

立命館大学大学院理工学研究科

学生会員 ○橋本 佳奈

立命館大学理工学部

フェロー会員

早川 清

日本コンクリート工業(株)

フェロー会員

可児 幸彦

1. はじめに

建設現場での大型重機による作業、列車・自動車の高速走行、工場の大型生産機械の稼動になどの人工振動源から発生される地盤振動が、近年、環境問題として注目されてきている。地盤振動の対策法は、発生源・伝播過程・受振部のそれぞれの過程で考えられる。そこで本報告では、伝播経路における地中壁の利用に着目している。その中でも、幾つかの現地調査事例により有効性が確認されている、空溝および中空部を有するコンクリート製構造部材のPC壁体を利用し、防振壁の施工位置の違いによる地盤振動遮断効果を野外中規模実験において検証した。

2. 防振壁による野外中規模実験実験

2. 1 実験対象領域の概要および実験方法

測定はBKCキャンパス内エクセル3（土質実験室）前の敷地にて行い、対象領域は縦幅420（cm）×横幅275（cm）の測定敷地であり、測点配置、空溝作製位置を図-1に示す。振動計測敷地内の土質状況として、採取試料の含水比は24.0（%）、湿潤密度1.95（g/cm³）、乾燥密度1.57（g/cm³）、波動伝播速度（SH波）149（m/s）であった。縦幅60（cm）×横幅275（cm）×深さ150（cm）の空溝を測点No.②と測点No.③の間に作製し、この空溝に正方形（15cm×15cm）×長さ150（cm）・中空部内径10（cm）のコンクリート製PC壁体を12本埋設して振動実験を行った。使用PC壁体の埋設断面図を図-2に示す。

振動測定には、振動レベル計を6台使用し、重さ5（kgf）の重錘を定位置1（m）の高さから自由落下させ、このとき発生する振動加速度レベル（VAL）の鉛直成分を測定した。計測方法は、測点間隔を縦60cm×横55cmで6測点、6ラインで配置し、壁体の埋設段階を空溝底部から50cm・100cm・150cmの3段階に別け、各段階において振動計測を行った。A～Fで加振したときおよびG～Lで加振したときの振動を各測点ごとに測定し、同一ラインの距離減衰を比較する。この一連の作業を、中空の状態、壁体の中空部に充填物（土・水）を入れた状態で行い、自然地盤、空溝での状態で行ったデータと比較することにより、振動軽減効果の検証を行う。

2. 2 結果および考察

2. 2. 1 各防振壁材に着目した振動加速度レベルの距離変化

PC壁体による効果を比較するために、測点1における振動加速度レベル値を同一レベルとし、加振点A～Lのラインでの振動加速度レベルの距離変化を比較した。代表例として、加振点Dと加振点Jのグラフを図-3に示す。ここでは、PC壁体の効果を、自然地盤および空溝のものと比較して検討している。防振壁と加振点間の距離が近い加振点Dのグラフでは、空溝、PC壁体共に壁体背後の測点における振動値が約20dB以上減少している。

一般に、加振点付近に施工される遮断壁は、P波やS波などの実体波の遮断に有効であることが知られている。従って、今回の衝撃加振実験により発生させられた振動に効果的に作用したと考えられる。一方、防振壁と加振点間の距離が遠い加振点Jでは、壁体設置位置以前で加振源からの波動と壁体側面からの反射波の干渉による振動値の増減が見られる。

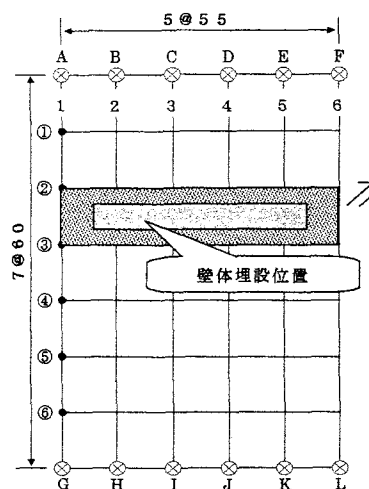


図-1 測点配置図

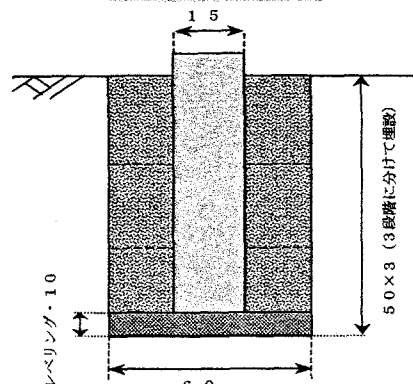


図-2 壁体の埋設断面図

そして、壁体背後では空溝、PC 壁体共に振動値の減少は約 8 dB 程度であった。この原因として、壁体までの距離が長いことから、波動が壁体に入射する以前に低周波成分を多く含む表面波（レイリー波）となり遮断されにくくなったためと推察される。

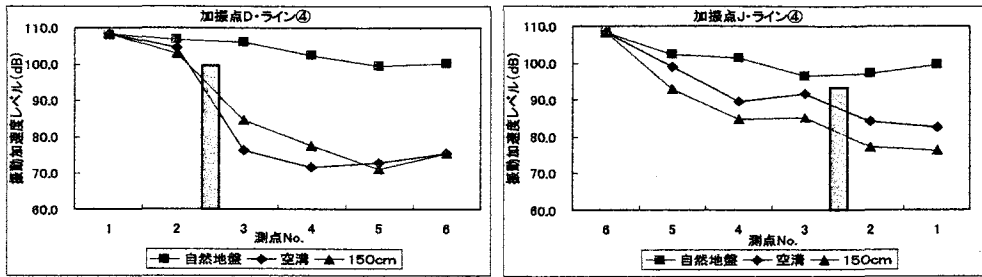


図-3 PC 壁体に着目した距離減衰特性

2. 2. 2 各埋設段階における低減量の比較

図-4 は、縦軸に振動低減量、横軸に各埋設段階をとり空溝部分および壁体の埋設深さごとの振動遮断効果を比較したものである。ここでの振動遮断量は、壁体設置前後の振動加速度レベルの差である。この図より、全体的に 100 cm（壁体埋設部分 100 cm、空溝部分 50 cm）のとき、一番低減効果が現れており、空溝のときよりも 10 dB、150 cm のときよりも約 15 dB 多く低減しているのが解る。この原因として、空溝および壁体側面からの反射波と加振源からの波動との干渉により相乗効果が生じたのではないかと考えられる。上述より、壁体の埋設深さと空溝深さと振動低減量の特定の関係があると推察される。

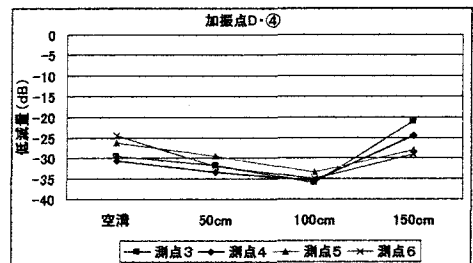


図-4 各埋設段階の振動遮断効果

2. 3 振動軽減効果の評価

2. 3. 1 コンクリート壁およびガスクッション壁との比較

Ahmad¹⁾ は FEM 解析により、振幅軽減比: A_r 値とレイリー波長で無次元化した地中壁背後からの距離: $R=L/\lambda$ （ここで、 L : 地中壁背後からの距離、 λ : レイリー波の波長）との関係を図示している。この関係図に筆者の実測結果をプロットして比較したものが図-5 である。

加振点 A~F の実測値より加振点 G~L の実測値のほうが少し上方に分布しているのがわかる。したがって、加振点 A~F は主動的遮断になり実体波を主に遮断し、加振点 G~L は受動的遮断でレイリー波を遮断していることがわかる。ゆえに、受動的遮断よりも主動的遮断における振動遮断効果の大きいことが十分理解される。

3. まとめ

PC 壁体を用いた振動遮断効果を野外における中規模実験を通して検討し、考察してきた。以下に本研究の結論を述べる。

- (1) 防振壁と加振点間の距離が近い場合と遠い場合の PC 壁体は、P 波や S 波よりも表面波のほうが遮断されにくい。従って、受動的遮断よりも主動的遮断における振動遮断効果の大きいことが十分理解される。
- (2) 各埋設段階の低減量比較より、全体的に 100 cm のとき一番低減効果が現れている。このことより、壁体の埋設深さと空溝深さと振動低減量の特定の関係があると推察される。
- (3) PC 壁体の実験結果がほぼガスクッション壁とコンクリート壁の計算値の中間部に位置していることから、中空を有する PC 壁体が壁体部分の剛性による振動遮断効果と中空部における空溝的な遮断の両方における効果を持ち合わせていると考えられる。

参考文献: 1) S.Asmad and T.M. Al-Hussaini : Simplified design for vibration screening by open and in-filled trenches, J.Geotech. Eng. Div. ASCE 117-1, pp.67-88.

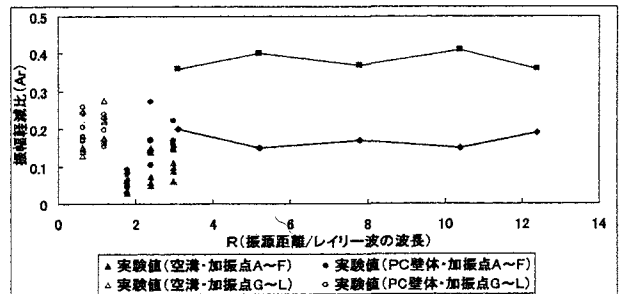


図-5 実測値と Ahmad による計算値との比較