

원심모형실험을 통한 EPS 차단벽의 방진효과에 관한 연구

A Study on the Vibration Protection Efficiency of EPS Wall Barrier with Centrifuge Model Tests

이 강 일¹ Lee, Kang-Il

Abstract

In general, environment-induced vibration propagates from the center of source to the destination through ground. In fact, the mechanism of wave propagation is highly dependent on the ground conditions, and various methods to protect structures from such a ground vibration have been proposed. The method of wall barrier has been frequently used to cut off ground vibration effectively. However, the capability of wall barrier may be affected by various factors like constituent material of it. Therefore, it is important to figure out appropriate material for the wall barrier. This study is focused on the effect of EPS on the vibration protection. Centrifuge model tests were performed. Two types of models such as a cylindrical and a rectangular wall were used. For the cylindrical type of wall, installation depth was changed, while the length of the wall varied for the rectangular type to figure out the capability of vibration protection.

요 지

일반적으로 환경 지반진동은 가진원과 지반내 전달, 수신부라는 전파경로를 통해 목적지에 전달된다. 그중에서도 지반내 파동의 전달은 전파의 방식이 각 지반의 특성에 따라 의존하고 있기 때문에 매우 복잡하다. 또한 이러한 전파를 효율적으로 차단하기 위해 최근 현장에서 가장 많이 적용하고 있는 공법은 방진벽이다. 그러나 이러한 방진벽 공법은 다양한 변수와 연관되어 방진효과에 영향을 미치지만 그중에서도 방진벽 재료의 선택이 가장 중요하다. 따라서 본 연구는 지표면에 충격하중이 가해졌을 경우 지반내 전달되는 전파경로를 효율적으로 차단할 수 있는 방진벽 재료인 EPS 차단벽 재료에 대하여 원심모형실험을 통해 연구하였다. 이를 위하여 차단벽의 형상은 원통형과 직사각형 타입을 적용하였고 원통형 타입은 차단벽재의 타설심도를, 직사각형타입은 차단벽의 길이를 변화시키는 실험을 실시하여 이들의 차이가 방진효과에 미치는 영향에 대하여 연구하였다.

Keywords : Centrifuge model test, Vibration protection, Wall barrier, Wave propagation

1. 서 론

진동 혹은 충격의 발생원은 크게 자연현상인 지진과 인위적 현상인 차나 열차의 교통진동, 공장의 기계가동 등에 의한 환경진동 등이 있다. 특히 환경 진동은 일상 생활 속에서 항상 발생되고 그것을 우리들이 감지하면서 살고 있다. 그러나 이와 같은 진동이 허용한도를

초과하면 불편감을 불러일으키고 특히 일상생활의 불 만족을 일으키게 된다. 또한 첨단산업단지 및 조그마한 진동도 허용되지 않는 정밀기계 등이 산업의 발달과 더불어 증가하고 있다. 이러한 의미에서 환경진동 문제는 매우 중요하고 이에 대한 대책이 절실히 필요하다.

현재 환경진동의 지반 내 전파문제에 관한 기존의 연구는 현장실험, FEM등의 수치해석에 의한 시뮬레이션

¹ 정희원, 대전대학교 건설시스템공학과 부교수 (Member, Associate Prof., Dept. of Civil Engrg., Daejin Univ., kilee@daejin.ac.kr)

* 본 논문에 대한 토의를 원하는 회원은 2007년 4월 30일까지 그 내용을 학회로 보내주시기 바랍니다. 저자의 검토 내용과 함께 논문집에 게재하여 드립니다.

및 그들을 조합한 형태의 연구가 주류를 이루었으며 모형실험에 대한 검토는 매우 적다. 현장실험은 실제의 상황을 계측하기 때문에 정확한 결과가 도출되지만 환경진동을 예측하기 위해서는 사전에 매개변수와 관련된 연구를 통해 그에 가장 적합한 시공조건 등을 찾을 필요가 있다. 그러나 현장실험에서는 시공하는 조건에 대해서 어느 정도 방진효과를 정확히 얻을 수 있는지에 대한 의문이 있으며, 방진효과의 예측이라는 측면에서 보면 다소 무리가 있다고 판단된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 현장실험을 대치할 수 있는 모형실험을 들 수 있고 이 조건을 사용해서 해석을 수행하고 이들의 결과를 비교하는 방법이 가장 적합하다고 생각된다.

환경진동의 지반내 전파에 착안하여 모형실험을 행한 예로는 공구, 지중벽(방진벽)을 대상으로 한 연구(Kobayashi, 1975), 森地 등(1964)의 구의 심도를 변화시켜 행한 실험 등이 있고 최근에는 早川 등(2000)의 중공콘크리트 벽을 사용한 진동차단공법에 관한 실험이 행해졌다. 이들의 모형실험은 실 지반에 대한 현상을 재현하고 있다고 말할 수는 없지만 π 정리에 의한 차원해석으로 상사법칙을 만족시키고 있다. 또한 축척 $1/n$ 의 모형지반에 중력의 n 배의 원심가속도를 주는 것으로 실지반의 응력상태를 재현하는 방법인 원심모형실험 방법(高田, 1987)을 이용한 연구가 있다. 그중 Semblat and Luong(1998)는 질량 500g의 철구를 높이 10cm에서 표면에 철구를 낙하시킨 장치(drop-ball arrangement)를 개발하고 철구가 지반의 지표면에 충돌할 때 발생하는 진동을 지반내에 설치한 가속도계로부터 파동전파현상을 조사했다. Siemer and Jessberger(1994)는 기계진동을 고려하여 원심가속도 30g장에서 모형지반상에 있는 기초에 충격하중을 주는 장치(down-hole method)를 개발하고 기초로부터 연직방향 및

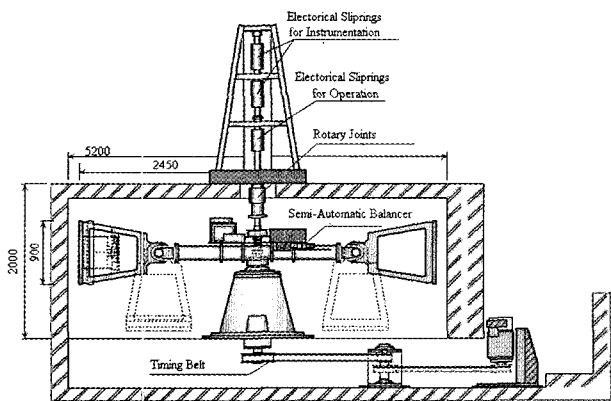
수평방향으로 전파하는 진동을 가속도계로 계측하였다. Cheney et al.(1990)는 기초를 직접 정상가진하고 원심모형에 있어서 용기측면에 실링재를 길게 붙여 반사하는 파의 저감방법에 대해서 검토하였다. 최근에는 Itoh et al.(2002)은 철구낙하장치를 개발하여 점가진 및 이동가진시 발생하는 환경전파특성 및 차단효과에 대하여 연구하였다.

본 연구는 고속열차주행으로 인해 발생할 수 있는 진동의 규모를 가장 효율적으로 차단할 수 있는 방법을 연구한 것이기 때문에 실 지반을 모사하기 위하여 입력하중은 28g의 철구를 이용하였고 원심가속도는 50g 상태에서 실험을 실시하였다. 이를 위해 기존의 원심모형실험 연구사례(竹宮宏和, 2002) 및 FEM해석(이강일의, 2003)결과 차단벽 재료는 지반과의 강성비가 가장 약한 재료(EPS)를 사용했을 경우 진동차단효과가 상당히 탁월하다는 연구결과를 얻었다. 따라서 이 재료를 바탕으로 진동원이 기초지반에 전달될 경우 지표면 파동전파 억제효과를 원심모형실험을 통해 연구한 것이다. 주 연구대상은 지반의 상대밀도를 변화시키고 차단벽의 형상을 원통형과 직사각형 타입으로 나누어 각 타입별 차단벽심도 및 차단벽길이를 변화시켜 EPS 차단벽의 방진효과에 대하여 연구하였다.

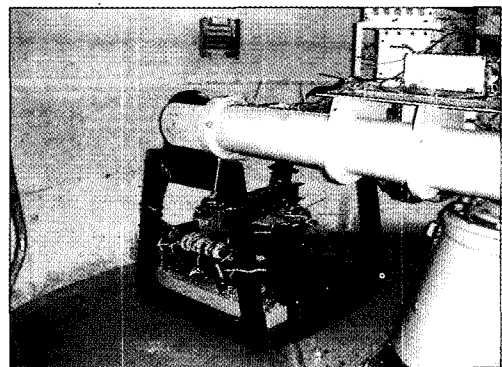
2. 실험장치 및 실험방법

2.1 원심모형장치

본 연구에 사용한 실험장치는 일본의 동경공업대학교목공학과 지반공학연구실 소유인 원심모형실험장치(TIT markIII centrifuge)를 사용했다(그림 1 참조). 본 장치의 회전반경은 2.32m, 최대회전수 300rpm, 최대탑재질량 600kg, 최대탑재능력은 50Gton이다. 실험은 원심가속도



(a) 모식도(단위:mm)



(b) 모형장치 탑재 외관

그림 1. 원심모형실험장치(TIT markIII centrifuge)

50g의 일정가속도장에서 실시하였다. 그 이유는 모형실험 장치를 실 축척으로 환산했을 경우 실제 현장의 규모를 고려한 것이다. 즉, 실 지반의 차단벽 심도(D)가 10m이면 모형지반은 $10m/50g=0.2m$ 를 의미한다. 이하 실험에 대한 모든 치수 표기는 실 축척으로 환산하여 나타내었다.

2.2 모형토조 및 철구낙하장치

모형토조는 그림 2와 같이 내경 435mm, 높이 400mm (모래지반 높이 340mm)의 강제원통형 토조이고 토조의 측면과 저면에는 파동의 반사를 억제할 목적으로 두께 10mm의 스폰지를 설치했다. 본 연구에서 사용한 철구낙하장치(multiple ball dropping system)의 상세도는 그림 3에 나타내었다. 본 장치는 구동부의 모터(Oriental Motor Co., Ltd GVH5G50), 지반에 진동을 전달하는 철구(직경 19.8mm, 질량 28g), 철구를 낙하시키는 슬릿드가 부착된 슬라이드판, 코리올리(coriolis) 힘의 영향을 제어하는 가이드 등으로 구성되어 있다. 낙하기구는 모터의 회전운

동을 크랭크 기구를 통해서 직선운동으로 변화시키고 10mm 간격으로 20mm×20mm의 슬릿드가 열려 있는 슬라이드 판이 이동하기 때문에 슬릿드 위에 있는 철구가 낙하게 된다. 기초는 그림 3의 확대부와 같이 직경 30mm의 알루미늄재로 내부에 가속도계(CBC111BW, CBC Material Co., Ltd.)가 매설되어 있고 기초중량은 48.5g이다. 또한 철구의 낙하부에는 충격을 흡수할 목적으로 5mm두께의 충격 흡수재(Sorbothane Ltd.)를 부착했다. 본 연구에서 사용된 철구의 질량 및 기초규모 등은 서론에서도 언급한 바와 같이 고속열차속도 주행시 발생할 수 있는 진동의 규모를 모사하기 위한 크기를 고려하여 결정된 값이다.

2.3 재료특성

본 연구에 사용된 재료는 지반조건으로 건조상태의 Toyoura sand($G_s=2.63$, $e_{max}=0.961$, $e_{min}=0.593$)를 사용하였으며 차단벽 재료로는 EPS(expanded poly-styrol)재료를 이용하였다. 이 두 재료의 역학적 특성은 표 1과 같

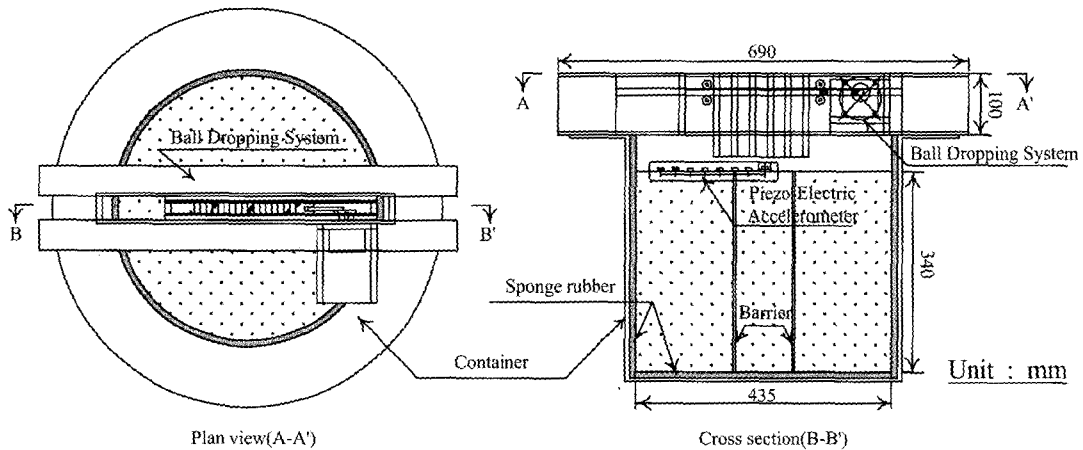


그림 2. 모형토조 실험장치 외관(평면도 및 측면도)

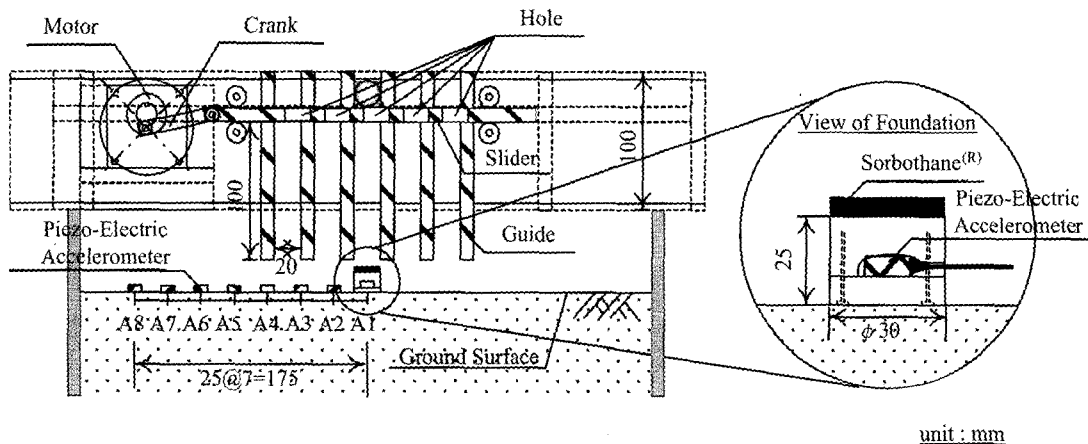


그림 3. 철구낙하장치 및 기초부 상세도(multiple ball dropping system)

으며 지반과 차단벽과의 강성비(β)는 약 0.1배이다.

2.4 시험종류

본 연구에서 실시한 실험은 FEM에 의한 매개변수 연구결과(이강일 외, 2003) 및 기존의 연구 결과 등으로부

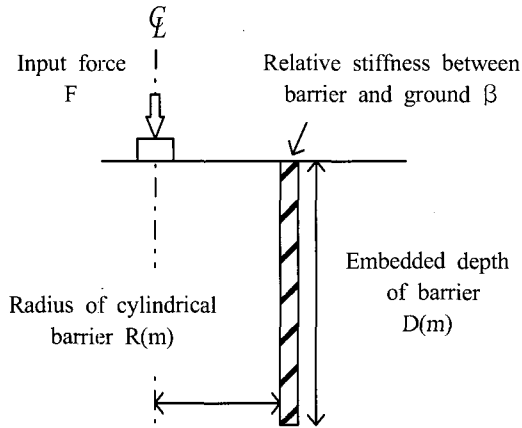


그림 4. 진동차단과 연관성이 있는 매개변수

터 진동차단과 관련된 매개변수는 그림 4와 같이 ① 타설심도(D), ② 진원까지의 거리(R), ③ 벽과 지반과의 강성비($\beta = G_B/G_G$), ④ 입력하중(F), ⑤ 벽재와 지반과의 마찰 등과 같이 5가지로 압축할 수 있다. 그러나 본 연구에서는 실험상의 제약조건 때문에 입력하중은 충격파(철구낙하)를, 차단벽재와 지반과의 마찰은 무시, 진원으로부터 차단벽재까지 거리는 2.5m로 고정하였다. 또한 차단벽과 지반과의 강성비는 차단벽을 EPS를 사용했기 때문에 $\beta < 1$ 로 하고 표 2와 같이 원통형의 경우는 차단벽의 심도(D)를 변화시키고 직사각형인 경우는 차단벽의 심도를 10m로 고정된 상태에서 차단벽의 길이(L)만을 변화시키는 조건으로 실험을 수행하였다.

3. 점가진시 EPS 차단벽의 방진효과

3.1 시험절차

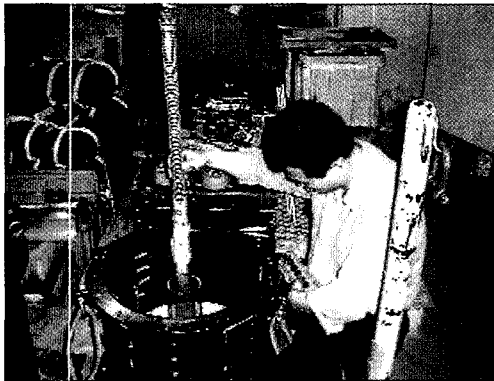
지반은 건조상태의 Toyoura sand를 그림 5와 같이 공중

표 1. 차단벽재 및 모래의 역학적 특성

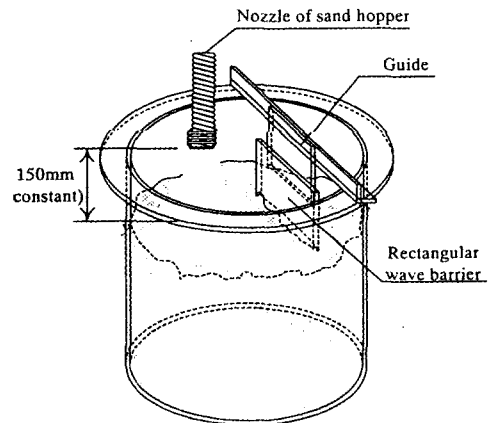
	건조단위중량 $Y_d(\text{kN/m}^3)$	전단계수 $G(\text{MN/m}^2)$	파의 임피던스 A	차단벽과 지반의 강성비 $\beta = G_B/G_G$
EPS	0.12	1.11	0.007	약 0.1
Toyoura sand($D_r=80\%$)	15.4	17.9	1	-

표 2. 원통형 및 직사각형 차단벽의 실험종류

원통형 EPS 차단벽				직사각형 EPS 차단벽		
차단벽심도 D(m)				차단벽길이 L(m) 단, 차단벽 심도는 10m로 고정		
2.5	5.0	10.0	17.0	6.0	10.5	15.0
○	○	○	○	○	○	○
비고	차단벽심도가 10m일 경우 모형실험의 치수는 10m/50g=0.2m 임					



(a) 원통형 차단벽의 예



(b) 직사각형 차단벽의 예

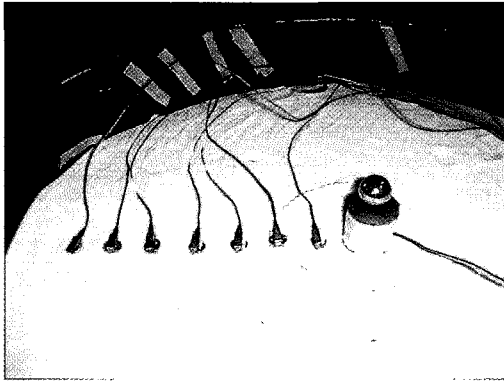
그림 5. 모형장치에 모래지반 조성 상황 및 단면도

낙하법으로 상대밀도(D_r)가 60% 및 80%가 되도록 만든다. 계측은 압전형 가속도계(山一電機(株) CBC111BW)를 그림 3 및 그림 6과 같은 위치에 설치하고, 낙하시킨 철구에 의해 기초에 입력한 충격가진으로 지반내의 파동전달을 측정하였다. 측정은 상, 하 방향의 가속도를 압전형 가속도계에 의해 진원으로부터 25mm 간격으로

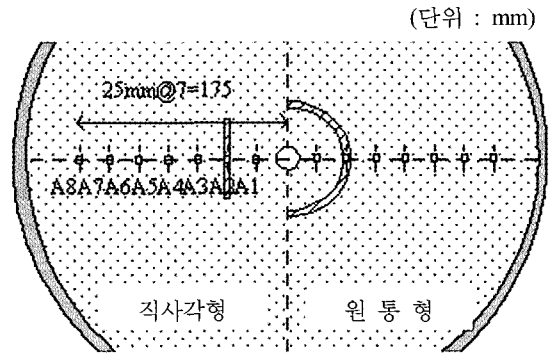
총 8개 지점에 대하여 측정하였다.

3.2 지표면 파동전파

본 연구에서 무대책 지반의 각 지점에서의 파동전달 시간으로부터 파동전파 속도는 그림 7의 (b)와 같이 파의

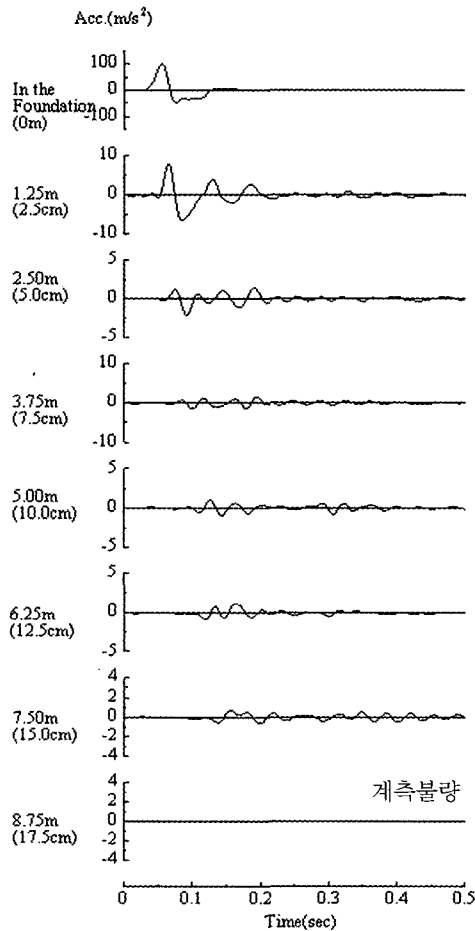


(a) 원통형 차단벽일 경우

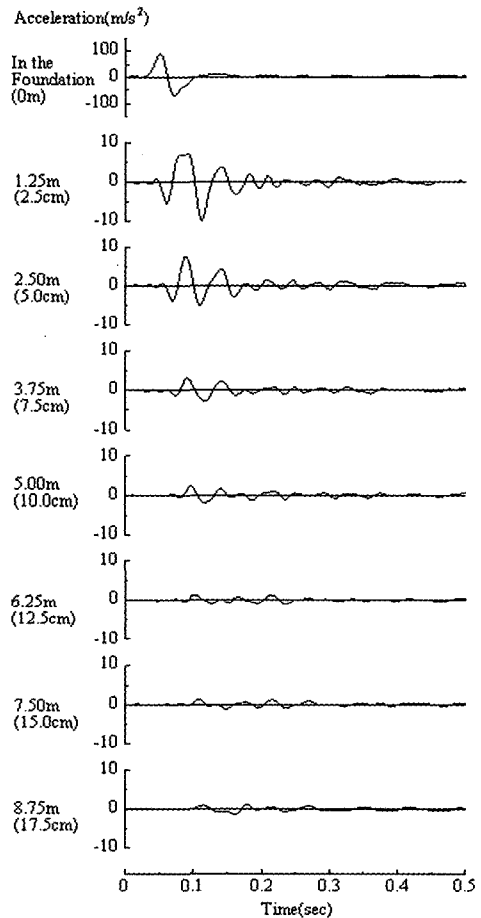


(b) 직사각형 및 원통형 차단벽일 경우

그림 6. 차단벽의 계측기 설치 예



(a) 무대책지반(상대밀도 $D_r=60\%$)



(b) 무대책지반(상대밀도 $D_r=80\%$)

그림 7. 상대밀도 차이에 의한 지표면 파동전파 상황

도달 시간의 차($\Delta t=0.007\text{sec}$)와 거리의 차($\Delta s=1.25\text{m}$)로부터 파동전파속도를 추정하면 $V(\Delta s/\Delta t)=178.6\text{m/sec}$ 이고, 가속도 파형의 푸리에 해석으로부터 탁월주파수는 20Hz (Itoh, 2002)이다. 따라서 본 연구에서 적용한 파장 $\lambda=8.9\text{m}$ 에 해당하는 진동규모이다(Itoh etc, 2002).

그림 7은 상대밀도 차이에 의한 지표면 파동전파상황을 계측기 설치 위치별(A1~A8)로 시간에 따른 가속도 관계를 나타낸 것이며, 그림 8은 차단벽 형상의 차이에 의한 파동전파상황을 차단벽의 심도(D)가 10m인 경우에 대하여 나타낸 것이다.

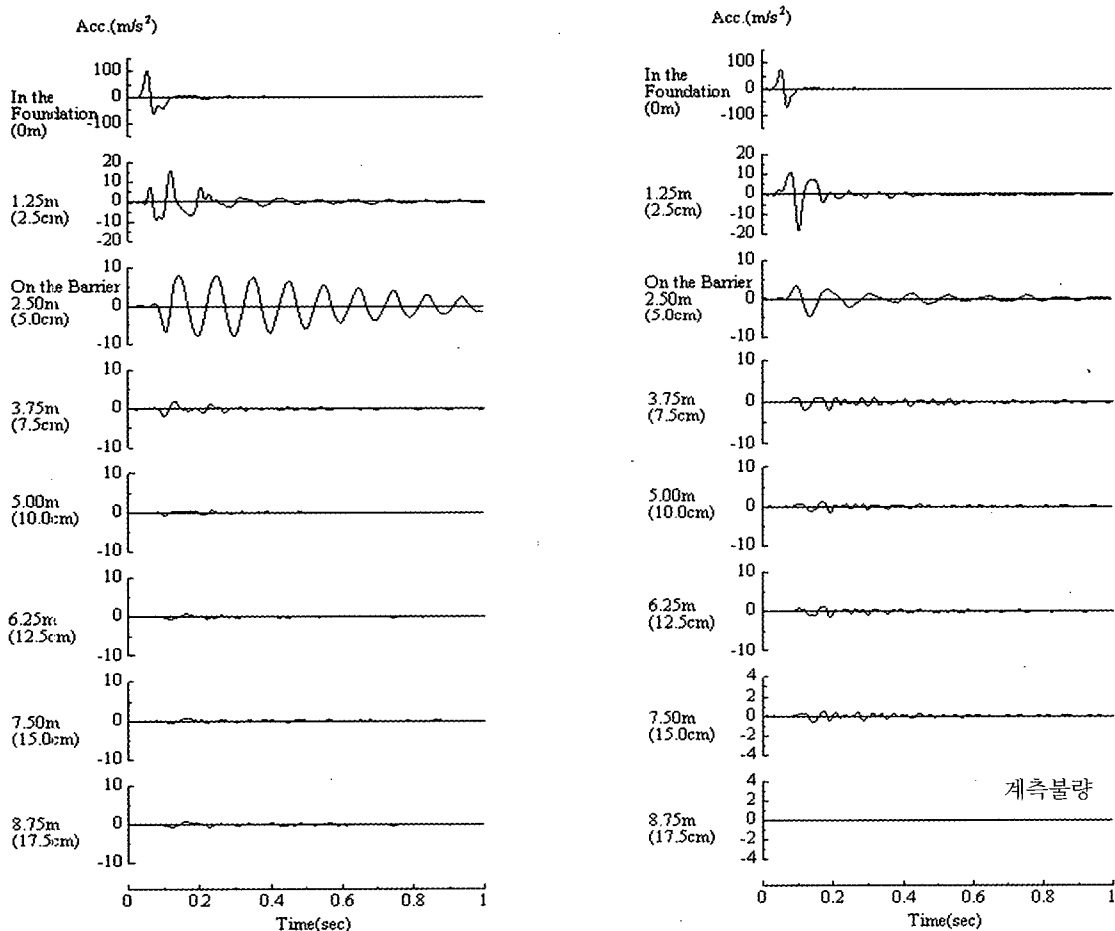
그림 7에서 알 수 있듯이 무대책 지반의 경우는 진원(기초부)에서 멀어질수록 점진적으로 진동의 감쇠현상이 발생되는 전형적인 현상을 보이고 있으며 상대밀도가 60%인 경우가 80%인 경우에 비해 가속도의 전파가 상당히 감소하고 있다. 이는 상대밀도가 느슨할수록 지반의 진동전달이 더 지연됨을 알 수 있다.

그림 8과 같이 EPS를 타설한 대책지반의 경우는 차

단벽이 설치된 지점(2.5m)인 차단벽에서는 진동의 흡수 현상이 발생되고 있다. 그러나 이후의 계측지점에서는 진동의 감쇠현상이 확연히 나타나고 있다. 또한 원통형과 직사각형 차단벽의 차이에 의한 입력파형에 대해서는 거의 동등의 파형인 것이 확인되었다. 그러나 두 결과 차단벽이 설치된 위치(2.5m)에서 파동의 전파상황이 확연히 다르게 계측되었다. 즉 원통형 차단벽에서는 입력 후 1.0초까지는 자유감쇠진동을 하는 파형을 보이는 반면 직사각형 차단벽에서는 약 0.8초 이후에는 진동이 거의 나타나지 않았다. 한편 차단벽 설치 이후의 가속도 파형은 직사각형 차단벽의 쪽이 약간 크지만 거의 대동소이하다.

3.3 차단벽이 원통형인 경우의 방진효과

차단벽이 EPS 재료(내경 4.5m, 외경 5.5m, 두께 0.5m)이고 그 형태가 원통형인 경우에 대한 방진효과를 알아



(a) 원통형차단벽(차단벽두께 0.5m×차단벽심도 10m)

(b) 직사각형차단벽(차단벽길이 6m×차단벽두께 0.5m×차단벽심도 10m)

그림 8. 차단벽 형상의 차이에 의한 지표면 파동전파 상황(D=80%)

보기 위하여 EPS 차단벽의 심도가 2.5, 5.0, 10.0, 17.0m 인 경우에 대하여 원심모형실험을 실시하였다.

그림 9는 상대밀도가 60% 및 80%인 경우에 대하여 차단벽재의 심도에 따라 기초에 충격하중을 가했을 경우 거리별 최대가속도의 결과를 나타낸 것이며 상호 비교를 위해 무대책 지반인 경우의 결과도 함께 나타내었다.

본 결과에 의하면 상대밀도가 80%인 경우에 비해 60%인 경우가 최대가속도의 거리감쇄가 다소 크게 나타나고 있으며, 타설심도에 의한 경향은 비슷하다. 또한 상대밀도와 관계없이 차단벽을 설치하기 직전까지는 무대책 지반과 비슷한 실험 결과가 얻어졌지만, 차단벽을 설치한 지점 및 그 이후부터는 최대가속도는 모든 경우에 있어서 감소하고 있는 양상이 확인되었다.

상대밀도가 60%인 경우(그림 9(a))의 특이사항은 타설심도가 2.5m인 경우는 대부분 무대책 지반의 결과와 비슷하지만 차단벽을 설치한 지점에서 유일하게 진동이 감소하고 있다. 또한 대부분 차단벽의 타설심도가 클수록 무대책지반에 비해 진동차단효과가 더 크게 발휘되고 있음을 알 수 있다.

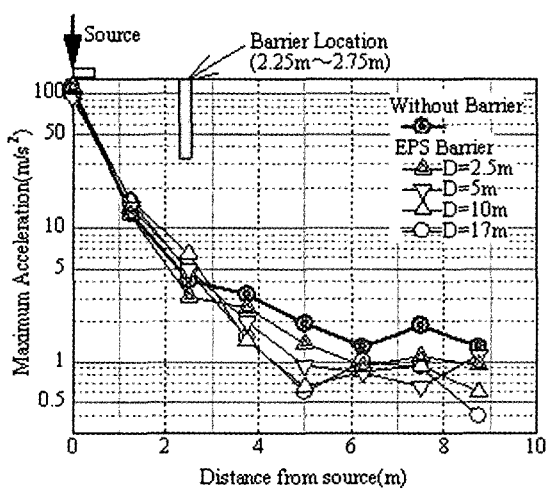
상대밀도가 80%인 경우(그림 9(b))는 타설심도가 2.5m인 경우는 진동차단벽을 설치한 지점에서는 무대책 지반에 비해 진동이 크게 감소되었다가 그 이후 무대책지반과 비슷하다가 8.75m에서는 오히려 무대책 지반에 비해 진동이 증가하고 있어 타설심도가 얇은 경우는 진동저감효과가 잘 나타나지 않았다. 이는 차단벽의 타설심도가 파장 $\lambda=8.9m$ 보다 훨씬 적기 때문으로 판단된다. 그러나 타설심도가 5m에서는 전 층을 차단벽으로 설치

한 $D=17m$ 의 결과와 유사한 저감효과가 나타나고 있다는 점은 대단히 주목되지만 6.25m지점 이후부터 다시 진동이 증가하는 현상이 나타났는데 이는 파장 λ 또는 계측상의 약간의 오류로 판단된다. 이 부분에 대해서는 향후 추가 연구를 통해 확인해 볼 필요가 있다.

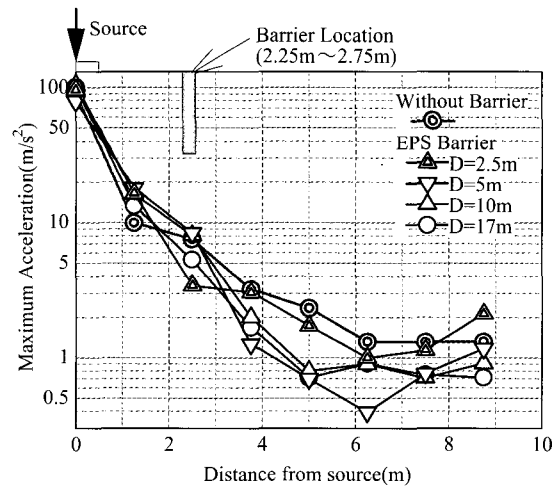
Woods(1968)는 공동구를 사용한 현장실험에서 진폭비라고 하는 지표를 사용해서 결과를 정리하였다. 이 진폭비는 대책후의 최대진폭을 대책전의 최대진폭으로 나누어 무차원화 한 값으로 $R_A=0.25$ 이하가 되면 공동구 설치의 효과가 있다고 하였다.

본 연구에서도 이와 같은 연구결과를 이용하여 정리하였다. 그림 10은 상대밀도가 80%인 지반조건에서 가속도 진폭비 R_A 와 거리와의 관계를 나타낸 것이다. 차단벽으로부터 진원에 가까운 부분에서는 EPS 타설심도와 관계없이 모든 실험 조건에서 증폭하는 경향을 보였다. 그러나 차단벽 설치부 이후의 3.75m에서 7.5m 부근까지의 진폭비는 $R_A=0.5$ 이상 정도가 되어 어느 정도의 저감은 기대가 된다고 생각된다.

또한 그림 11은 차단벽 이후의 위치(3.75m)에 있어서 진폭비 R_A 와 타설심도 D 를 파장 λ 로 무차원화 한 값(D/λ)의 관계를 나타낸 그림이다. 이 결과에 의하면 거의 대부분이 $D/\lambda=0.3$ 에서는 진폭비가 1.0전후에 있는 반면 $D/\lambda=0.6$ 이후에서는 진폭비가 0.5전후가 되고 있음을 알 수 있다. 이 결과는 실제 시공시 타설심도는 파장의 0.6 배 정도의 길이는 필요하다는 것을 의미한다. 이것은 Woods(1968)의 연구결과와 양호한 대응을 보이고 있다.



(a) EPS 차단벽($D_r=60\%$)



(b) EPS 차단벽($D_r=80\%$)

그림 9. 상대밀도별 EPS차단벽의 최대가속도-거리관계

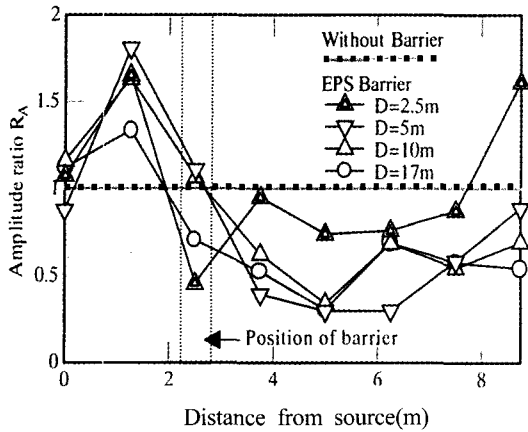


그림 10. R_A -거리관계($D_r=80\%$)

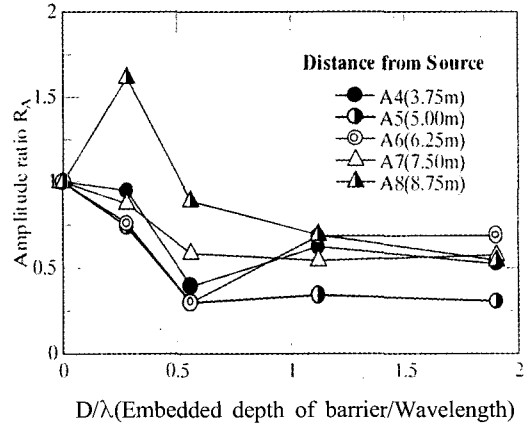


그림 11. 차단벽 이후에서 R_A-D/λ ($D_r=80\%$)

3.4 차단벽이 직사각형인 경우의 방진효과

차단벽이 직사각형인 EPS재료(차단벽심도 10.0m, 차단벽두께 0.5m)에 대하여 방진효과를 알아보기 위하여 EPS 차단벽의 길이가 $L=6.0, 10.5, 15.0$ m인 경우에 대하여 점가진 실험을 실시하였다. 계측기 배치도는 그림 6(b)의 좌측과 같고 원통형 차단벽과 함께 나타내었다. 또한 각 지점에서의 대표적인 가속도 시간이력은 그림 8(b)과 같다. 그림 12는 차단벽이 직사각형인 경우에 대하여 각각의 최대가속도-거리관계를 나타낸 것으로 무대책 및 원통형 차단벽인 경우도 함께 나타내었다. 그림에서 알 수 있듯이 차단벽 위에서의 거동이 그 형상에 따라서 크게 변화하고 있는 것을 알 수 있다. 즉, 원통형 차단벽에서는 차단벽 위에서는 무대책과 동등하게 나타나지만 직사각형 차단벽의 경우는 대부분 진동이 차단벽의 길이가 클수록 더 크게 저감하고 있

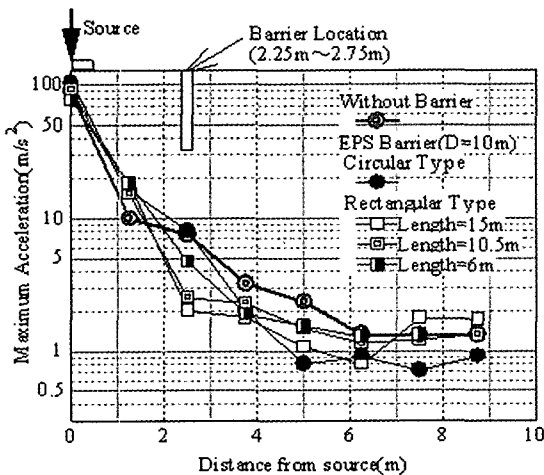


그림 12. 차단벽의 형상의 차이에 의한 최대가속도-거리관계($D_r=80\%$)

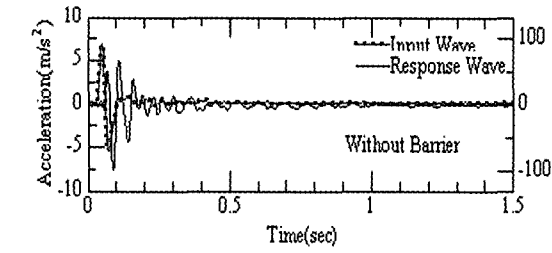
다. 그러나 차단벽 이후의 지점에서 부터는 직사각형에 비해 원통형 차단벽의 경우가 더 크게 진동이 저감하고 있음을 알 수 있다. 또한 직사각형인 경우 차단벽 이후의 최대가속도 값은 차단벽의 길이 L 에 그다지 큰 영향이 나타나지 않았다. 즉 직사각형 차단벽의 길이로 인한 진동저감효과는 잘 나타나지 않고 있음을 의미한다. 그러나 차단벽의 길이가 15m인 경우 6.25m 지점 이후 부터는 오히려 진동이 약간 증가하는 현상이 발생하였는데 이는 모래지반 조성과정이나 또는 계측상의 약간의 오류로 판단되며 추가 실험을 통해 확인해볼 필요가 있다.

그림 13은 차단벽을 설치한 지점(2.5m)에서의 가속도-시간이력을 입력가속도(그림 13의 우측 좌표)와 함께 나타내었다. 원통형 차단벽에서는 진동이 자유진동해서 진동이 감소하는 거동을 나타내고 있는 반면 직사각형 차단벽에서는 무대책(그림 13(a))에 비해서 크게 저감하고 있다. 또 차단벽의 길이 L 에 착안하면 L 가 짧을수록 원통형 차단벽에 가까운 경향을 나타내었다.

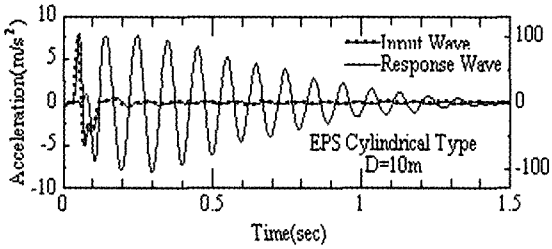
그림 14는 차단벽에서의 최대가속도와 최대입력가속도와의 비인 R_A 와 직사각형 차단벽의 형상비인 L (차단벽의 길이)/ R (진원까지의 거리)와의 관계를 나타낸 것이다. 본 결과에 의하면 진동원과 차단벽 사이는 직사각형 형상비(L/R)가 증가함에 따라서 R_A 가 점점 감소하는 경향을 보였다.

4. 결론

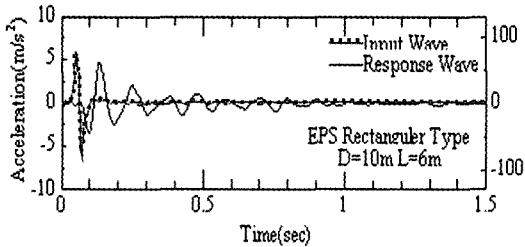
본 연구는 지표면에 충격하중이 가해졌을 경우 지반 내 전달되는 전파경로를 효율적으로 차단할 수 있는



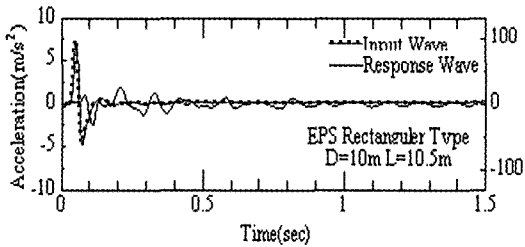
(a) 무대책 차단벽



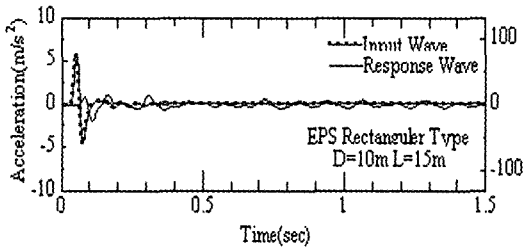
(b) EPS 원통형 차단벽(D=10m)



(c) EPS 직사각형 차단벽(D=10m, L=6m)



(d) EPS 직사각형 차단벽(D=10m, L=10.5m)



(e) EPS 직사각형 차단벽(D=10m, L=15m)

그림 13. 차단벽의 형상의 차이에 의한 차단벽 위에서의 가속도-시간 관계(D=80%)

EPS 차단벽 재료에 대하여 원심모형실험을 실시하였으며 이를 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

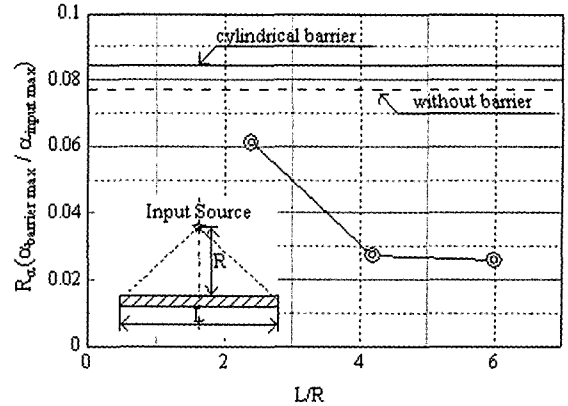


그림 14. 진동원과 차단벽사이의 R_a 와 L/R

- (1) 무대책 지반에 충격하중이 주어졌을 경우는 상대밀도가 60%인 경우가 80%인 경우에 비해 가속도의 전파가 상당히 감소하고 있다. 이는 상대밀도가 느슨할수록 지반의 진동전달이 더 지연됨을 알 수 있다.
- (2) EPS를 타설할 대책지반의 경우는 차단벽 위에서 진동의 흡수현상이 발생된 후 그 이후의 계측지점에서는 진동의 감쇠현상이 확연히 나타나고 있다.
- (3) 원통형 차단벽의 경우 $D/\lambda=0.6$ 이후에서는 진폭비가 0.5전후로 나타났다. 이는 실제 시공시 타설심도는 파장의 0.6배 정도의 길이는 필요하다는 것을 의미한다.
- (4) 차단벽이 직사각형인 경우 차단벽 위에서는 차단벽의 길이(L)으로 인한 효과가 잘 나타나고 있지만 그 이후의 위치에서는 차단벽의 길이로 인한 진동저감 효과는 잘 나타나지 않았다.
- (5) 차단벽 위에서 차단벽의 형상에 의한 차이는 원통형 차단벽의 경우는 무대책지반과 거의 비슷하게 나타나지만 직사각형 차단벽의 경우는 대부분 무대책지반에 비해 진동이 크게 저감하고 있다

감사의 글

“이 논문은 2006학년도 대전대학교 학술연구비 지원에 의한 것” 으로 이에 감사드립니다.

참고 문헌

1. 이강일, 日下部 治, 이진수, 김찬기, 정중범 (2003), “지반진동의 저감효과에 영향을 미치는 매개변수연구”, *대한토목학회논문집*, 제23권, 제5C호, pp.299-307.
2. 高田直俊, 日下部治 (1987), “講座「遠心模型實驗」3. 原理”, *土*

- と基礎, Vol.35, No.12, pp.89-94.
3. 森地重暉, 江口和人 (1964), “地盤内の波動傳播問題に對するゲル狀材料を用いた一模型實驗方法”, 土木學會論文集, No.489/I-27, pp.197-206.
 4. 竹宮宏和 (2002), “環境振動における地盤内の波動傳播と振動對策”, 基礎工, Vol.30, No.1, pp.8-11.
 5. 早川清, 漆原勇, 松原範華, 可兒幸彦 (2000), “壁體modelを用いた振動遮斷效果に關する實驗”, 第35回地盤工學研究發表會, pp.151-152.
 6. Cheney, J. A., Brown, R. K., Dhat, N.R. and Hor, O. Y. Z. (1990), “Modeling free-field conditions in centrifuge models”, *Journal of the Geotechnical. Eng.*, ASCE, Vol.116(9), pp.1347-1367.
 7. Itoh, K., Koda, M., Lee, K. I., Murata, O., and Kusakabe, O. (2002), “Centrifugal simulation of wave propagation using multiple ball dropping system”, *International Journal of Physical Modelling in Geotechnics*, Vol.2, No.2, pp.33-51.
 8. Kobayashi. Y. (1975), “Influence of ground vibration cause by construction and its isolation methods”, *Kajima Institute Publishing*, pp.65-68.
 9. Semblat, J. F., and Luong, M. P. (1998), “Wave propagation through soils in centrifuge testing”, *Journal of Earthquake Engineering*, Vol.2, No.1, pp.147-171.
 10. Siemer, Th., and Jessberger, H. L. (1994), “Wave propagation and active vibration control in sand”, *Proceeding of International Conference on Centrifuge Modeling-Centrifuge94*, Balkema, Singapore, pp.307-312.
 11. Woods, R. D. (1968), “Screening of surface waves in soils”, *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Engineering*, ASCE, Vol.94, No.SM4, pp.951-979.

(접수일자 2006. 5. 30, 심사완료일 2006. 10. 13)