科学技術振興費

地域防災対策支援研究プロジェクト

②研究成果活用の促進 ~千葉市美浜区における地下水位低下工法による液状化抑止対策~

> (平成27年度) 成果報告書

平成28年5月

文部科学省 研究開発局国立大学法人 千葉大学

まえがき

平成23年3月の東北地方太平洋沖地震を契機に、地方公共団体等では、被害想定や地域防災対策の見直しが活発化しています。一方で、災害の想定が著しく引き上げられ、従来の知見では、地方公共団体等は防災対策の検討が困難な状況にあります。そのため、大学等における様々な防災研究に関する研究成果を活用しつつ、地方公共団体等が抱える防災上の課題を克服していくことが重要となっています。

しかしながら、防災研究の専門性の高さや成果が散逸している等の理由により、地方公共団体等の防災担当者や事業者が研究者や研究成果にアクセスすることが難しく、大学等の研究成果が防災対策に十分に活用できていない状況にあります。

また、防災分野における研究開発は、既存の学問分野の枠を超えた学際融合的領域であることから、既存の学部・学科・研究科を超えた取組、理学・工学・社会科学等の分野横断的な取組や、大学・独立行政法人・国・地方公共団体等の機関の枠を超えた連携協力が必要であることや、災害を引き起こす原因となる気象、地変は地域特殊性を有することから、実際に地域の防災に役立つ研究開発を行うためには、地域の特性を踏まえて行うことが必要であること等が指摘されています。

このような状況を踏まえ「地域防災対策支援研究プロジェクト」では、全国の大学等における理学・工学・社会科学分野の防災研究の成果を一元的に提供するデータベースを構築するとともに、大学等の防災研究の成果の展開を図り、地域の防災・減災対策への研究成果の活用を促進するため、二つの課題を設定しています。

- ① 研究成果活用データベースの構築及び公開等
- ② 研究成果活用の促進

本報告書は「地域防災対策支援研究プロジェクト」のうち、「②研究成果活用の促進」に関する、平成27年度の実施内容とその成果を取りまとめたものです。

「研究成果活用の促進」のため、本業務では「千葉市美浜区における地下水位低下工法による液状化抑止対策」をテーマとし、千葉市美浜区において受託者らが提案する液状化抑止工法の適用促進を行います。

目 次

1. プロジェクトの概要	1
2. 実施機関および業務参加者リスト	1
3. 成果報告	2
3. 1 液状化対策地区拡大のための詳細調査	2
3. 2 対策工法の改良と適用可能地域の拡大	6
3.3 プロジェクト運営委員会その他	8
4. 活動報告	10
4. 1 会議録	10
4.2 対外発表	12
ち まっすてド	1/

1. プロジェクトの概要

千葉市美浜区は、総面積 21km²の全域が埋立地である。2011 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震時、区内のほぼ全域で大規模な液状化が発生し、特に戸建て住宅に甚大な被害をもたらした。これを受けて千葉市では、2012 年 1 月に液状化対策推進委員会を設置し、将来の液状化被害抑止に向けた取り組みを開始した。一方、受託者(業務主任者)らの研究室では、平成 23 年度補正予算に基づく国土交通省建設技術開発助成を受け、鋼矢板囲い込み・地下水位低下併用による液状化抑止工法の開発を行った。

本受託業務では、千葉市との緊密な協力の下、受託者が提案する液状化抑止対策工法の 実証実験を行い、他地域へも展開できるよう提案手法の標準化(マニュアルなど)を図り、 防災・減災を推進することを目的とする。

2. 実施機関および業務参加者リスト

所属機関	役職	氏名	担当業務
千葉大学 大学院工学研究科	教授	中井 正一	3.2, 3.3
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹	3.1, 3.3

3. 成果報告

3. 1 液状化対策地区拡大のための詳細調査

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

千葉市美浜区は全域が埋立地である。受託者らのこれまでの研究により、東京湾岸の埋立地は、地形的には低平単純であるものの、地層構造は旧海底の堆積層も含めて非常に複雑であることが分かっている。そのため、千葉市の復興事業として実施した調査に加え申請者らがすでに構築している地盤情報データベースがあるものの、本工法の適用可能性を判断するためには十分とは言えない。そこで液状化対策候補地において本工法の適用可能性を検討するための地盤調査を補足的に実施する。

(b) 平成27年度業務目的

千葉市による復興事業の一環として、地下水位低下工法による液状化対策工事の実施が磯辺4丁目のモデル地区(磯辺63地区)で決定し、平成28年2月3日に開始された。本業務ではこれまでモデル地区において詳細な地盤調査を実施し、地下水位低下工法の有効性の多面的な評価に役立ててきた。

平成 27 年度で終わる予定であった復興予算が延期されたため、モデル地区だけでなく隣の磯辺 64 地区においても実施が検討されることになった。千葉市では本工法の適用可能性を検討するため当該 64 地区内の複数の地点で地盤調査(ボーリングと貫入試験)を実施したが、簡易的な貫入試験結果から一部の地点でモデル地区と異なり粘性土(シルト)層が浅い深度に現れ、通水管の設置深度に影響が出る恐れがあった。そのため本業務では、磯辺 64 地区のその地点において地盤調査(ボーリング)を実施し、土試料を採取することとした。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹
千葉大学 大学院工学研究科	教授	中井 正一

(2) 平成27年度の成果

(a) 業務の要約

モデル地区の次に地下水位低下工法による対策工事が検討されている磯部 64 地区内の地点(図 1-1)において地盤調査を実施し、止水層として期待されるシルト層の深度を確認した。

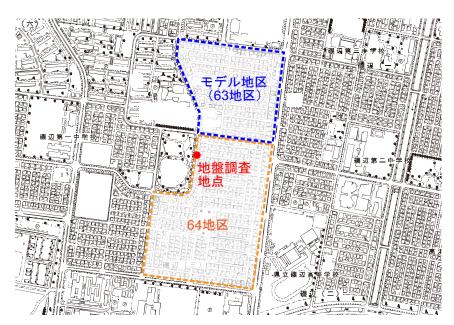


図 1-1 対策工事実施地区と地盤調査地点

(b) 業務の成果

図 1-1 の丸印で示す地点で、地下水位低下工法における止水層と期待する粘性土(シルト)層の深度を明らかにするためボーリングによる土試料の採取(オールコア)を平成 28 年 2 月 8 日~2 月 9 日にかけて実施した。その結果、シルト層が深度 3.7m から 6.7m に現れ、本工法において設置する通水管の深度(下端 3.5m)と大きく重なることはないことが確認できた。



写真 1-1 地盤調査(全景)



写真 1-2 地盤調査 (掘削状況)

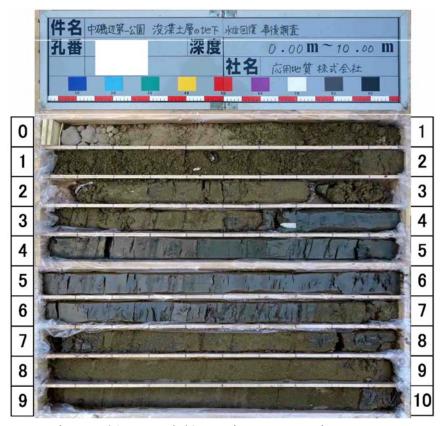


写真1-3 採取コア資料 (深度3.7~6.7mがシルト層)

(c) 結論ならびに今後の課題

モデル地区の次に地下水位低下工法による対策工事が検討されている磯部 64 地区内の地点において地盤調査を実施し、止水層として期待されるシルト層の深度を調べ、本工法において設置する通水管の深度と重なることはなく、予定通り工事が可能であることが確認できた。

今後の課題としては、真砂地区などさらに別の地区においても液状化対策の実施が 検討されており、その際にも不足する地盤情報を補うよう地盤調査が必要である。

(d) 引用文献

特になし

3. 2 対策工法の改良と適用可能地域の拡大

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

地下水位低下工法は、液状化層の下に適度な厚さの不透水層(粘性土層)が必要であるが、美浜区に限らず埋立地の地層構造は複雑で必ずしもこの工法が適さない地区もある。そのため、受託者らは不透水層(止水層)を必要としない新しい地下水位低下工法を提案している。その工法の効果を明らかにすることを目的とし、砂地盤の縮小模型を用いた遠心実験を実施する。

(b) 平成27年度業務目的

上記と同じ。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
千葉大学 大学院工学研究科	教授	中井 正一
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹

(2) 平成26年度の成果

(a) 業務の要約

砂地盤の縮小模型を用いた遠心載荷実験を行い、不透水層を必要としない新しい地 下水位低下工法の効果を確認した。

(b) 業務の成果

本業務では、不透水層を必要としない新しい地下水位低下工法として、地下水位を一時的に低下・回復し、地盤の飽和度を低下させることで液状化を抑止する工法について検討している。今年度は砂地盤上に直接基礎構造物を載せた縮小模型を作成し、遠心載荷装置により 30g の重力場で振動実験を行った。

図 2-1 に実験模型の概要を示す。図の寸法は 1g 換算での数値で、地下水位を深度 1m から一旦 5m まで下げ、その後下方から水を供給し再び深度 1m まで回復させた。このことにより深度 $1\sim 5m$ の範囲の砂地盤が完全には飽和せず空気を多少含むことで液状化抵抗が大きくなることを期待している。

図 2-2 に実験から得られた地盤上の構造物の沈下量と傾斜角の時間変化を示す。20 ~ 40 s が加振をしている時間である。水位を変動させた対策側の地盤では、沈下量が10cm 以下、傾斜角が0.3° (1/200) 以下に抑えられており、地下水位を低下・回復させることにより液状化対策効果が得られることが確認された。

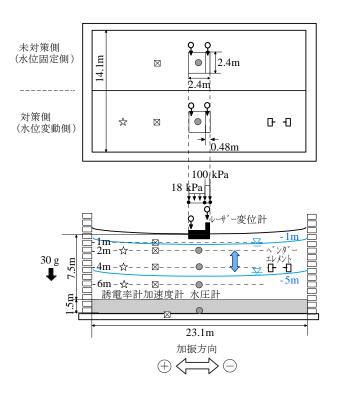


図 2-1 実験模型の平面図・断面図 1)

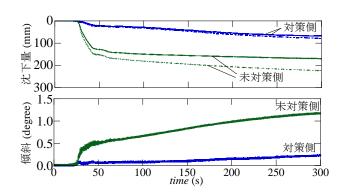


図 2-2 構造物の沈下量・傾斜角の時間変化 1)

(c) 結論ならびに今後の課題

砂地盤の縮小模型を用いた遠心実験を行い、不透水層を必要としない新しい地下水位低下工法の液状化抑止効果を確認した。今後は、実際の地盤においても地下水位を低下・回復させた時に地盤の飽和度が低下することを、モデル地区での実証実験や新しい対策地区で現地調査し、工法の有効性を検討したい。

(d) 引用文献

1) 石川明, 社本康広, 関口徹, 中井正一: 地下水位低下回復による不飽和液状化対策 と地震後の構造物傾斜, 日本建築学会大会学術講演会, 構造 I, 2016.8 (投稿中)

3.3 プロジェクト運営委員会その他

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

その他関連する業務を確実に行うことで本プロジェクトを円滑に推進することを目的とする。

(b) 平成27年度業務目的

上記と同じ。

(c) 担当者

所属機関	役職	氏名
千葉大学 大学院工学研究科	教授	中井 正一
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹

(2) 平成27年度の成果

(a) 業務の要約

- ・千葉大学(業務参加者)と千葉市(業務協力者)から構成される運営委員会を組織 し、研究成果を活用した防災・減災対策を検討した。
- ・事業の成果及び事業内容は、研究成果の活用事例として、課題①において構築する データベースに随時反映させるとともに、全国に対して事業の広報等を行う課題① の受託者に情報を提供した。
- ・地域住民・一般市民を対象に、地域報告会を開催し、液状化抑止工法の有効性について説明した。
- ・住民からの相談に応じ、技術的な疑問に回答した。
- ・文部科学省が開催する成果報告会において成果を報告した。

(b) 業務の成果

1) 運営委員会

4.1 節の会議録にあるとおり本年度は 5 回運営委員会を実施し、次の地区での工法 実施や住民説明会について議論した。

2) 課題①への情報提供等

ホームページを作成するため本事業の背景、目的や説明図等の情報を課題①の受託者に提供した。

3) 地域報告会等

平成 28 年 2 月 3 日に地下水位低下工法の工事が開始されたモデル地区の隣で、次に実施が検討されている地区(磯辺 64 地区)の住民の方 2 名が 3 回 (4/2、11/20、3/23) ほど千葉大学へ来訪し、その地区での地下水位低下工法適用に関する技術的な説明と助言を業務担当者らが行った。

平成27年12月13日に、磯辺64地区の住民らを対象とした説明会を自治会館で行

い、説明会用に作成した簡易液状化実験装置を用いるなどして、地下水位低下工法の メカニズムと有効性について説明した。参加者は約40名。

平成 28 年 2 月 3 日にモデル地区で開始した液状化対策工事を取り上げたニュース番組で、地下水位低下工法についてのインタビューに応じ、工法のメカニズムについて簡易液状化実験装置を用いて説明するなどした。



写真 3-1 住民説明会(全体)



写真 3-2 住民説明会(模型による説明)



写真 3-3 NHK による模型実験の撮影

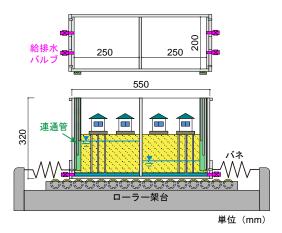


図 3-1 簡易液状化実験装置

4) 成果報告会

平成 28 年 3 月 15 日に東京国際フォーラムで行われた成果報告会に出席し、成果報告の発表を行った。

(c) 結論ならびに今後の課題

モデル地区での地下水位低下工法の対策工事が無事始まり、復興予算の延長によって新たな対策地区の検討・事業推進が始まり運営委員会や住民説明会が予定通り実施できた。今後はより多くの住民に、液状化とその防災対策に対する関心を持ってもらい、知識を身に着けてもらえるようにしたい。

(d) 引用文献

特になし

4. 活動報告

4. 1 会議録

(1) 第1回運営委員会

• 日時: 2015年4月14日 13:30-15:30

• 場所:美浜区中磯辺公園推進工法実験現場

• 出席者: 千葉大学 中井、関口

千葉市 永利、橋本、窪田、渡邊 千代田コンサルタント 橋本、内田

議題

- 1. 透水管の推進工法実験について
- 2. モデル地区以外の地区について
- 3. その他

(2) 第2回運営委員会

• 日時: 2015年5月15日 13:30-16:10

• 場所:千葉大学工学系総合研究棟1

• 出席者: 千葉大学 中井

千葉市 永利、橋本、窪田、渡邊 千代田コンサルタント 内田、宗川

• 議題

- 1. 復興費について
- 2. モデル地区以外の対象地区
- 3. 地盤調査計画
- 4. 推進工法による地下水位低下実験
- 5. その他

(3) 第3回運営委員会

• 日時: 2015 年 7 月 27 日 16:0-18:30

• 場所:千葉大学工学系総合研究棟1

• 出席者: 千葉大学 中井、関口

千葉市 永利、橋本、窪田、渡邊

千代田コンサルタント 橋本、内田、宗川

議題

- 1. 推進工法の実証実験
- 2. 磯辺 64 地区の地盤調査計画
- 3. 格子状改良

(4) 第4回運営委員会

• 日時: 2015年11月19日 10:30-12:30

• 場所:千葉大学工学系総合研究棟1

• 出席者: 千葉大学 中井、関口

千葉市 永利、橋本

千代田コンサルタント 橋本、内田

議題

- 1. 磯辺 64 地区について
- 2. 幕張 5 丁目について

(5) 第5回運営委員会

• 日時: 2016年1月12日 14:00-16:00

• 場所:千葉大学工学系総合研究棟1

• 出席者: 千葉大学 中井、関口

千葉市 永利、橋本

議題

- 1. モデル地区について
- 2. 磯辺 64 地区について

4. 2 対外発表

(1) 学会等発表実績

地域報告会等による発表

発表成果 (発表題目)	発表者氏名	発表場所	発表時期	国際・国
		(会場等名)		内の別
住民説明会 (地下水位低下工法の 有効性について)	中井正一	美浜区磯辺3丁目 (64自治会館)	平成27年 12月13日	国内

マスコミ等における報道・掲載

報道・掲載された成果	対応者氏名	報道・掲載機関	発表時期	国際・国
(記事タイトル)		(新聞名・TV名)		内の別
地下水位低下工法の工 事開始(液状化現象 千 葉市で対策工事)	中井正一	NHK (ニュースウォッ チ9)	平成28年 2月3日	国内

学会等における口頭・ポスター発表

発表成果(発表題目、口	発表者氏名	発表場所	発表時期	国際・国
頭・ポスター発表の別)		(学会等名)		内の別
地下水位低下回復による液状化抑止工法の検討(その1)遠心模型実験、口頭発表	石川明	北海道科学大学 (地盤工学会)	平成27年 9月1日	国内
地下水位低下回復による液状化抑止工法の検討(その2)評価指標、 口頭発表	中井正一	北海道科学大学 (地盤工学会)	平成27年 9月1日	国内
千葉市美浜区における 液状化被害概要と対策 に向けた取り組み、口頭 発表	関口徹	北海道科学大学 (地盤工学会)	平成27年 9月2日	国内
現場計測に基づく地下 水位低下による液状化 抑止効果の検討、口頭発 表	中井正一	東海大学湘南キャ ンパス (日本建築学会)	平成27年 9月4日	国内
地下水位低下回復後の 砂地盤の飽和度、口頭発 表	石川明	東海大学湘南キャ ンパス (日本建築学会)	平成27年 9月4日	国内

学会誌・雑誌等における論文掲載

掲載論文(論文題目)	発表者氏名	発表場所	発表時期	国際・国
		(雑誌等名)		内の別
なし				

(2) 特許出願、ソフトウエア開発、仕様・標準等の策定

(a) 特許出願 なし

(b) **ソフトウエア開発** なし

(c) 仕様・標準等の策定 なし

5. むすび

昨年度までは、ボーリングデータベース、液状化被害調査結果の分析、地下水位低下 工法に関する遠心模型実験など、業務責任者が有する知見、さらには本業務で実施した 新たな地盤調査・現場での観測や計測などに基づいて、千葉市が実施を検討している地 下水位低下工法による液状化対策事業に対して、実証実験の計画、住民に対する技術的 観点からの説明会などの支援を行い、一定の成果を得た。その結果、磯辺のモデル地区 において対策工事の実施が決定し、平成 28 年 2 月 3 日に工事が開始され、都市部での 初めての液状化対策の事例としてニュースでも取り上げられた。

今年度は、さらに別の地区においても対策事業を拡大するために、モデル地区の隣の 磯辺 64 地区においても追加地盤調査や住民説明会などの支援を行い、また従来の地下 水位低下工法では適用が難しい地区のために新しい地下水位低下工法を実現させるた め、模型実験によりその有効性の検討を行った。

次年度は、引き続き円滑な液状化対策事業実施のための技術的な支援を継続するとともに、地域住民のための千葉大学のサテライトキャンパスを利用するなどしてより多くの住民への液状化対策事業の周知に力を入れていく予定である。