比較的硬質な液状化性地盤上での鋼矢板2重壁構造の挙動検証

新日鐵住金(株) 正会員 ○乙志和孝,吉原健郎,藤原覚太 (株)技研製作所 正会員 安岡博之,古市秀雄

1. はじめに

海岸・河川堤防等の盛土構造物では、地震時には基礎地盤や堤体自体の液状化、ストレッチング変形による堤体の沈下・損傷が、津波等の越流時には土構造物が崩壊し破堤することにより堤内側に甚大な被害の発生が懸念される。これら地震や越流に対しても安定性が確保され堤防機能が維持される「粘り強い」構造として鋼矢板を用いた2 重壁構造の研究が行われ^{例えば 1}実用にも供されている。先般の東北地方太平洋沖地震時には、岩手県釜石市で工事用仮設体として供用されていた本構造が、壁体をはるかに上回る津波の被災を受けても倒壊せず残存していたことが報告されている²⁾。鋼矢板2 重壁構造は、非液状化層に根入れするのが一般的であるが、L2 レベルの設計震度を考慮すると比較的硬質な地盤(N値20程度)であっても深部まで液状化すると判定されることがあり、このような場合には対策に係る費用が膨大となり非合理的である。ここでは、比較的硬質な液状化性地盤内に根入れをとどめる鋼矢板2 重壁構造の挙動を振動台模型実験(1G)にて検証したので主な結果を報告する。

2. 実験条件

実験は剛土槽(幅 2800×高さ 845×奥行き 695mm)を用い, 実験模型は図1に示す寸法で、液状化層を水中落下法で作製 し、その後盛土層を構築した。盛土形状は堤防等の一般的な 実構造規模を想定し(天端幅 7.0m, 堤体高さ 8.0m, 法勾配 1:1.5), 想定したモデル断面に対して実験上の幾何縮尺 λ=1/25 を考慮して設定した。実験ケースは表1に示すとおりで、矢 板模型には一般的に用いられる鋼矢板 4w 型を想定し, 模型実験 に係る相似則(Iai, 1988)から実験で用いる鋼矢板の曲げ剛性が 合うように鋼板の板厚を設定した。タイロッド模型には φ4mm の丸鋼を, 隔壁設置ケースでは隔壁に引張方向の荷重を伝達す る機能と、堤軸方向の締切り効果を確保しつつせん断変形をあ る程度許容する条件を勘案し、矢板模型よりも板厚の薄い鋼板 を溶接し簡易化した(写真1)。実験で入力した加振波形を図2に示 す。今回の実験では、中央防災会議(2003)で想定される一地点の東 南海・南海連動型地震の水平地震動を対象に、模型実験に関する 相似則(Iai, 1988)を考慮し時間スケールを調節した波形を用いた

(元波形は継続時間 ⊨120sec)。実験での挙動を明確にするため図
2 に示す波形を基に加速度振幅を 2 倍,3 倍とした波形も準備し,
1 つの模型に対して水圧の消散を確認してからステップ加振を行



った。さらに、本震後地盤の過剰間隙水圧が完全に消散する前に余震が来る厳しい 条件を仮定し、加速度振幅を4倍にした波形を2連続で作用させ挙動を確認した。

矢板板厚

(mm)

45

4.5

表1 実験条件

| | ~ | | 1 |
|---|----|---|---|
| | | 7 | |
| | | | |
| | | | |
| K | 14 | | |

写真1 隔壁模型

Key Words; 堤防, 鋼矢板, 二重壁, 液状化, 防災, 模型実験

実験ケース

無対策

鋼矢板2重壁

鋼矢板2重壁(隔壁有)

Case-A

Case-B

Case-C

連絡先;〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 Tel: 03-6867-6357 Fax: 03-6867-4931

隔辟板厚

(mm)

2.3

-5-

盛十層

 $v_t (kN/m^3)$

14.2

142

14.1

液状化層

Dr (%)

54.4

539

55.3

vt (kN/m3)

19.0

19.0

19.1

3. 実験結果

各ケースにおける入力波形の最大加速度と堤体天端の沈下量との 関係を図3に示す。無対策(Case-A)では、加速度振幅2倍時から堤 体の沈下が生じ、加速度振幅3倍時には40mm程度の沈下が生じた。 一方、対策時(Case-B, C)では、加速度振幅3倍時でも堤体の沈下 量は5mm程度と小さく無対策との差異が明確に見られた。その中で も、隔壁を設けるCase-Cの方が堤体の締切り(拘束)効果が向上し 沈下が抑制される結果であった。加速度振幅3倍加振後の堤体の損傷状況(写 真2)から、堤体法面には堤軸方向にクラックや亀裂が生じているが締切り内 天端については顕著な亀裂などは生じていないことが確認できた。

矢板の水平変位の深度分布を図4に、応答ひずみの深度分布を図5示す。 Case-Bではタイロッドを支点として矢板が全体的にたわむ挙動が、Case-Cでは矢板と隔壁で締め切った堤体が一体化し回転するような挙動を示した。 Case-Bでも根入れ下端付近では矢板のたわみがほとんど生じず支持層に根入れする場合のような挙動を示したことから、液状化層が比較的硬質で根入れ長さが十分に確保できる場合には、液状化層内に根入れをとどのる構造であっても矢板の変形が抑制され堤体の変状抑制効果が期待できると考えられる。また、隔壁を設けることで矢板に生じる曲げひずみが低減される結果となり、構造部材の安全性が高まることに加え、矢板型式など鋼重等が低減されれば構造コストの縮減に繋がることも考えられる。

加速度振幅 4 倍×2 連続波形を作用させた場合の,堤体天端の鉛 直変位の時刻歴を図 6 に示す。無対策時(Case-A)には甚大な損傷・ 沈下が見られたが,対策時(Case-C)にはこれだけ厳しい条件下 であっても堤体天端の沈下が約7mmと小さく抑えられ対策効 果が顕著に示される結果であった(写真 3)。

4. まとめ

比較的硬質な液状化性地盤内に根入れをとどめる鋼矢板 2 重壁構造の振動台模型実験(1G)より以下の知見を得た。

- 無対策時との相対比較より、対策時には堤体天端の沈下 を顕著に抑制できる結果であった。
- 2) 比較的硬質な液状化性地盤に十分な根入れ長さが確保され れば、液状化層内に根入れをとどめる構造であっても堤体の 変状抑制効果が期待できる。
- 3) 隔壁を設けることで、堤体の変状がより抑制され対策効果が 向上することに加え、矢板等に生じるひずみが抑制され構造 部材の安定性向上と矢板鋼重(型式)低減による建設コスト 縮減が期待できる。

今後の課題として,本構造の適用範囲の明確化や設計合理化, 解析的な挙動検証に取組む所存である。









写真3 堤体の損傷状況

参考文献:1) 乙志和孝, 古関潤一 他, 鋼矢板を用いた堤防の補強に関する実験的研究, 地盤工学ジャーナル, Vol.6, No.1, pp.1-14, 2011. 2) 乙志和孝, 吉原健郎 他, 鋼矢板を用いた盛土構造物の減災技術に関する実験的研究, 第 7 回南海地震四国地域学術 シンポジウム, Vol.7, pp.51-58, 2013.

加速度振幅(gal)

鉛直変位(mm)