

중량이 다른 PC벽체에 의한 진동차단효과의 검토

鍋島康之(Nabeshima Yasuyuki)*

1. 서론

최근 철도의 고속화, 도로교통의 중량화나 과밀화, 또는 공장기계나 건설현장에 있어서 대형중기의 이동 등이 진동원이 되어 지반을 매개로 한 파동의 발생이 심각한 환경문제로 대두되고 있다. 즉, 이들 파동(이하, 지반진동이라 함)은 지반을 경유하여 주변 주민이 일상생활을 하는 주택 등 건축물내에 전달된다. 고가도로교를 예로 들면 발생 메커니즘은 그림 1과 같다. 지반진동과 가옥내의 진동은 반드시 직접 관련된 것은 아니고, 가옥의 구조, 노후도 등에 의해 변화한다. 진동에 관한 민원의 형태는 여러 가지나 대별하면 ① 물적피해, ② 생리적 영향, ③ 심리적 영향의 3가지이다. 진동방지를 목적으로 여러 가지 대책이 행해지고 있으나 기본적인 개념은 결과적으로 수진점의 진동을 작게 하는 것과 진동의 존재를 감지할 수 없도록 하는 것이다. 현재까지 제안되어 있는 대책방법은 진동발생원, 전달경로 및 수진부의 각 개소에서 제안되어 진동을 경감시키기 위한 연구가 진행되고 있다.

도로교통 진동에 있어서 발생원 대책으로써는 도로 보수·개량 및 차량에 대한 제한, 수진부 대책으로써

는 수진구조물의 보강, 구조양식의 변경 등이 있다. 전달경로 대책에서는 거리감쇄에 의한 것, 방진벽·방진구에 의한 것 등이 있다. 특히 방진벽·방진구에 의한 대책은 그림 1에 나타난 바와 같이 진동 발생원으로부터 수진부까지의 진동전달경로상에 시공된다.

본 논문에서는 방진벽의 일종으로 몇몇의 현지조사사례^{1), 2)}에 의해 유효성이 확인되어 있는 중공부를 갖는 콘크리트제 구조부재(PC벽체)의 진동차단효과에 대해서 중규모 야외 실험 및 수치해석을 실시하여 PC벽체의 진동차단효과에 미치는 벽체중량의 영향에 대해서 검토한다.

2. 지중방진벽의 진동경감 효과

지중방진벽에 의한 진동차단실험에 관한 대표적인 연구사례로, 모형실험³⁾, 실규모실험⁴⁾ 및 FEM이나 BEM을 이용한 수치시뮬레이션에 의한 연구⁵⁾ 등이 있다. 그림 2는 실규모실험을 대상으로 한 데이터를 회귀적으로 정리하여 종축에 진동경감량(지중벽 설계전후의 진동 레벨의 차), 횡축에 지중방진벽으로부터의 거리를 나타내어 각 재질에 의한 진동저감량을 정리한 것⁶⁾이다. 단, 각 벽체의 시공 심도는 발포스티로폼벽 : 1.5~2.0m, 강널말뚝 : 10m 이

* 일본 오사카대학 대학원 공학연구과 지구종합공학 전공
조교수(nabesima@civil.eng.osaka-u.ac.jp)

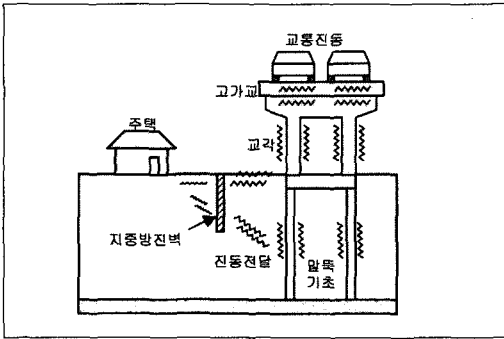


그림 1. 도로 고가교에 의한 진동 문제와 대책공

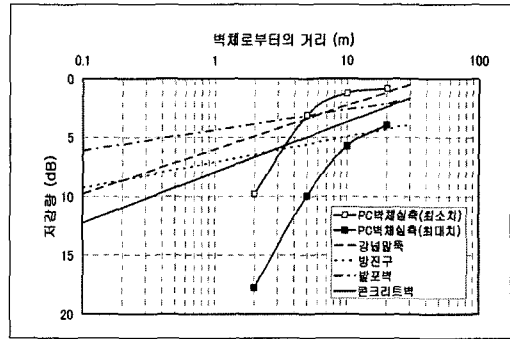


그림 2. 각 지중방진벽의 진동 차단 효과⁶⁾

상, 콘크리트벽 : 5~10m 이다.

그림 2에 나타낸 바와 같이 방진벽으로부터 2m 정도의 근방에서는 PC벽체, 콘크리트벽, 방진구, 강널말뚝, 발포스티로폼 벽의 순으로 큰 진동 저감 효과가 얻어지고 있으나 PC벽체로부터의 거리가 멀어짐에 따라 방진구나 발포스티로폼벽의 효과가 커진다. 이것은 지반보다도 파동 인피던스가 큰 콘크리트벽이나 강널말뚝에서는 저진동수의 파동에 대한 차단이 곤란하기 때문이다. 벽체로부터의 거리가 2m 부근인 곳에서 비교하면 PC벽체는 타 진동벽보다도 상당히 큰 저감량이 얻어지는 것으로 나타나고 있으나, 진동저감량은 PC벽체 배후로부터의 거리의 증가와 함께 급격하게 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서 PC벽체가 다른 방진벽보다 큰 진동저감량이 기대되는 범위는 벽체의 배후 6m 정도까지라고 생각되어지나, 매설 깊이를 깊게 하면 더욱 먼 곳까지의 저감효과를 기대할 수 있을 것이라 생각된다.

3. 중량이 다른 PC벽체를 이용한 중규모 야외실험

PC벽체에 의한 진동차단효과에 대해서는 아이치

현내에서 현지 진동조사^{1), 2)}를 통하여 그 유효성이 확인되었으며, 더욱이 이들을 검증하기 위해서 건조 모래 등을 이용한 실내 모형실험^{7), 8)}이나 중규모 야외실험^{9), 10)} 및 수치해석¹⁰⁾ 등을 실시해 왔다. 그러나 진동차단 메커니즘에 대해서는 충분하게 설명되었다고는 할 수 없고, 지반진동의 주파수에 따라서는 진동차단효과가 명확하지 않은 경우가 있는 등 보다 깊은 검토가 필요하다. 따라서 본 연구에서는 PC벽체의 중량을 변화시키는 것에 의해 진동차단 메커니즘이나 차단효과에 어느 정도 영향을 미치는가를 검토하기 위해서 야외에서 중규모실험을 실시하였다. 중규모 야외실험의 이점으로는 실제의 지반을 사용하기 때문에 현장에서의 진동차단 효과의 상관성이 높은 검증이 가능하다.

3.1 실험대상 영역의 개요 및 실험방법

중규모 야외실험은 리즈메이칸 대학 쿠사츠 캠퍼스내 토질실험실 앞의 부지에서 실시하였다. 중규모 야외실험에서는 통상의 골재를 이용한 PC벽체, 경량 골재(아사노라이트 : 표면건조시 밀도 1.37~1.84 g/cm³)를 이용한 PC벽체 및 중량골재(전기로산화슬래그 : 표면건조시 밀도 3.53~3.66 g/cm³)을 이

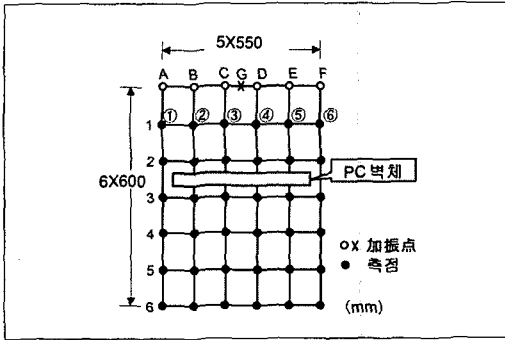


그림 3. 측정 및 PC벽체 배치도

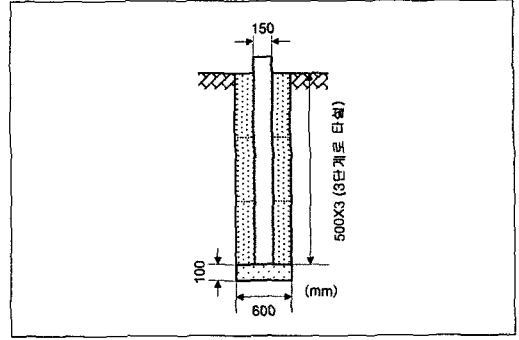


그림 4. PC벽체 매설단면도

표 1. 각 PC벽체의 밀도

	PC벽체의 밀도	모형 PC벽체 질량
통상 PC벽체	2.30 ton/m ³	약 50 kg
중량 PC벽체	3.03 ton/m ³	약 67 kg
경량 PC벽체	1.83 ton/m ³	약 40 kg

표 2. 중규모 현장 실험 개소의 토질특성

	습윤밀도 (g/cm ³)	건조밀도 (g/cm ³)	함수비 (%)
통상 벽체 매설 개소	2.11	1.79	17.9
중량 벽체 매설 개소	2.24	1.89	18.6
경량 벽체 매설 개소	2.31	1.91	20.9
주변부 지반	2.20	1.81	21.8

용한 PC벽체의 3종류를 준비하여 각 PC벽체에 대하여 진동저감효과의 비교 검토를 실시하였다. 표 1 은 각 PC벽체의 밀도이다. 중규모 야외실험용지로 리츠메이칸 대학 쿠사츠 캠퍼스의 녹지내에 종폭 360cm×횡폭 275cm의 측정사이트를 3개소 병렬로 확보하였다. 각 PC벽체를 매설한 장소의 토질특성을 표 2에 나타내었다. 조성지반이기 때문에 각 사이트별로 모래치환법으로 계측한 밀도나 함수비의 편차가 비교적 크다. 때문에 후술하는 충격 加振에 의한 중규모 야외실험결과에도 각 사이트별로 약간 차가 나타나고 있다. 측정배치 및 PC벽체의 설

치위치를 그림 3에 나타내었다. 또한 통상 콘크리트 PC벽체를 매설한 지반에서의 판두드림법에 의한 파동전달효과(SH파)는 153 m/sec 이었다. 각 사이트에 중 60cm×횡 275cm×심도 150cm의 방진구를 측정 No.2와 측정 No.3의 사이에 굴착하고 이 방진구에 PC벽체(15cm×15cm 정방형단면, 중공 부내경 10cm, 길이 150cm)를 12본 매설하여 加振 실험을 실시하였다. 그림 4는 사용한 PC벽체의 매설단면도이고, 그림 5는 PC벽체의 설치상황이다.

진동충정에는 진동레벨계를 6대 사용하고 질량 2.5kg의 램머를 0.2m의 높이에서 자유낙하 시킨 경우와 질량 5.0kg의 램머를 0.4m의 높이에서 자유낙하 시켜 발생하는 진동 가속도 레벨(VAL)의 연직성분을 측정하였다. 그림 3에 나타난 점 A~F에서 加振하고 라인 ①~⑥상에 배치한 측정 No.1~No.6에서 지반진동을 측정하고 측정 데이터를 비교하는 것에 의해 PC벽체의 진동차단효과의 검증 실시한다. 그림 6은 중규모 야외실험의 加振 및 진동계측을 실시하고 있는 모습이다. 또한, 자연 지반의 진동감쇄특성을 조사하기 위해서 PC벽체 매설개소와는 별개로 주변부의 자연지반에서 마찬가지로 실험을 실시하여 자연지반의 시험결과로 하였다.

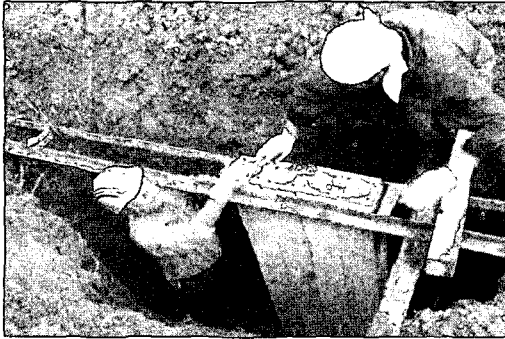
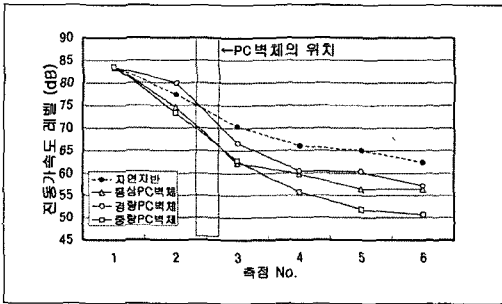


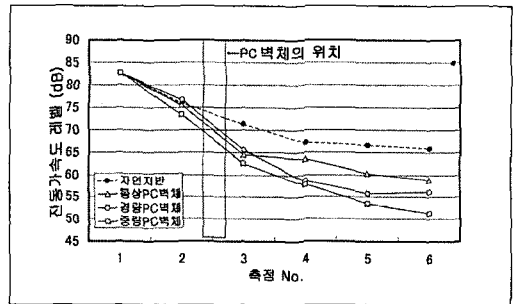
그림 5. PC벽체 설치 상황



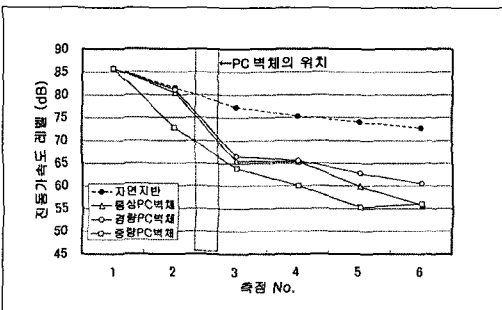
그림 6. 중규모 야외실험



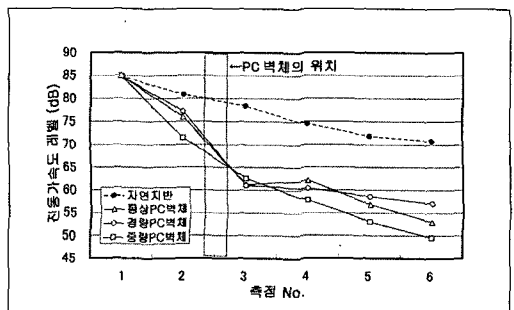
(a) 2.5kg, 라인 ③



(b) 2.5kg, 라인 ④



(c) 5.0kg, 라인 ③



(d) 5.0kg, 라인 ④

그림 7. 거리감쇄이동

3.2 실험결과 및 고찰

자연지반에서의 지반진동의 거리감쇄거동과 각 PC벽체에 의한 진동저감효과를 비교하기 위하여 加振점 A~F에 가까운 측정 No.1에서의 진동가속

도 레벨값을 동일하게 하고 라인 ①~⑥에서의 진동 가속도 레벨의 거리감쇄거동을 비교하였다. 대표적인 예로서 그림 7(a), (b)에 2.5kg 램머를 0.2m의 높이에서 자유낙하 시킨 경우의 결과를 나타내었다. 점 C에서 加振하고 라인 ③상에서 계측한 결과를 그

림 7(a)에, 점 D에서 加振하고 라인 ④상에서 측정
한 결과를 그림 7(b)에 나타내었다. 한편, 그림
7(c), (d)는 5.0kg 램머를 0.4m의 높이에서 자유낙
하 시킨 경우의 결과이다. 마찬가지로 점 C에서 加
振하고 라인 ③상에서 측정한 결과를 그림 7(c)에,
점 D에서 加振하고 라인 ④상에서 측정한 결과를
그림 7(d)에 나타내었다. 그림 3에서 알 수 있듯이
라인 ③, ④는 PC벽체의 중심선에 가장 가까운 측
선이다. 우선, 2.5kg 램머를 낙하 시킨 경우와
5.0kg 램머를 낙하시킨 경우에는 충격 加振력이
크기 때문에 5.0kg 램머를 낙하 시킨 경우가 측정
No.1에 있어서 진동가속도 레벨이 약간 상승하는
것을 알 수 있다. 또한 자연지반에 있어서 거리감쇄
거동을 비교하면 감쇄량은 5.0kg 램머를 낙하 시킨
경우가 작은 것을 알 수 있다. PC벽체의 진동차단
효과에 주목하면 진동가속도 레벨의 거리감쇄거동
은 각 PC벽체에서 다소의 편차가 보이나, 어느 PC
벽체에서도 자연지반에서는 보이지 않는 진동저감
이 보여, PC벽체에 의한 진동차단효과가 확인되었
다. 2.5kg 램머를 낙하 시킨 경우의 경향으로 경량
PC벽체의 전면에서는 다른 PC벽체보다도 진동가
속도 레벨이 높게 되는 거동이 보여, PC벽체 중량
에 의한 진동저감거동의 차가 확인되었다. 또한 측
점 No.6에서의 진동가속도 레벨로는 모두 다 중량
PC벽체의 측정치가 가장 낮았다. 한편 5.0kg 램머
를 낙하 시킨 경우의 경향으로는 중량 PC벽체 전면
에서 현저한 진동가속도 레벨의 저하가 보이고, 다
른 PC벽체와 비교하여 명확한 차가 나타나고 있다.
또한, 2.5kg 램머를 낙하 시킨 경우와 마찬가지로
측점 No.6에서의 진동가속도 레벨은 중량 PC벽체
의 측정치가 가장 낮았다. 그리고 통상 콘크리트를
이용한 PC벽체의 거동에 대해서 보면 2.5kg 램머
를 낙하 시킨 경우에 있어서는 경량 PC벽체와 중량

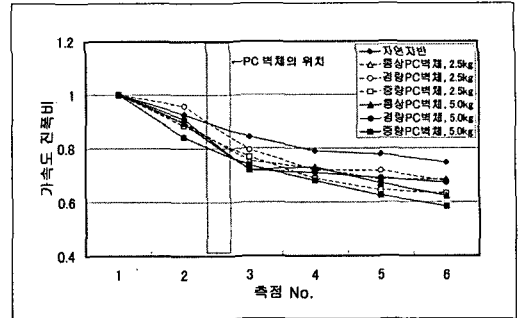


그림 8. 가속도 진폭비에 의한 거리감쇄 거동의 비교

PC벽체의 중간적인 거동을 나타내는데 대하여
5.0kg 램머를 낙하 시킨 경우에는 확실히 경량
PC벽체와 유사한 거동을 나타내고 있다. 이것으로
부터 진동차단거동은 加振력의 크기에 따라 변화하
는 것을 시사한다.

그림 8은 라인 ③상의 측정 No.1의 가속도 레벨
을 이용하여 다른 측정 가속도 레벨을 정규화하여
가속도 진폭비에 의한 각 지반의 거리감쇄거동을 나
타낸 것이다. 2.5kg 램머를 낙하시킨 경우 그림 7의
결과와 마찬가지로 통상의 PC벽체 및 중량 PC벽체
의 전면에서 가속도 진폭비는 자연지반에서 측
정된 가속도 진폭비보다도 작아지고, 분명하게 진동
저감이 보인다. 이에 반하여 경량 PC벽체에서는
PC벽체 전면에서 자연지반의 가속도 진폭비보다
큰 값을 나타내고 있고, 진동저감이 나타나지 않는
다. 또한, No.3에서 가속도 진폭비의 값도 통상의
PC벽체나 중량 PC벽체의 값과 비교해도 높은 값을
보이고 있고, PC벽체 중량의 차이라고 생각되어지
는 다른 거동을 보인다. 그러나 경량 PC벽체의 배
후의 측정 No.4나 No.5에서는 통상의 PC벽체와 같
은 정도까지 가속도 진폭비는 저하하고 있다. 또한,
측점 No.6에서 가속도 진폭비는 통상의 PC벽체 및
경량 PC벽체에서는 0.7전후인데 반해서, 중량 PC
벽체의 값만이 0.7이하이고, 가장 작은 값을 보인다

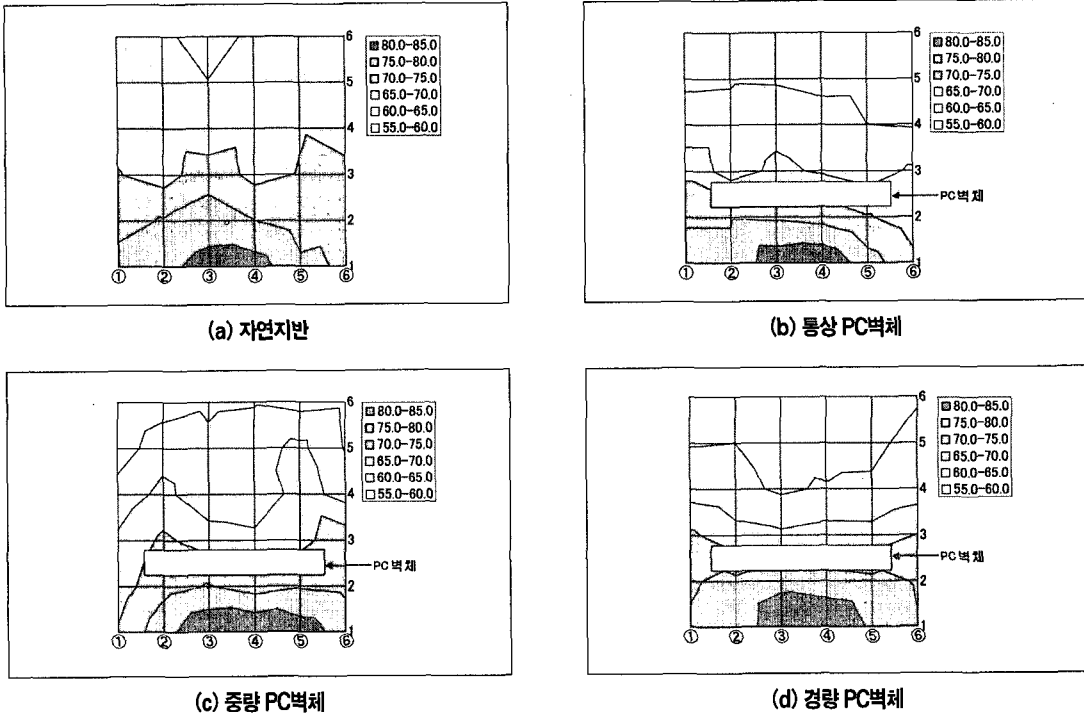


그림 9. 진동가속도 레벨의 지표면 분포도

다. 이상의 것으로부터 진동차단효과에 미치는 PC 벽체 중량에 의한 차이는 PC벽체 전후에서 지반의 진동거동이 명확하게 나타난다는 것을 알 수 있었다.

그림 9는 2.5kg 램머를 점 G에서 자유낙하 시켜 加振하는 동안의 진동가속도 레벨의 지표면분포도이다. 비교하기 위해서 자연지반에서 측정한 결과도 같이 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 각 PC벽체의 배면에서는 진동가속도 레벨의 저감이 보이고, PC벽체의 진동감쇄효과가 확인되었다. PC벽체의 단부에서는 진동파의 회절의 영향이 약간 보이나, 중앙부분에서 진동저감효과는 명확하게 확인 가능하다. 또한, 경량 PC벽체의 전면에서는 진동을 반사한 결과라고 생각되어지는 높은 진동가속도 레벨의 범위가 확인 되었고, 통상의 PC벽체나 중량 PC

벽체와는 다른 진동차단거동을 보이고 있는 것을 알 수 있다.

다음으로 각 PC벽체의 진동차단효과에 미치는 벽체 중량의 영향을 비교하기 위하여 그림 7에 나타난 결과를 기본으로, 라인 ③상의 PC벽체 전면의 측정점 No.1과 No.2의 진동가속도 레벨의 차와 PC벽체 전후의 측정점 No.2와 No.3의 진동가속도 레벨의 차로부터, 거리감쇄량을 뺀 각각의 값을 PC벽체 전면과 PC벽체 전후의 진동차단효과로 PC벽체밀도와의 관계를 정리하여 그림 10에 나타내었다. 단, 거리감쇄량은 자연지반에 있어서 측정점 No.1과 No.2 및 No.2와 NO.3의 진동가속도 레벨의 차로부터 산정하였다. 그 결과, PC벽체 전면의 거동과 PC벽체 전후의 거동에서는 확실하게 PC벽체 밀도

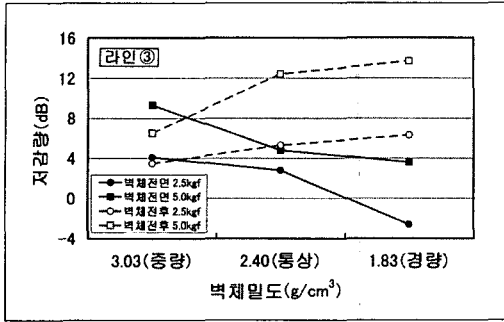


그림 10. PC벽체 밀도와 진동저감량

에 의해 다른 경향이 얻어졌다. PC벽체 전면에서의 저감량은 PC벽체의 밀도가 증가할수록 커지는데 반해서, PC벽체 전후에서의 저감량은 PC벽체의 밀도가 감소할수록 증가하는 경향이 얻어지고, 진동차단효과에 미치는 벽체중량의 차가 나타났다. 이들 거동의 차이는 중량 PC벽체는 진동차단효과로서 진동을 반사하는 효과가 주인데 반하여, 경량 PC벽체의 진동차단효과로써는 진동을 투과하여 감쇄시키는 효과가 주된 것이기 때문이라고 생각된다. 또한, 그림 7의 결과로부터 시사되는 바와 같이 PC벽체의 진동차단효과로써 진동을 반사하는 효과가 주가 되나, 진동을 투과하는 효과가 주가 될 것인가는 加振力의 크기와 PC벽체의 중량에 의해 변화하는 것이라고 생각된다.

4.3차원 수치시뮬레이션 해석에 의한 진동 차단효과의 평가

표 1. 각 PC벽체의 밀도

지 반					PC벽체	
습윤밀도 (ton/m³)	S파속도 (m/sec)	P파속도 (m/sec)	포아슨비	감쇄 (%)	단위밀도 (ton/m³)	탄성계수 (kg/cm²)
2.5	153	700	0.475	2.0	2.3	3.4 × 10 ⁵

4.1 진동수 영역에서의 복소 응답해석

지반진동 및 대책공법으로서의 PC벽체의 진동저감효과를 해석적으로 평가하기 위하여 진동수 영역에서의 복소응답법(複素應答法)을 이용한 시뮬레이션 해석을 실시하였다. 해석방법으로 지반을 박층요소, 통상콘크리트를 사용한 PC벽체에 의한 지중 방진벽을 유한 요소로 모델화한 3차원해석에 의한 加振해석을 이용하였다. 금회의 해석에서는 5kg 램머를 1m의 높이로부터 자유낙하시킨 경우에 加振點 근방에서 얻어진 실측기록(그림 11참조)을 기본으로 상기의 3차원 모델을 이용한 해석결과로부터 역산을 실시하여 加振力을 결정하였다. 표 3에 본 해석에서 사용한 파라미터를 그림 12에 해석 모델의 개요도를 나타내었다. 지반모델은 균일지반으로, S파 속도에 관해서는 측정치의 153m/sec를 사용하고, P파 속도에 대해서는 측정치가 없기 때문에 습윤밀도 2.5ton/m³에 대하여 얻어진 P파속도 700m/sec를 이용하였다. 때문에 습윤밀도도 2.5ton/m³을 사용하였다. 또한 지반의 층분할에 대해서는 최고 해석진동수 250Hz로 파장의 1/6이하로 되도록 세분화하였다. 그리고 PC벽체의 파라미터는 보통 콘크리트의 데이터를 참고하여 결정하였다.

4.2 해석결과

그림 13에 복소응답해석 결과로 라인 ③상에서 얻어지고 있는 진동가속도 레벨의 측정치와 해석에

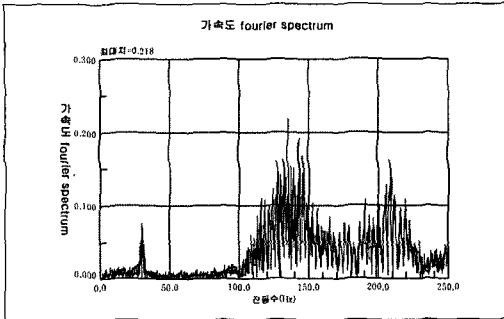


그림 11. 실측파형을 기본으로 한 fourier spectrum

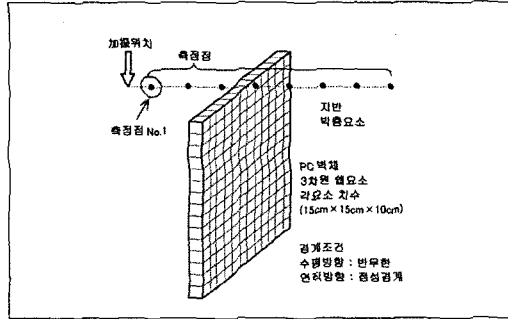


그림 12. 해석모델

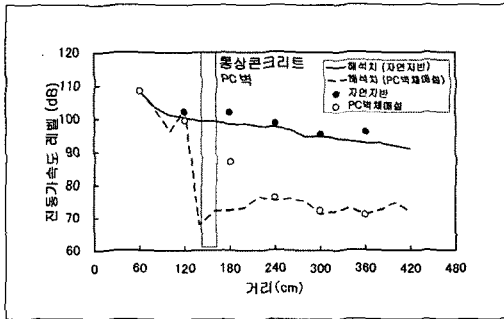


그림 13. 시뮬레이션 해석 결과

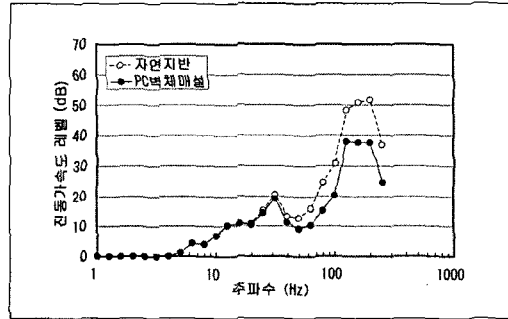


그림 14. 시뮬레이션 해석에서의 주파수 분석 결과

의해 얻어진 가속도치를 이용하여 산출한 진동가속도 레벨의 결과를 나타내었다. 해석결과와 실측과의 비교에서는 측정 No.1에서 자연지반의 진동가속도 레벨이 PC벽체를 매설한 경우와 같은 값이 되도록 보정하여 나타내었다. 자연지반의 시뮬레이션 해석에서 해석결과는 실측기록과 상당히 잘 대응하고 지반물성에 대한 설정치의 타당성을 확인하는 것이 가능했다. 한편, PC벽체를 매설한 경우는 PC벽체부분에서 진동가속도 레벨이 급격하게 감소하고 벽체배면에서는 진동가속도 레벨은 거의 평행으로, 실측결과와 같이 벽체배면에서의 증가현상은 보이지 않는다. 때문에 벽체배면직후의 측정에서 해석결과와 실측치에서 차가 발생하고 있으나 그 후의 측정에서는 잘 일치하고 있고, PC벽체에 의한 전체적인 진

동저감량에 대해서는 잘 재현되고 있다는 것을 알 수 있다. 중규모 야외실험에서의 실측결과에서도 PC벽체 자체는 거의 진동하고 있지 않다는 것이 확인되고 있고, PC벽체부분에서 진동가속도레벨이 감소하는 경향은 실제의 거동과 대응하고 있기 때문에, 벽체배면직후에서 해석치와 실측치의 차가 발생한 원인으로써 고주파수의 파형이 많기 때문에 PC벽체의 진동저감효과가 과대하게 나타난 것이라고 생각된다. 이것을 검증하기위해 해석결과에서 주파수분석을 실시하였다. 그림 14는 시뮬레이션해석에 있어 주파수분석 결과이다. 자연지반과 PC벽체 매설지반과는 50Hz이상의 고주파수의 파형으로 큰 차가 나타나고 있고, PC벽체에 의한 고주파수의 파형이 차단되고 있는 것을 알 수 있다.

이상의 것로부터 중규모 야외실험으로부터 얻어진 데이터를 이용한 수치시뮬레이션해석은 지반 진동의 감쇄거동 및 PC벽체의 진동차단효과를 추정하는 기법으로 유효하다는 것이 확인되었다. 이번의 수치해석은 통상의 콘크리트를 사용한 PC벽체에 관한 결과를 나타내었으나 향후는 벽체중량을 변화시킨 PC벽체에 관한 수치해석을 실시하여 진동차단효과에 미치는 벽체중량의 영향에 대해서 해석적으로 검토할 예정이다.

5. 결론

본 연구에서는 중량이 다른 PC벽체를 이용한 중규모 야외 실험 및 복소응답법을 이용한 시뮬레이션 해석을 통하여 PC벽체의 진동 차단 효과를 고찰하였다. 이하에 주된 결론을 논하였다.

(1) PC벽체를 매설한 지반에서는 벽체중량에 관계없이 자연지반에서는 보이지 않는 진동저감이 계측되고, PC벽체에 의한 현저한 진동차단효과가 확인되었다.

(2) 금회 실시한 중규모 야외 실험의 측정 No.6에 있어서 진동 가속도 레벨은 중량PC벽체의 측정치가 가장 낮았다.

(3) PC벽체 전면의 저감량은 PC벽체의 밀도가 증가할수록 커지는데 대해, PC벽체 전후의 저감량은 PC벽체의 밀도가 감소할수록 증가하는 경향이 얻어졌고, 진동차단효과에 미치는 벽체중량의 차가 나타났다.

(4) 중량의 PC벽체는 진동을 반사하는 효과가 큰데 대해 경량의 PC벽체는 파동을 투과시키는 것에 의해 진동을 저감하는 효과가 큰 것을 알 수 있었다. 단, PC벽체의 진동차단효과로써 진동을 반사하는

효과가 주가 되지만, 진동을 투과시키는 효과가 주가 될 것인가는 가속력의 크기와 PC벽체의 중량에 의해 변화하는 것을 시사한다.

(5) 중규모 야외 실험으로부터 얻어진 데이터를 이용하여 3차원 복소 응답해석은 실측치를 거의 잘 재현하는 것이 가능했다. 이로부터 3차원 복소응답해석은 PC벽체에 의해 전체적인 진동저감량을 추정하는 기법으로 유효하다.

참고문헌

1. 早川·可兒·松原: PC壁体による地盤振動の軽減効果とその評価, 構造工学論文集, Vol.45A, pp.713~718, 1999.
2. 早川·橋本·可兒: PC壁体の振動対策事例および遮断メカニズムに関する実験的考察, 地盤工学シンポジウム, pp.349~356, 2002.
3. 江島: 空溝と地中壁による振動遮断効果, 土と基礎28 (3), pp.49~55, 1980.
4. 吉岡·石崎: 空溝·地中壁による地盤振動の低減効果に関する研究—東海道新幹線大草高架橋区間—, 鉄道技術研究報告, No.1147, pp.1~132, 1980.
5. 大保·片山: 等価質点系モデルを用いた遮断溝の振動軽減効果に関する数値解析, 土木学会論文集, No.335, pp.51~57, 1983.
6. 早川: 地盤振動の伝播過程における防止対策の背景と動向, 日本音楽学会誌55(6), pp.449~454, 1999.
7. 早川·前川·漆畑·可兒: 模型PC壁体を用いた振動遮断効果に関する実験, 平成12年度土木学会 関西支部 年次学術講演会概要集, III-

34, 2000.

8. 橋本・早川・星子・可児・田中：中空壁体および空溝による振動遮断実験，第37回 地盤工学研究発表会，pp.1913~1914, 2002.

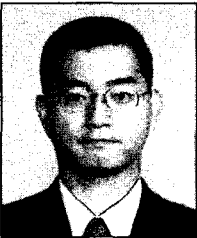
9. Y. Kani, K. Hayakawa, Y. Kobayashi and Y. Nabeshima : Vibration-screening effect of PC wall-piles through full-size and medium-size field experiments, Proceedings of the 32nd International Congress and Exposition on Noise Control Engineering, Paper No.198,

2003. (CD-ROM).

10. Y. Nabeshima, K. Hayakawa and Y. Kani: Experimental and numerical studies on ground vibration isolation by PC wall-pile barrier, Proceedings of 5th International Conference on Geotechnical Engineering, Paper No.4.06, 2004. (CD-ROM).

출처 : 第6回 環境地盤工学 심포지움 発表論文集, 地盤工学会, 札幌, pp.265~270, 2005年 5月

필자소개



鍋島康之
(Nabeshima Yasuyuki)
공학박사
현직 : 일본 오사카대학 대학원
공학연구과 지구종합공학
전공 조교수

1988년 오사카대학 공학부 토목공학과 졸업
1990년 오사카대학 대학원 공학연구과 토목공학 전공 석사
1994년 오사카대학 대학원 공학연구과 토목공학 전공 박사
1994년 오사카대학 공학부 강사
1999년 오사카대학 대학원 공학연구과 조교수
2000년~2001년 호주 국방대학교 토목공학과 객원 연구원

대학원 재학시절부터 미니 삼축시험기를 이용한 오사카만 해저 퇴적점토의 역학거동, 특히 홍적점토의 전단특성에 대하여 연구를 하였다. 오사카 대학의 강사가 되고부터는 변형률경로 제어방식에 의한 삼축시험, 지압형 보강토공법의 보강기구에 대한 합리적 설계법에 관한 연구를 하였다. 또한, 효고켄 남부지진(고베지진)을 계기로 점성토나 중간토의 동적특성에 관한 연구를 하여 최근에는 환경지반공학의 일환으로 건설발생토의 재이용기술과 환경진동문제에 관한 연구를 하고 있다.