon_a} = \frac{E_{dyn}}{2 \cdot (1 + \nu)} \quad (1)$$



$$G_o = 1190 \cdot (\sigma_1)^{0.47} \quad (2)$$

표 3. 사용 충격완화재의 재료기준

구분	재질	규격 (L×B×t, mm)	중량 (kg/개)	바인더	개별질의 최대치수	
Type A	Rubber chip (페타이어 고무)	1,000×1,000×50±20	25±2	폴리우레탄계 접착제	4cm 이상	
Type B	EPS (폴리머)	단위중량 (t/m ³)	흡수량 (g/100 cm ³)	연소성	강도 특성	
		0.02 이상	1 이하		허용압축용력 (탄성변형시, t/m ²)	압축강도 (5%변형시, t/m ²)
				자기소화성 (3초이내 소화)	50 이상	100 이상

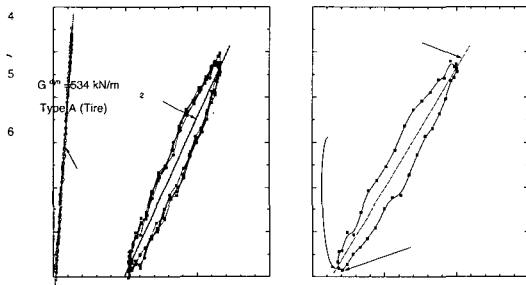
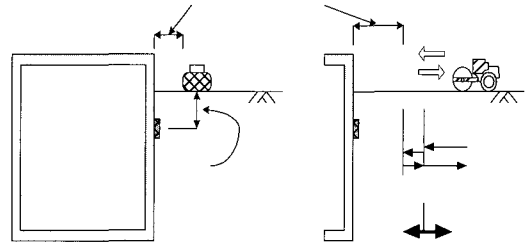


그림 3. 충격완화재 시험결과

3. 현장 계측

본 시험 시공지에 대한 계측기 매설은 다짐에 의해 발생하는 동적 하중을 실시간으로 측정하기 위하여 전기식 동적토압계를 사용하였다(그림 1). 다짐작업은 총중량 10.5 톤 진동 다짐롤러(Dynapac)를 사용하여 암거의 길이방향으로 진동다짐롤러를 벽체로부터 0.5m, 1.0m, 2.0m 이격하여 다지는 경우와 암거 길이의 직각방향으로 왕복주행하면서 현장계측을 수행하였다(그림 4). 진동롤러는 진동철륜이 선행하는 형태로 진동이 없는 경우인 무진동과 강한 진동인 주파수 30Hz(1800rpm)에 진폭을 1.74mm로 하여 재하하

였다(그림 4(a)). 암거 길이의 직각방향으로 다지는 경우는 벽체와의 거리가 약 2.0 m 이내가 되면 급격하게 지반반력이 증가하고 암거벽체와의 충돌이 예상되어 강한 진동으로 암거벽체 근처까지 진행하게 되면(A영역) 진동을 근접거리까지 무진동으로 전환하고(B영역), 후진한 다음(C영역) 다시 강한 진동을 가하는 방식(D영역)을 적용하였다(그림 4(b)). 현장계측시에는 사용진동 다짐장비의 고주파수가 30Hz이므로, 다짐시에 유발되는 피크하중을 얻고자 Kyowa의 EDX-1500을 사용하여 고주파수인 100 Hz로 데이터를 획득하였다.



(a) 암거 수평 다짐 (b) 암거 직각 다짐

그림 4. 다짐시험 개념도

4. 계측결과

그림 5에서 그림 7은 충격완화재 Type A를 5cm로 적용한 때의 토압측정 깊이(D_p) 34cm에서의 다짐롤러가 수평 다짐 시의 암거 벽체와의 거리(D_w)의 변경에 따른 벽체에서의 발생 동적 수평토압(Δσ_h)에 대한 계측결과이다. 또한 그림 8에서 그림 10은 토압의 측정깊이가 106cm인 경우이다. 이와 대등하게 충격완화재 Type B(EPS)를 10cm로 적용한 때의 결과를 그림 11에서 16에 나타내었다. 그리고 그림 17에서 그림 19까지는 두 종류의 충격완화재 사용공간에 대한 비교를 위해 깊이 159cm와 160cm의 때의 계측결과를 동시에 나타내었다.

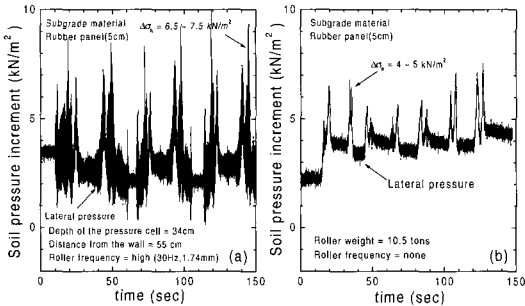
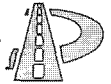


그림 5. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type A, DP=34cm, DW=55cm)

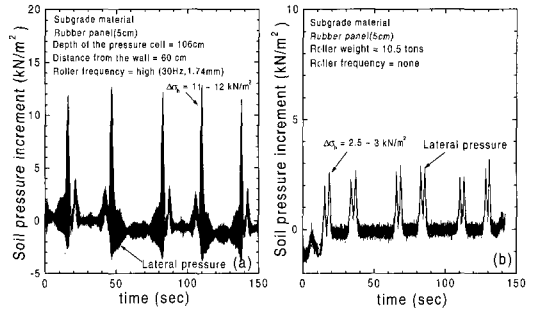


그림 8. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type A, DP=106cm, DW=60cm)

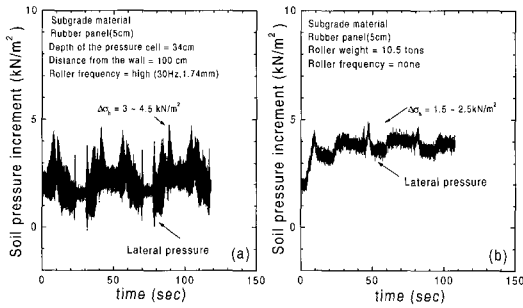


그림 6. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type A, DP=34cm, DW=100cm)

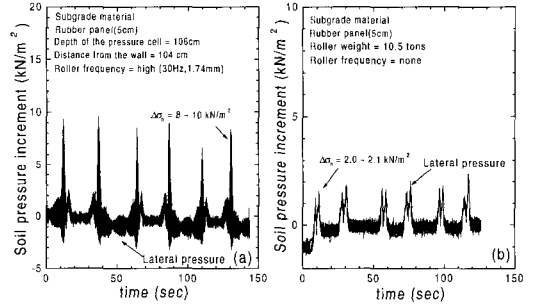


그림 9. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type A, DP=106cm, DW=104cm)

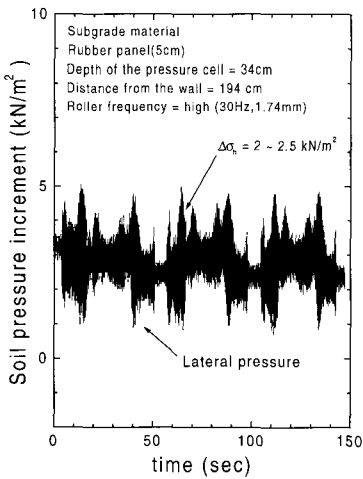


그림 7 벽체에 발생하는 수평토압
(Type A, DP=34cm, DW=194cm)

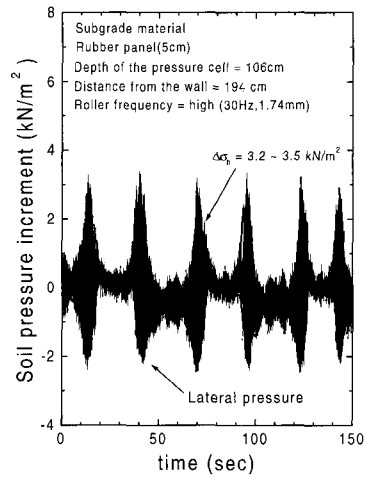


그림 10 벽체에 발생하는 수평토압
(Type A, DP=106cm, DW=194cm)

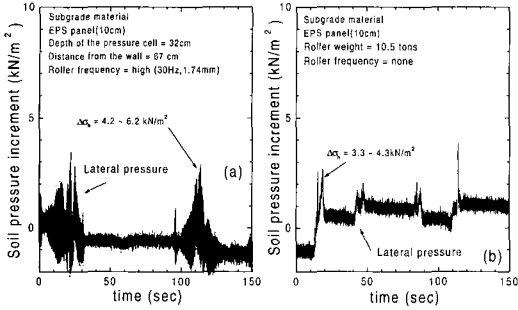
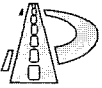


그림 11. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type B, DP=32cm, DW=67cm)

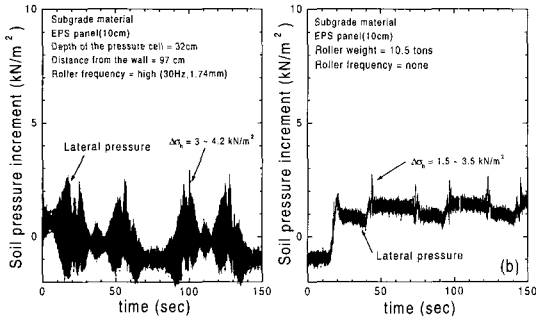


그림 12. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type B, DP=32cm, DW=97cm)

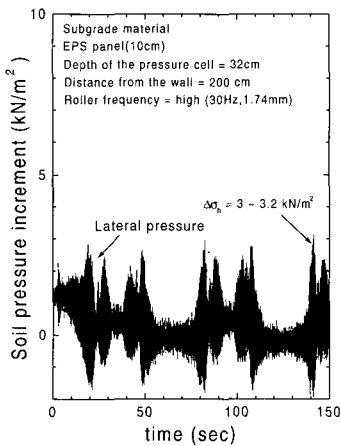


그림 13. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type B, DP=32cm, DW=200cm)

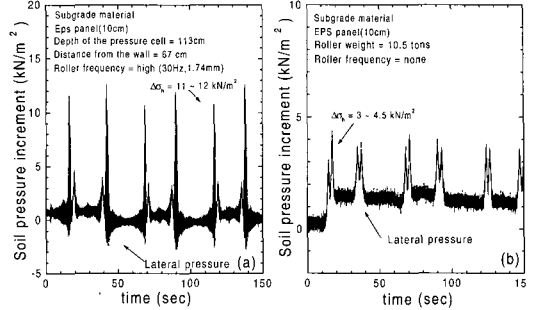


그림 14. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type B, DP=113cm, DW=67cm)

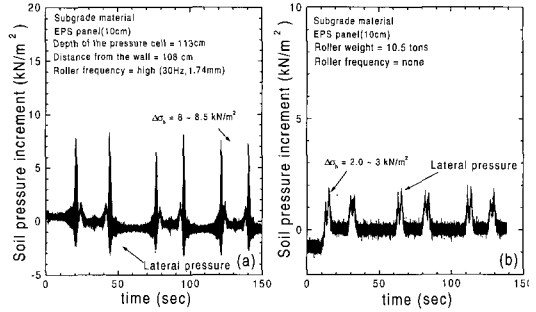


그림 15. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type B, DP=113cm, DW=108cm)

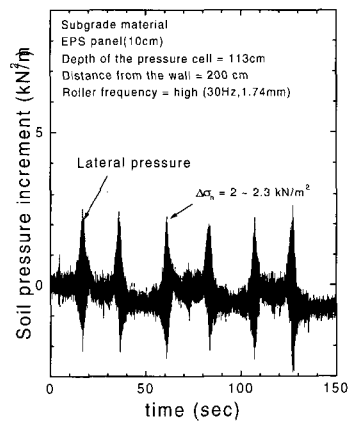


그림 16. 벽체에 발생하는 수평토압
(Type B, DP=113cm, DW=200cm)

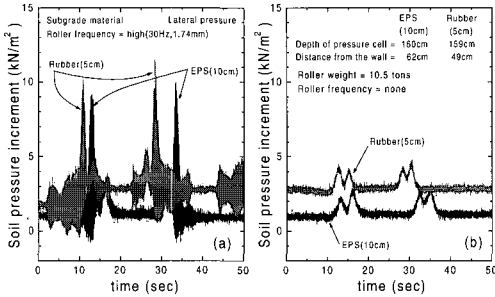
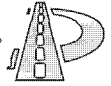


그림 17. 벽체에 발생하는 수평토압
(DP=159, 160cm, DW=49, 62cm)

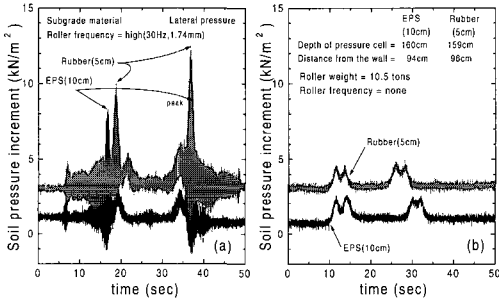


그림 18. 벽체에 발생하는 수평토압
(DP=159, 160cm, DW=96, 94cm)

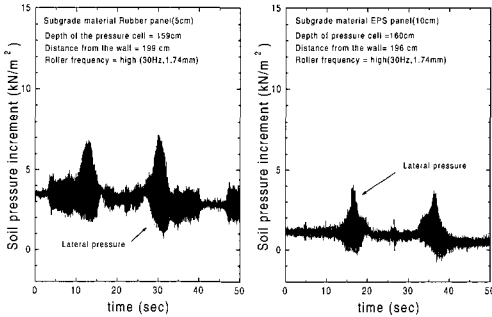


그림 19. 벽체에 발생하는 수평토압
(DP=159, 160cm, DW=199, 196cm)

4.1 롤러 진동의 영향

그림 5, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 18 은 동일 조건에서 롤러를 강한 진동으로 다짐하였을 때의 다짐토압을 각 그림의 (a)에 나타내었으며, 이후

진동이 없는 상태인 무진동으로 다짐을 할 때의 다짐토압을 각 그림의 (b)에 나타내었다. 이들 결과로부터 진동을 가하였을 때의 다짐토압의 발생은 사용 충격완화재의 종류, 토압의 측정위치와 다짐장비와 벽체와의 거리에 의존하고 있음을 알 수 있다. 무진동 상태에서의 최대 발생 동적 수평 토압($\Delta\sigma_{h, max}$) 보다 1.5~8 배의 값을 나타내고 있다. 이는 강성벽체에 대하여 Weissenbach가 다짐토압에 대한 제안한 식 3 (이, 1998)를 사용하면, 다짐토압, E_v 는 ($= 2 t / m^3 \times ((1.0 \sim 0.8) - 0.5 \cdot$

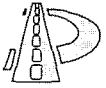
$0.5) \times (0.3 m) = (0.3375 t / m^2 = 3.31 KN / m^2)$ 로 벽체와의 거리가 100cm인 그림 6(a)의 경우에는 최대수평토압 증분($\Delta\sigma_{h, max}$)이 3 ~4.5 KN / m^2 내에 있어 비교적 잘 일치하고 있으나, 벽체와의 거리가 50cm 인 경우(그림 5 (a)나 측정깊이가 60 cm인 경우(그림 8 (a)에는 계산 값 보다 1.7~2.3배의 큰 측정값을 가지는 것을 알 수 있다. 이로부터 근접시공에 의한 진동다짐에 의해 보다 큰 다짐토압이 발생한다는 것을 확인할 수 있었다.

$$E_v = \gamma (K_v - 0.5 \cdot K_o) d_v \quad (3)$$

여기서, E_v : 다짐토압, γ : 흙의 단위중량,
 K_o : 정지토압계수, d_v : 다짐층 깊이
 K_v : 다짐토압계수(매우강력 : 0.8~1.0,
 강력 : 0.6 ~ 0.8, 중간: 0.4~0.6)이다.

4.2 깊이변화에 따른 다짐토압

그림 5에서 그림 18까지의 각 그림에 대한 (a)의 계측결과와 그림 19로부터 강한 진동으로 다짐작업시의 최대 수평토압 증분($\Delta\sigma_{h, max}$)을 압거 벽체와의 거리와 토압측정 깊이와의 관계를 그림 20에 나타내었다. 이 결과로부터 벽체와 롤러와의 거리가 50cm 내외에서는 깊이가 증가함에 따라 동적 수평토압의 최대값이 증가하는 것으로 나타나고 있는 것으로 알 수 있다. 이는 토압을 측정된 위치가 비교적 얇은 층에서만 이루어져



있기 때문에 깊이가 증가하게 되면 감소하는 위치에 아직 도착하지 않았기 때문이다. 한편 그림 20의 A line 선상의 토압 크기로부터 벽체로부터의 거리가 100cm 내외의 경우에는 토압 측정 깊이가 113cm(EPS), 106cm(Rubber)에서 160cm로 증가한 경우에 크기가 역전되는 것을 알 수 있다. 여기서 본 측정에 의한 수평토압 증분의 절대값은 벽체와 충격완화재의 강성비만을 고려한 유한요소 해석 결과(노 외 2001)의 1/4~1/5배로 나타나고 있다. 이는 사용다짐 롤러의 제원 상이와 충격완화재의 감쇠를 고려하지 않은 영향 등으로 사료되나 롤러의 벽체로부터의 거리가 1.0m인 경우의 유한요소 해석에 의한 일정깊이인 약 1.0m 내외에서 최대값이 나타나는 경향과 일치하고 있다.

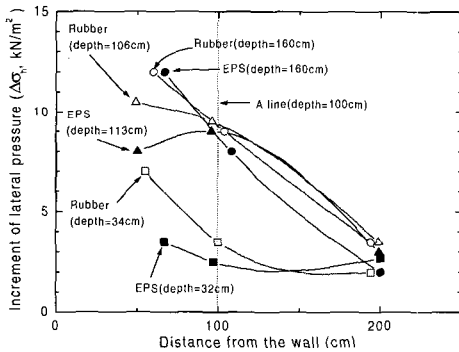


그림 20. 롤러와 벽체와의 거리에 따른 최대 수평토압($\Delta\sigma_h, \max$)

4.3 벽체와 롤러거리에 의한 영향

전체적으로 다짐롤러와 암거벽체와의 거리가 커질수록 다짐작업시의 최대 수평토압($\Delta\sigma_h, \max$)이 작아지는 결과를 나타내고 있다. 그러나 본 관계는 토압을 측정된 위치가 비교적 얇은 층에서 이루어져 있으므로 토압의 분포이론을 고찰하기 위해서는 추가 계측하는 것이 필요하다고 판단된다.

4.4 롤러 다짐방향 영향

다짐롤러의 진행방향을 암거의 길이 방향에 대해 수직으로 다짐할 때의 발생토압을 그림 21과 그림 22에 나타내었다(그림 4(b)). 본 측정 결과로부터 암거의 길이방향에 대해 다짐롤러의 진행방향이 수평방향인 경우보다 수직방향인 경우가 매우 큰 수평 다짐토압이 발생한다는 것을 알 수 있다. 특히 현장 계측시에 강한 진동에 의해 일정 거리(그림 21 (a)의 A와 B의 접점)에 이르게 되면 지반반력이 급상승하여 실제적인 롤러의 다짐작업이 불가능하여 진동을 가하지 않은 상태로 영역 B까지 진행하였다. 이 결과로부터 벽체에서 떨어진 거리가 약 200cm인 경우인 그림 21 (a)와 그림 10, 그림 21 (b)와 그림 16를 비교하면

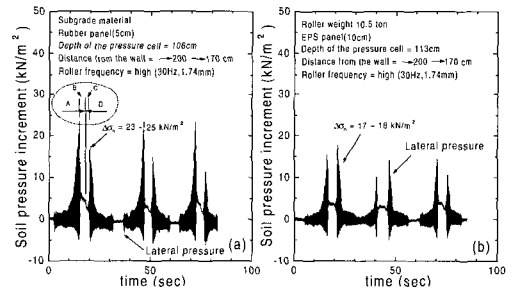


그림 21. 암거길이 직각방향으로 다짐시 수평토압 (DP=106, 113cm)

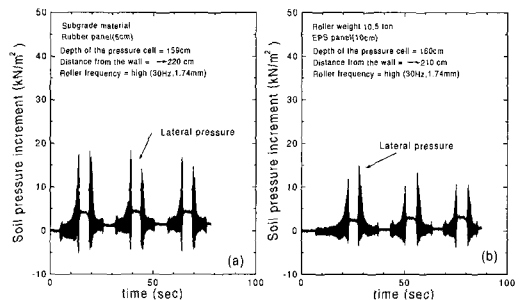
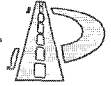


그림 22. 암거길이 직각방향으로 다짐시 수평토압 (DP=159, 160cm)



.....

각각 $23 \text{ kN/m}^2 / 3.5 \text{ kN/m}^2$ 및 $17 \text{ kN/m}^2 / 2.3 \text{ kN/m}^2$ 가 되어 다짐 수평토압의 최대값이($\Delta\sigma_{h, \text{max}}$)이 6.6~7.4배로 급격하게 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 다짐작업시에 롤러의 이동방향에 의한 다짐 수평응력의 벡터성분과 암거의 고정에 대한 영향으로 판단된다.

5. 결론

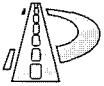
뒷채움부의 역학적 특성 증가를 도모하기 위하여 대형 진동장비를 이용하여 강한 다짐을 실시하고, 효과적인 다짐을 위해 구조물부에 근접하여 다지는 경우에 진동다짐롤러의 다짐방법에 따른 암거에 미치는 동적 다짐수평토압을 현장측측을 중심으로 분석하였다. 본 연구의 주요결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 뒷채움시의 구조물 보호를 위하여 사용한 두 종류의 충격완화재 Type A(Rubber)와 Type B(EPS)의 반복재하 실내시험결과, E_{dyn} 은 충격완화재 Type A가 Type B 보다 약 1/10의 값을 나타내고 있으며, Type A의 재료감쇠가 Type B의 재료감쇠보다 큰 것을 알 수 있었다. 따라서 Type A의 경우는 Type B 보다 작은 두께를 사용하여도 같은 충격완화 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.
2. 총중량 10.5톤의 대형 진동다짐 장비를 사용하여 강한진동(주파수 30Hz, 진폭1.74mm)으로 뒷채움 다짐작업을 실시한 경우는 진동을 가하지 않은 경우인 무진동 상태에서의 최대 발생 동적 수평토압($\Delta\sigma_{h, \text{max}}$) 보다 1.5~8 배의 값을 나타내고 있어 진동을 가하는 것이 보다 큰 다짐에너지를 가하여 주는 것과 근접시공에 의하여 기존의 경험공식에 의한 값보다 1.7~2.3배의 큰 값을 가질

수 있음을 실험적으로 확인하였다.

3. 적용 충격완화재 Type A($t=5\text{cm}$)와 Type B($t=10\text{cm}$)의 수평토압 발생 크기는 유사하였으며, 강한 진동으로 다짐작업시의 최대 수평토압($\Delta\sigma_{h, \text{max}}$)은 암거 벽체와의 거리와 토압측정 깊이(30~160cm)에 의존하고 있었다. 이 구간 내에서는 암거벽체와 진동 다짐 롤러와의 거리가 50cm 내외에서는 깊이가 증가함에 따라 다짐 수평 토압의 최대 값이 증가하고 있었으며, 암거벽체와 진동다짐 롤러와의 거리가 100cm 내외에서는 깊이 100cm 내외에서 최대 값이 나타나고 있어 유한요소 해석의 결과와 일치하는 경향을 나타내고 있었다.
4. 토압 측정깊이가 30~160cm인 비교적 얇은 층에서 측정한 결과로부터 다짐롤러와 암거 벽체와의 거리가 커질 수록 다짐작업시의 최대 수평토압 증분($\Delta\sigma_{h, \text{dyn}}$)이 작아지는 결과를 나타내고 있다.
5. 다짐롤러의 진행방향을 암거의 길이 방향에 수직으로 다짐할 때는 암거의 길이에 대한 수평방향의 다짐시보다 매우 큰 약 5~7배로 급격히 다짐에 의한 수평토압($\Delta\sigma_{h, \text{dyn}}$)이 발생하는 것을 알 수 있다. 이로부터 다짐에 의한 암거벽체에 균열발생등의 유해한 영향을 주지 않는다면 롤러의 다짐방향을 암거의 길이 방향에 대하여 수직으로 하는 것이 수평방향 다짐 보다 다짐효과 측면에서는 유리하다는 것을 알 수 있다.

추후 연구내용으로 지속적인 장기계측과 현장 측정조건을 변경하여 토압의 경시변화, 정성·정량적인 다짐토압 크기와 암거 구조물에 미치는 영향을 검토하고자 한다.



기 호

- G_{dyn} : 동적 재하시험에 의한 전단탄성계수
 E_{dyn} : 동적 재하시험에 의한 탄성계수
 G_o : 미소전단변형에 의한 전단탄성계수
 D_p : 토압측정 깊이
 D_w : 압거 벽체와의 거리
 $\Delta\sigma_h$: 다짐시 벽체에서 발생하는 동적 수평토압
 $\Delta\sigma_{h, max}$: 일정조건으로 다짐시 벽체에서 발생하는 동적 수평토압의 최대값
 σ_o : 미소전단변형에 의한 최대주응력

참 고 문 헌

1. 노한성, 최영철(2000), "지중구조물 뒷채움재료 선정기준 수립", 한국도로공사, pp. 119~139.
2. 노한성, 최영철, 이현중, 백종은, 이지영(2001), "수치해석에 의한 충격완화재의 동적토압 감소효과", 대한토목학회논문집, 제21권, 제4-C호, pp. 397-407.
3. 이상덕(1998), "토질역학", 세론, pp.396~399.
4. 한국도로공사(1998), "고속도로 전문시방서(토목편)", pp. 3-13~3-15, pp. 4-14~4-29, pp.9-1~9.9.
5. Carder, D.R., Pocock, R.G. and Murray, R. T.(1977), "Experimental Retaining Wall Facility-Lateral stress measurements with Sand Backfill". *Transport and Road Research Laboratory Report No. LR 766*. Crowthorne, England.
6. Carder, D.R., Murray, R.T. and Krawczyk, J.V.(1980), "Earth Pressure against an Experimental Retaining Wall Backfilled with Silty Clay". *Transport and Road Research Laboratory Report No. LR 946*. Crowthorne, England.
7. Duncan, J.M. and Seed, R.B.(1986), "Compaction-Induced Earth Pressure under K0-Conditions". *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 112, No. 1, pp. 1-22.
8. Duncan, J.M., Williams, G.W., Sehn, A.L. and Seed, R.B. (1992), "Estimation Earth Pressure Due to Compaction". *Journal of Geotechnical Engineering*, ASCE, Vol. 118, No. 12, pp. 1833-1847.
9. Roh, H.S., Choi, Y.C. and Kim, S.H.(2000a), "Earth Pressure on Culvert During Compaction of Backfill". *GeoEng 2000, International Society for Rock Mechanics, Melbourne, Australia*, No. UW0775, Vol. 2.
10. Roh, H.S., Choi, Y.C. and Kim, S.H.(2000b), "The Dynamic Earth Pressure Characteristics of Box Culverts During Compaction of Backfill". *10th REAAA Conference*, Tokyo, Japan, No. 060.
11. Sakurai, A.O.(1991), "エネルギー技術者のための地盤・耐震學". (財)電力中央研究所, pp. 180-195.

(접수 : 2001. 9. 18)