

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25年度)

成果報告書

平成26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25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「千葉県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、千葉県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 液状化対策モデル地区の詳細評価	2
3. 2 モデル地区内実証実験の観測・評価	8
3. 3 その他	10
4. 活動報告	12
4. 1 会議録	12
4. 2 対外発表	14
5. むすび	16

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	3.1.1, 3.1.2
千葉大学 大学院工学研究科	准教授	関口 徹	3.1.2

3. 成果報告

3. 1 液状化対策モデル地区の詳細評価

(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。液状化対策実証実験およびモデル地区での対策実施に当たり、詳細な地盤構造を把握することを目的とする。

(b) 平成 25 年度業務目的

平成 25 年度は、千葉市による復興事業の一環として、液状化対策（地下水位低下工法）のための実証実験が実施される。受託者らの研究によれば、埋立地では 50m 区間で地層構成が大きく変化している可能性があり、また、地震動増幅特性の検討のためには工学的基盤（S 波速度 400m/s 程度以上）までの地層構造が必要である。液状化対策のための実証実験そのものは平成 24 年度までの地盤調査で実施が可能と思われるが、液状化を含む地震危険度全般を評価するためにはやや情報が不足している。

これらを踏まえ、平成 25 年度は、実証実験実施場所（N サイト）において以下の調査を実施し、詳細な地盤構造を把握することとした。

a. 地盤調査

ボーリング調査（標準貫入試験、粒度分析、PS 検層を含む）

三成分コーン貫入試験

ピエゾドライブコーン貫入試験

b. 常時微動計測

c. 地震観測

(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25年度の成果

(a) 業務の要約

地盤調査、常時微動計測、地震観測を図1-1のとおり実施した。

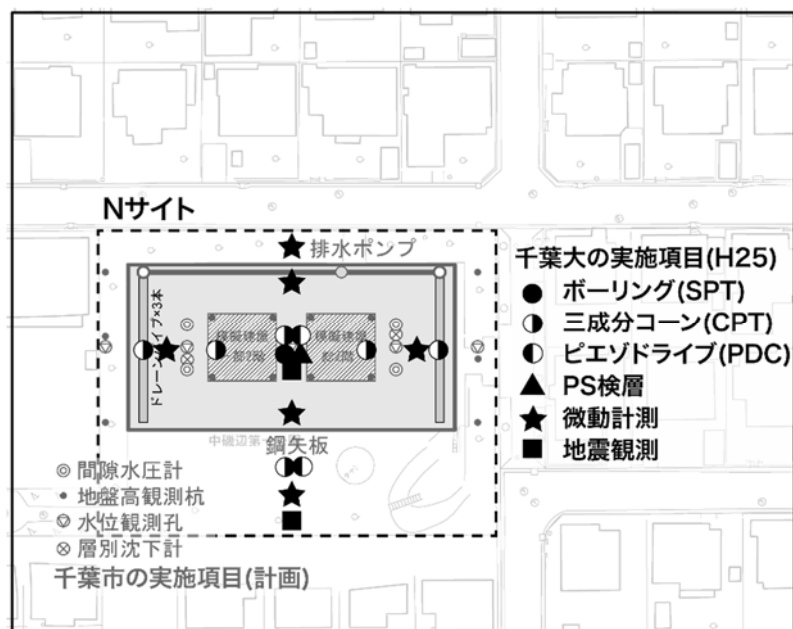


図 1-1 地盤調査、微動計測、地震観測の位置

(b) 業務の成果

1) 地盤調査

- ・標準貫入試験と PS 検層（1ヶ所）、ピエゾドライブコーン貫入試験（PDC 試験、2ヶ所）は平成 25 年 8 月 7 日～9 月 30 にかけて実施し、地下水位低下前のそれぞれ N 値、S 波・P 波速度構造、等価 N 値の深度方向分布を把握した。
- ・三成分コーン貫入試験（CPT 試験、6ヶ所）は平成 25 年 8 月 20 日～8 月 21 にかけて実施し、同じく地下水位低下前の等価 N 値および土質区分の深度方向分布を把握した。

これらの実施状況と調査結果による地盤断面図を以下に示す。



写真 1-1 ボーリング調査
(標準貫入試験・PDC 試験)



写真 1-2 CPT 試験

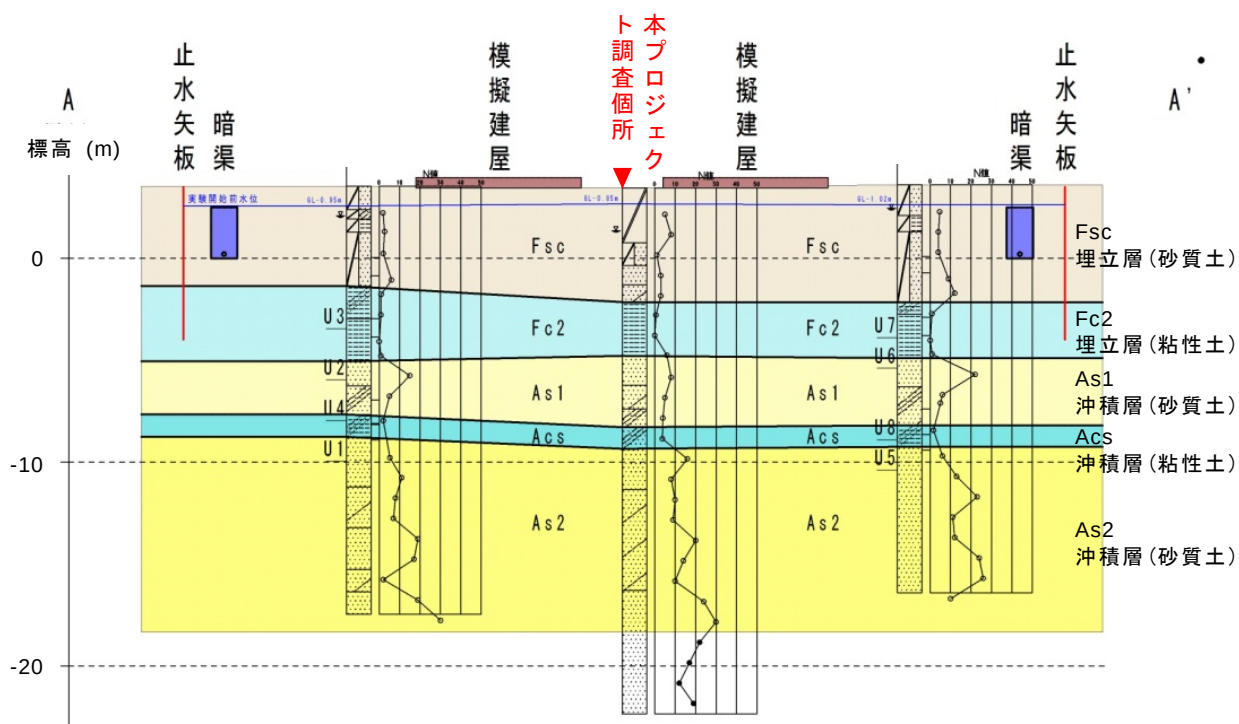


図 1-2 実証実験現場の地盤断面図 (標準貫入試験)

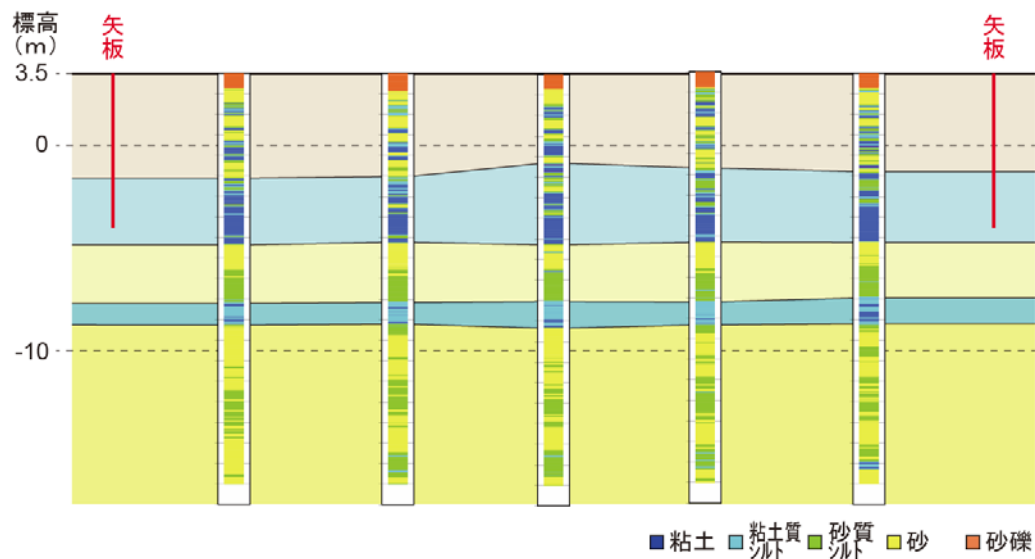


図 1-3 実証実験現場の地質断面図（CPT 試験）

以上の地盤調査により、約 50m 四方の N サイト敷地内においても、地盤構造には場所ごとの若干の差異（地層の深度や層厚に 20～30cm 程度の変動）のあることが明らかとなった。ただし、各地層は連続して存在することも確認できた。このことから外の地下水からの遮水層として期待できる深度 7m 付近のシルト層が連続して存在すること、また側方の止水矢板の深さは 7.5m 程度でよいことなど、実証実験の詳細計画策定のための資料として活用することができた。

2) 常時微動計測

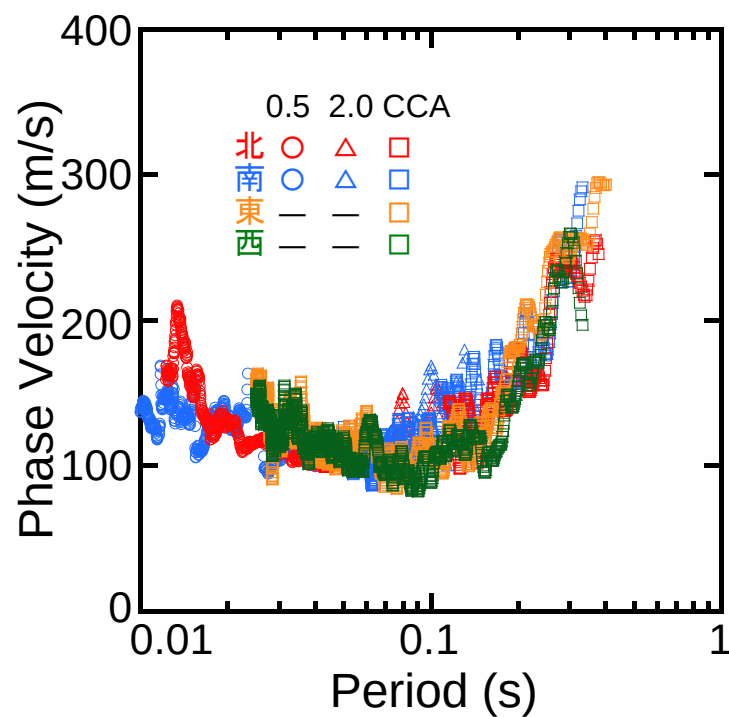
- ・常時微動計測は、平成 25 年 10 月 14 日に N サイト敷地内の 4 ヲ所で実施し、矢板施工後、地下水位低下前の地盤の振動特性や S 波の速度構造を把握した。実施状況と観測結果を以下に示す。



写真 1-3 常時微動計測（単点微動計測）

写真 1-4 常時微動計測（アレイ微動計測）

図 1-4 常時微動計測から得られた分散曲線



常時微動計測から推定した 4 ヲ所の分散曲線はほぼ同様の傾向を示している。低下地下水位が安定することを待つため、地下水位低下後の計測は次年度計測を実施し、結果の比較を行う予定である。

3) 地震観測

地震観測のための地震計設置を平成 26 年 3 月 18 日に実施し、地震観測を開始した。地震計の設置状況を以下に示す。

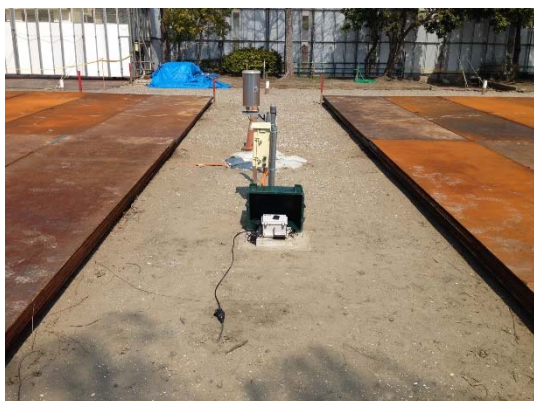


写真 1-5 地震計（矢板内）



写真 1-6 地震計（矢板外）

(c) 結論ならびに今後の課題

- ・地盤調査に関しては予定どおり実施され、当初の目的を達成することができた。結果は、実証実験の詳細計画策定のための地盤断面図（図 1-2）として反映されている。
- ・常時微動計測については地下水位低下前に実施したが、地下水位が安定するのを待ち、今後、地下水位の安定状況を把握した後、再度計測を行う予定である。また、平成 26 年度 9 月に予定されている地下水位低下の終了後（地下水位回復後）にも計測を行い、地下水位の変動によって、地盤の振動特性や速度構造にどの程度の影響があるか（もしくは無いのか）を比較検討する予定である。
- ・地震観測については、地震計の設置が年度末になってしまったこともあり、年度内に十分な観測記録を得ることができなかった。設置が遅れたのは、使用する地震計がすでに進行中の他のプロジェクトからの転用であり、他プロジェクトでの観測記録の蓄積が遅れたことによる。平成 26 年度も引き続き観測を実施し、十分な記録を蓄積する予定である。

(d) 引用文献

特になし

3. 2 モデル地区内実証実験の観測・評価

(1) 業務の内容

(a) 業務の目的

本課題では、千葉市の復興事業として実施した調査に加え、受託者らがすでに構築している地盤情報データベース、すでに実施済みの常時微動計測、さらに、前節で実施した地盤調査、常時微動計測、地震観測に基づいて、市の計画への助言を行う。また、実証実験中にも常時微動計測・地震観測を継続し、埋立地盤の地震動特性の評価もあわせて行うことで実証実験結果考察の高度化を目指す。

(b) 平成25年度業務目的

受託者らのこれまでのデータベースや検討結果等の知見に基づき助言を行うことによって、市の次年度計画での実証実験がより効果的なものとなることを目的とする。

(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25年度の成果

(a) 業務の要約

実証実験の観測結果を検証し、市の計画へ実験の1年間の継続実施などの助言をした。

(b) 業務の成果

4.1 節の会議にあるとおり数回にわたって実証実験の途中経過の検討を行った。地下水位低下に要するおおよその日数は明らかになったものの、降雨量や周辺の地下水位の変動は四季を通して1年間以上確認する必要がある。そのため業務主任者は千葉市液状化対策推進委員会にて実証実験の1年間の継続実施を提言した。本プロジェクトの地盤調査により確認された下部の遮水層と期待できる連続したシルト層により、外部からの水の流入は限られると考えられるが、立坑による排水量の経時変化（次ページ図 2-1）では、当初の想定よりも雨や雪等の影響が少ない時においても排水量が多い。これはポンプ稼働時間が増え、ランニングコストに影響する。よって、水の外部からの流入の原因を探るためシルト層の透水係数の確認を助言し、受託者らも次年度調査を実施することとした。

現場内での常時微動計測・地震観測を行ったが、期間中に地下水位が安定せず、地下水位低下の影響を考察するほどのデータはそろっていないため、次年度も引き続き観測を実施し、実験結果考察の高度化を目指す予定である。

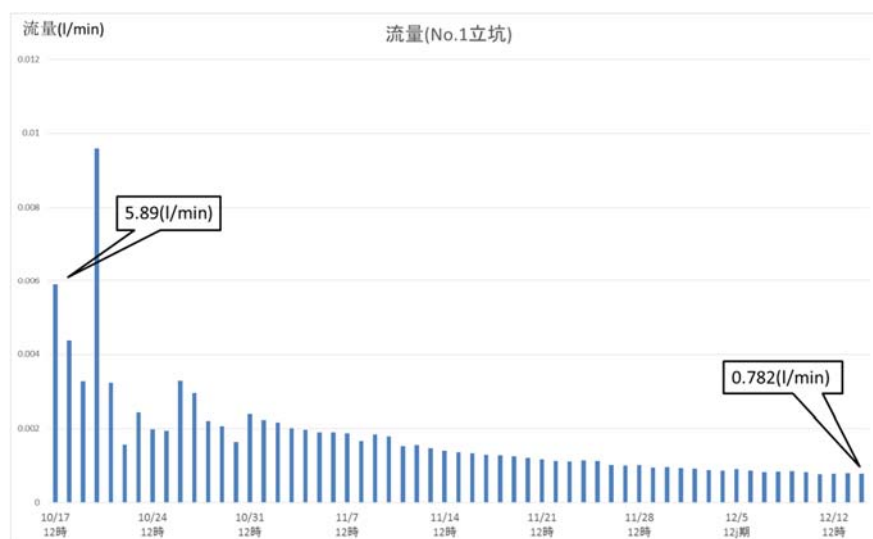


図 2-1 実証実験における排水量の経時変化

(c) 結論ならびに今後の課題

地下水位は1年を通して予想以上に変動するため、常時微動計測と地震観測を実験終了まで継続する必要がある。そして地下水位低下前後の計測結果を比較し、地下水位低下の影響の確認を行う予定である。今後の課題としては、当初の想定よりも多い安定時の排水量の原因として遮水層と期待した下部のシルト層が想定よりも透水している可能性があるという問題がある。そのため、シルト層の透水性に関してボーリング等による現場実験を次年度受託者が行う予定である。

(d) 引用文献

特になし

3. 3 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 25 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 25 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 2 回程度開催し、当該事業の成果や進捗について広く紹介した。
- ・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 7 回運営委員会を実施し、実証実験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 25 年 10 月 15 日に地下水位低下実証実験現場で住民らを対象とした説明会を行い、美浜区の液状化被害のメカニズムと地下水位低下工法の概要を説明した。参加者は約 30 名。説明会の様子は NHK 等のテレビ、新聞等で報道された。また、後日再度 NHK からの取材があり地下水位低下工法の適用可能地区等についての内容で放送された。

平成 26 年 3 月 21 日に美浜区住民を対象とした説明会を実施した。液状化のメカニ

ズムと対策工法について説明をした。参加者は約 400 名。説明会の様子は NHK 等のテレビ、新聞等で報道された。



写真 4-1 住民説明会（10 月 15 日）



写真 4-2 住民説明会（3 月 21 日）

4) 成果報告会

平成 26 年 3 月 14 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

運営委員会や地域説明会を予想より多く実施できた。美浜区は被災地であり住民に配慮しながら活動していきたい。

(d) 引用文献

特になし

4. 活動報告

4. 1 会議録

以下の運営委員会について、メンバーは2章のリストと同じ、場所はすべて千葉大学工学系総合研究棟

(1) 第1回運営委員会

- 日時：2013年9月25日 15:00-17:30
- 議題
 1. 実証実験の進捗について
 2. 地盤調査結果について
 3. 住民説明会／見学会について
 4. その他

(2) 第2回運営委員会

- 日時：2013年10月8日 17:00-18:00
- 議題
 1. 実証実験見学会の段取りについて
 2. 地盤調査報告書
 3. その他

(3) 第3回運営委員会

- 日時：2013年11月14日 10:30-12:00
- 議題
 1. 千葉市の委員会メンバーに対する実証実験の説明会
 2. 実験の経過確認
 3. その他

(4) 第4回運営委員会

- 日時：2013年12月17日 17:00-20:30
- 議題
 1. 実証実験の経過報告
 2. 千葉大での検討結果
 3. その他

(5) 第5回運営委員会

- 日時：2014年1月16日 18:00-19:30
- 議題
 1. 実証実験の期間延長
 2. 格子状地中壁工法
 3. 今後の住民説明会
 4. 次回の千葉市液状化対策推進委員会

(6) 第6回運営委員会

- 日時：2014年2月27日 13:30-15:30
- 議題
 1. 住民説明会での発表内容

2. 排水ドレーンの推進工法
3. 実証実験敷地での地震観測

(7) 第7回運営委員会

- 日時：2014 年 3 月 18 日 17:00-18:00
- 議題
 1. 3/21 の住民説明会での発表内容

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 （会場等名）	発表時期	国際・国内の別
実証実験現場での 住民説明会 （地下水位低下工法について）	中井正一	美浜区磯辺 実証実験現場	平成25年 10月15日	国内
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	関口 徹	東京国際フォーラム（文部科学省 『地域防災対策実践支援研究プロジェクト成果報告会』）	平成26年 3月14日	国内
住民説明会 （液状化のメカニズムと対策工法）	関口 徹	美浜区磯辺小学校 体育館	平成26年 3月21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 （記事タイトル）	対応者氏名	報道・掲載機関 （新聞名・TV名）	発表時期	国際・国内の別
実証実験現場での 住民説明会 （千葉市液状化対策）	中井正一	NHK （首都圏ネットワーク）	平成25年 10月15日	国内
地盤調査に基づく 検討結果 （地震 液状化対策）	中井正一	NHK （首都圏ネットワーク）	平成26年 3月3日	国内
住民説明会 （液状化対策工事の 住民説明会）	関口 徹	NHK （首都圏ニュース845）	平成26年 3月21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、 口頭・ポスター発表の別）	発表者氏名	発表場所 （学会等名）	発表時期	国際・国内の別
地盤工学研究発表会に 投稿中（千葉市美浜区に おける地下水位低下工 法の適用可能性に関す る検討、口頭発表予定）	中井正一	北九州市国際会議場（地盤工学会）	平成26年7 月15～17日 （予定）	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 （雑誌等名）	発表時期	国際・ 国内の 別
なし				

(2) 特許出願，ソフトウェア開発，仕様・標準等の策定

(a) 特許出願

なし

(b) ソフトウェア開発

なし

(c) 仕様・標準等の策定

なし

5. むすび

受託者らは美浜区におけるこれまでの検討より、同じ埋立地においても地下の地盤構造（特に埋立層）が複雑に変化していることを明らかにしてきた。そのため、液状化対策地下水位低下工法実証実験の現場においても本事業にて詳細な地盤調査を実施した。その結果、数十 m 離れた場所でも工法に影響するほど地下構造が変化していることが明らかになり、実証実験の計画に貢献することができた。

実証実験の途中経過では、住宅に影響を与える地盤の沈下傾斜については、想定よりも小さかったが、地下水の排水量が安定した後も想定よりも多いことが明らかになった。上述のとおり実際の地盤は非常に複雑であり、簡単な調査だけで地下水位低下を実施した際の状況を想定することは困難であることが改めて明らかになった。排水量についてはその原因の検証が今後の課題である。

住民説明会では、1 回目は自治会代表だけを対象としたものであったが、2 回目については美浜区全体の住民を対象としたため、想定した 300 人よりも多い 400 人以上の参加者があった。質疑も積極的にされる住民が多く、またいくつかのテレビや新聞にも報道され、震災から 3 年たった現在も住民や世間の関心が高いことがわかった。