

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月14日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2010～2011

課題番号：22656106

研究課題名（和文）液状化免震を活用し地震・高水条件下での性能を飛躍的に向上させた複合堤防構造の開発

研究課題名（英文）Development of complex dike structure using liquefaction-induced base isolation to improve performances under earthquake and high water conditions

研究代表者

古関 潤一 (KOSEKI JUNICHI)

東京大学・生産技術研究所・教授

研究者番号：30272511

研究成果の概要(和文):液状化性地盤上の堤防中央部に必要最小限の壁を設けて複合構造とし、高水時における堤防としての本来の性能を飛躍的に向上させながら、地震時には液状化地盤の免震効果を積極的に活用して被害を低減する工法の効果を、模型実験結果の分析により明らかにした。また、2011年東北地方太平洋沖地震で発生した津波の影響を受けた海岸堤防・仮締切堤防等を現地調査し、二重締切矢板を用いた仮設の締切堤防が、津波の越流を受けてもねばり強い挙動を示したことを明らかにした。

研究成果の概要(英文):Based on analyses of model test results, effectiveness of a complex dike structure using liquefaction-induced base isolation to improve performances under earthquake and high water conditions are verified. It employs a cutoff wall with minimum dimensions constructed in the middle part of earthen dikes that are underlain by a liquefiable sandy soil deposit. Based on site investigations conducted after the 2011 off the pacific coast of Tohoku earthquake, ductile performance of double sheet pile walls against tsunami overflow is revealed, which had been constructed as temporary structures.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,700,000	0	1,700,000
2011年度	1,500,000	450,000	1,950,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	450,000	3,650,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・地盤工学

キーワード：地盤防災・河川堤防

1. 研究開始当初の背景

堤防の基礎地盤が地震時に液状化すると、液状化した地盤が側方に流動するために堤防の沈下や大きな亀裂発生などが生じる。これまでに、堤防基礎地盤の液状化対策として、締固めや固化工法などの地盤改良により液状化の発生そのものを抑制する工法と、堤防ののり尻部に地盤固化体や矢板などを設置

して液状後の地盤の残留変形を抑制する工法が開発されている。一方で、堤防自体の複合構造化については、国内外を問わず十分な研究は行われていない。また、堤防に本来要求される性能には、所要の天端高さを維持して越流を起こさない性能に加えて、万一越流が生じて破堤にいたらない性能がある。特に、発生頻度の低い大地震時においては、後

者の性能がより重視されるべきである。

2. 研究の目的

液状化性地盤上の堤防中央部に必要最小限の壁を設けて複合構造とし、高水時における堤防としての本来の性能を飛躍的に向上させながら、地震時には液状化地盤の免震効果を積極的に活用して被害を低減する工法の効果を明らかにすることを目的として研究を実施した。

3. 研究の方法

免震中央壁工法の効果に関して、事例調査・模型実験および数値解析に基づく検討を実施した。すでに基礎的な検討として、壁構造を支持地盤に根入れした場合（免震効果がない場合）の模型実験を実施済みであるため、この結果を参考に実験・解析条件を設定した。さらに、2011年東北地方太平洋沖地震の発生を受けて、海岸堤防・仮締切堤防等の津波に対する挙動に関する現地調査を実施した。

4. 研究成果

模型実験結果の分析から、2重フローティング構造の効果と対策境界部での挙動を明らかにした。また、2011年東北地方太平洋沖地震で発生した津波の越流を受けても、二重締切矢板を用いた仮設の締切堤防がねばり強い挙動を示したことを明らかにした。

図1は、模型振動実験で矢板を2重フローティング構造とした場合（Case-3）と非液状化層に根入れした場合（Case-2）の応答曲げひずみ深度分布の比較である。Case-3では矢板下端と非液状化層間に残された地盤が液状化して免振効果が発揮され、曲げひずみが低減する効果が得られた。

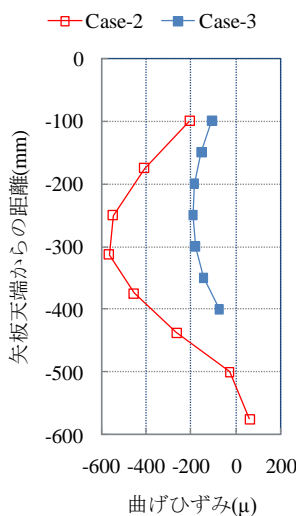


図1 応答曲げひずみ深度分布の比較

図2は、前述した Case-3 の加振前/後の浸透実験結果である。加振前/後ともに、堤外側から堤内側へ向かって矢板下端に残った液状化層を廻り込むような浸透挙動を示し、L2 地震動相当の加振履歴を与えても浸透特性が変化することはなかった。

* 赤色は加振前(Step.1), 青色は加振後浸透実験(Step.3)

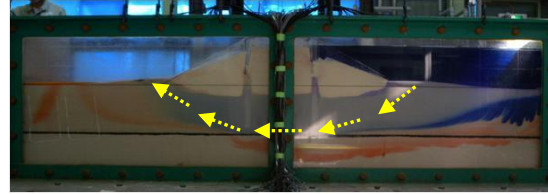


図2 浸透実験結果(Case-3)

Case3 の越水実験状況を図3に示す。越流水は、土槽側壁との境界部および堤体天端の越水位置から流出して徐々に堤体を浸食した。しかし、矢板が天端位置までの高さを確保し堤防機能は維持された。また、堤内側の盛土が浸食され、さらに高水状態で偏水圧がかかる条件においても、根入れ長が十分であれば液状化層が矢板を支持する層として機能し、フローティング矢板が倒壊しないことを確認した。

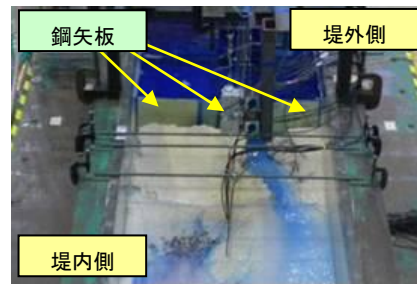


図3 越水実験状況(Case-3)

図4は、対策境界部での挙動を明らかにするために用いた実験模型の断面図と平面図である。加振前/後の浸透実験では、加振履歴の有無によらず、液状化層内を通る堤外側から堤内側への浸透が見られず、無対策区間の液状化層を浸透する挙動が卓越する結果であった。

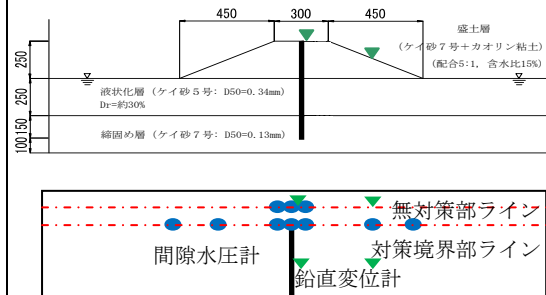


図4 対策境界部を模擬した実験模型

図5は、浸透実験時に無対策部および対策境界部(図4参照)で計測した水頭値の水平方向分布である。矢板設置位置から土槽幅方向に±50mmの範囲における平均動水勾配を見ると、無対策部では*i*=0.2程度であった。対策境界部の、矢板から比較的離れた位置の平均動水勾配は*i*=0.2程度、矢板近傍では*i*=0.4程度であり、浸透水の廻り込みによる動水勾配の急激な増加など不安定現象は生じず、構造変化の影響は小さかった。

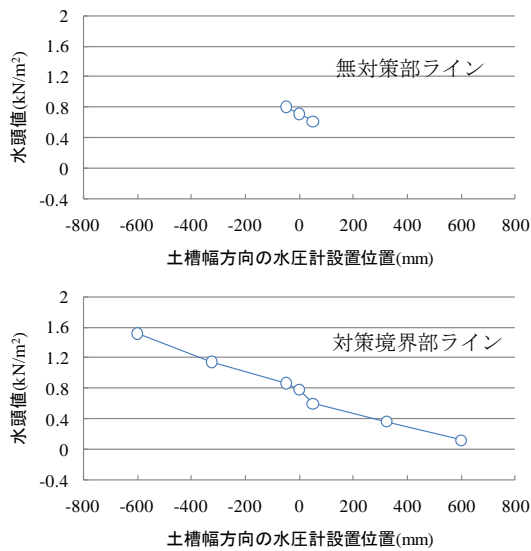


図5 水頭値の水平方向分布(浸透実験)

図6は、加振時における矢板設置区間および無対策区間の、堤体天端と法面中央の鉛直変位時刻歴である。基礎地盤が液状化することで、堤体は沈下し亀裂などの損傷が生じたが、矢板の天端高さは保持された。矢板設置区間および無対策区間ともに堤体天端は約60mm、法面中央は約50mm沈下したが、両区間の沈下量の差異はほとんど無く、対策境界部での構造変化の影響はほとんど見られなかった。

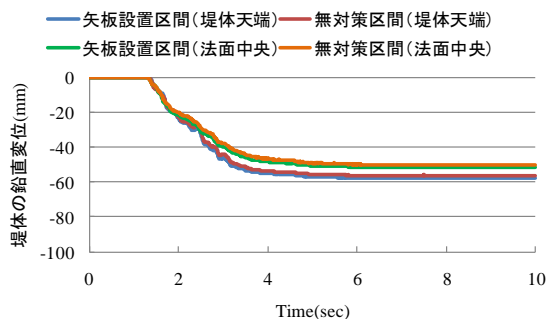


図6 堤体の鉛直変位時刻歴(加振実験)

図7, 8は、二重締切矢板を用いた仮設の締切堤防が、2011年東北地方太平洋沖地震で発生した津波の越流を受けた後の状況である。

激しい洗掘により中詰土の一部は流出したが、矢板自体は健全であり、構造全体としてねばり強い挙動を示した。



図7 岩手県山田町織笠における事例

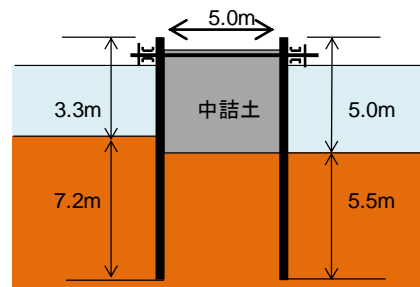


図8 岩手県釜石市唐丹における事例(推定断面図は住友金属提供)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

①乙志和孝, 古閑潤一, 金子勝, 田中宏征, 永尾直也: 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, 地盤工学会, 査読有, Vol. 6, No. 1, 2011, 1-14

〔学会発表〕(計6件)

①乙志和孝, 田中宏征, 永尾直也, 藤原覚太,

古関潤一：2重フローティング矢板壁を用いた堤防補強に関する模型実験，土木学会第66回年次学術講演会第3部門，CD-ROM，愛媛大学，2011.9.7-9

②永尾直也，乙志和孝，田中宏征，藤原覚太，
古関潤一：矢板を用いた堤防補強構造の対策境界部の挙動に関する模型実験，土木学会第66回年次学術講演会第3部門，CD-ROM，愛媛大学，2011.9.7-9

③永尾直也，田中宏征，乙志和孝，金子勝，
古関潤一：鋼矢板による堤防補強に関する模型実験（その1），土木学会第65回年次学術講演会第3部門，CD-ROM，北海道大学，2010.9.1-3

④乙志和孝，田中宏征，永尾直也，金子勝，
古関潤一：鋼矢板による堤防補強に関する模型実験（その2），土木学会第65回年次学術講演会第3部門，CD-ROM，北海道大学，2010.9.1-3

⑤金子勝，田中宏征，乙志和孝，永尾直也，
古関潤一：鋼矢板による堤防補強に関する模型実験（その3），土木学会第65回年次学術講演会第3部門，CD-ROM，北海道大学，2010.9.1-3

⑥Koseki, J., Tanaka, H., Otshushi, K., Nagao, N. and Kaneko, M.: Model tests on levees reinforced with sheet piles under high water conditions with/without seismic loading history, Proc. of 3rd Korea-Japan Geotechnical Engineering Workshop, Seoul, Korea, 2010, 49-54

〔図書〕（計0件）

〔産業財産権〕

- 出願状況（計0件）
- 取得状況（計0件）

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

古関 潤一 (KOSEKI JUNICHI)
東京大学・生産技術研究所・教授
研究者番号：30272511

(2) 研究分担者

宮下 千花 (MIYASHITA YUKIKA)
東京大学・生産技術研究所・技術職員
研究者番号：20396914

(3) 連携研究者 ()

研究者番号：