

V. 宅地技術部門

【報告】 空気注入法による宅地地盤の液状化抑制技術の開発

1. H21年度実験の目的

- ① 一定の地盤条件であれば、大地震(震度6強相当)に対しても液状化を抑える効果があることを確認すること
- ② 「液状化免振地盤」の防災効果を検証すること

注1) H20年度実験では、緩い砂地盤(N値≒6~7の砂)の場合、少なくとも震度5弱に対しては液状化を抑えられる効果を確認。しかし、震度5強以上では抑制できない限界が明らかに。

注2) 上下2層のハイブリッドな宅地地盤とする工法。①宅地地盤の地下深い部分は対策を講じないままとし、大地震時には瞬時に液状化することで地上の建物に対する地震入力を減殺しつつ、②地盤の浅い部分に空気を混入させて液状化を抑制することで、戸建て住宅等の不等沈下被害を軽減する。H20年度実験結果を分析する中で生まれたアイデア。

2. 実験条件

| | H21年度 | H20年度 |
|--------------|---|--|
| 実験装置 | 遠心力載荷試験装置(土木研究所所有、回転半径 6.6m)により、小型剛土槽(150cm×30cm×深さ 50cm)を50G場にして加振 | 大型せん断土槽(建築研究所所有、10m×3.6m×深さ 5m)を用いた実大スケールの加振実験 |
| 試料 | 江戸崎砂(少量の細粒分を含む) | 日光硅砂6号 |
| 締固め度 | D値≒92%(N値≒16に相当、通常の沖積平野又は埋立地を想定) | N値≒6~7(緩い砂地盤) |
| 入力地震波(テーブル面) | 正弦波270Gal(震度6弱)、400Gal(震度6強)、神戸波 | 正弦波100Gal(震度5弱)、150Gal(震度5強) |

注3) D値(締固め度)≒92%は、3軸試験による6供試体(D値(85%、90%、95%)×(飽和、不飽和))の結果および50G場における試加振の結果(D値 88%と92%を比較)から設定した。

3. 実験ケース

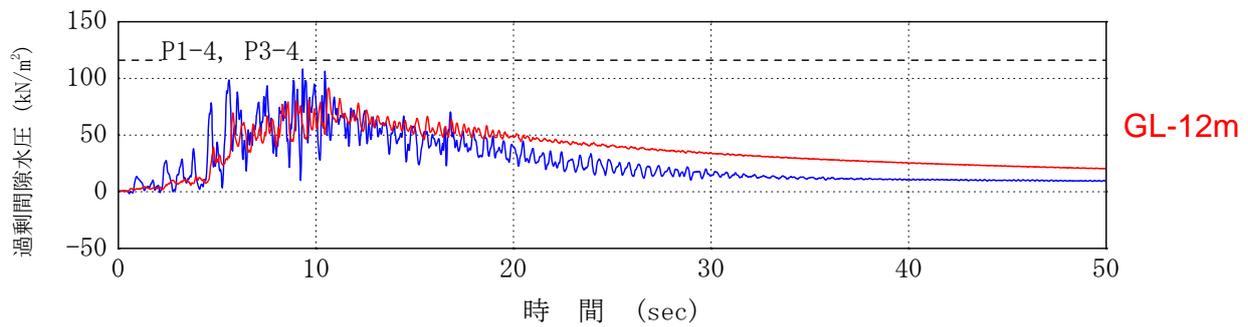
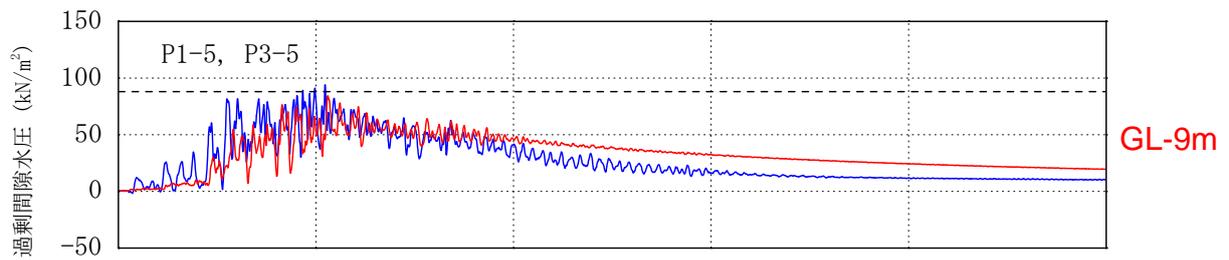
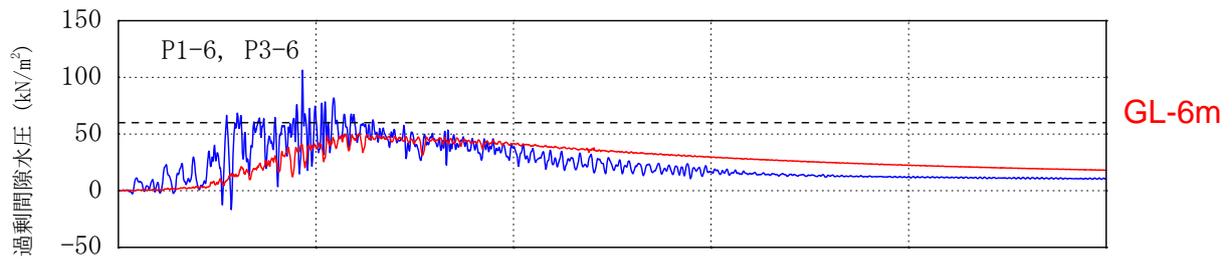
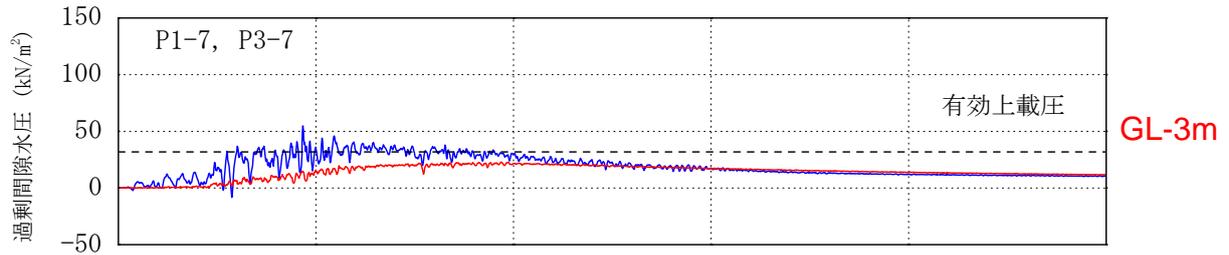
| 実験目的 | 試験体 | 設定飽和度 | 入力地震動 | 液状化 |
|----------------|---------|---------------------------------|---------------------------------------|------------------|
| 液状化抑制効果の確認 | Case1 | 100% | 250Gal(震度6弱)、400Gal(震度6強)、正弦波、1Hz、20波 | 発生 |
| | Case2' | 平均 94% | | 抑制 |
| 液状化免振地盤の挙動と効果 | Case3 | 上層 90%、下層 100% | 神戸波 | 上層なし、下層発生 |
| 阪神大震災級における防災効果 | Case4-1 | 左半分:100% 右:上層 90%、下層 100% | | 左:発生、右:上層なし、下層発生 |
| | Case4-2 | 左:100%、右:平均 87% (マイクロバブル水注入) | 左:発生、右:なし | |

4. H21年度の成果

- 空気注入法は、N値16程度の砂質地盤において、地下水層の飽和度を90%程度とすることにより、阪神大震災相当の地震動に対しても、液状化の発生を防ぐことが実験上確かめられた。このことは、平坦な沖積平野や埋立地の市街地に広くみられる地盤条件において、この工法が防災対策としての実用的有効性を有していることを示している。

— CASE4-1 青：無対策
 — CASE4-2 赤：対策

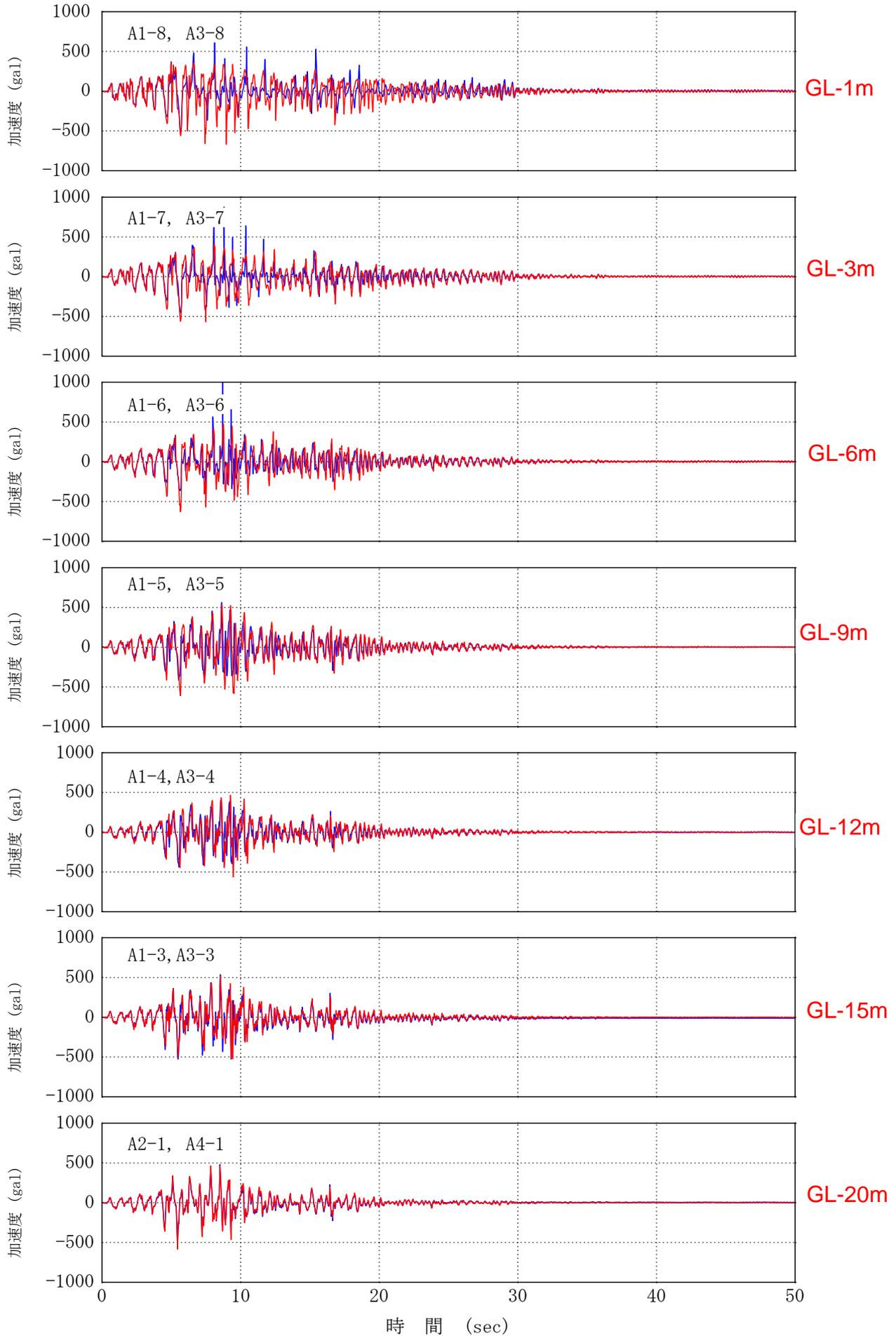
水圧(水平地盤)



付図 加振時の時刻歴波形図 (CASE4-1, 4-2 STEP1 その2)

加速度(水平地盤)

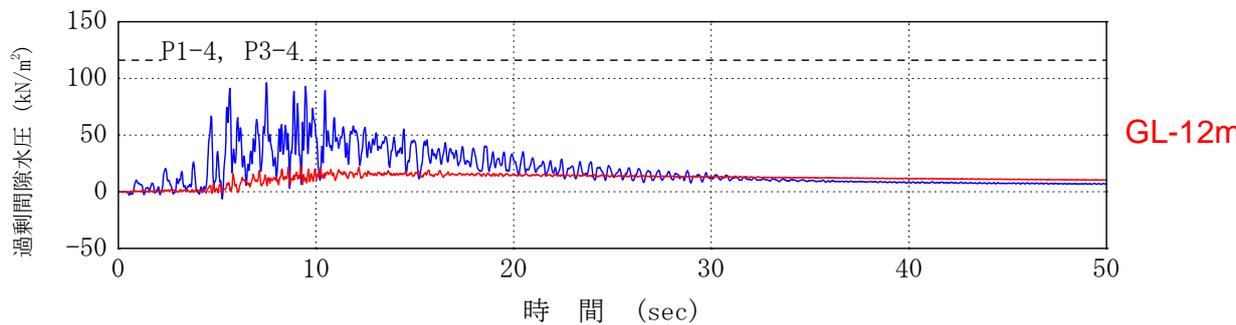
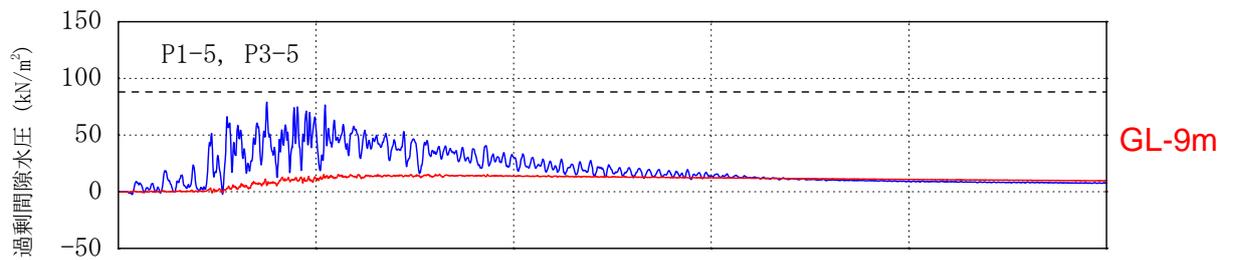
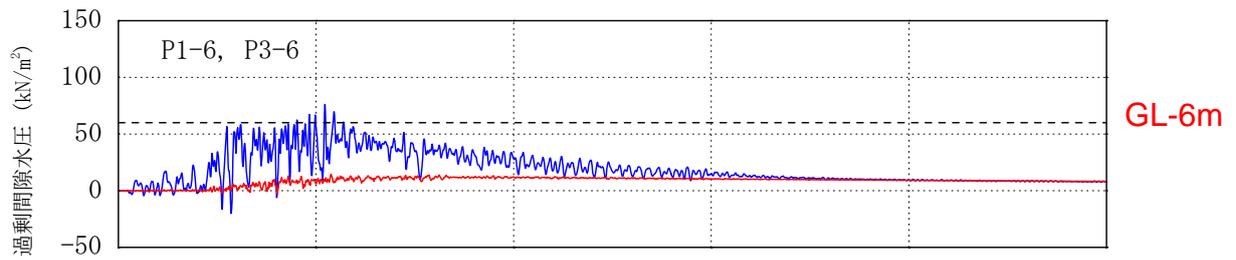
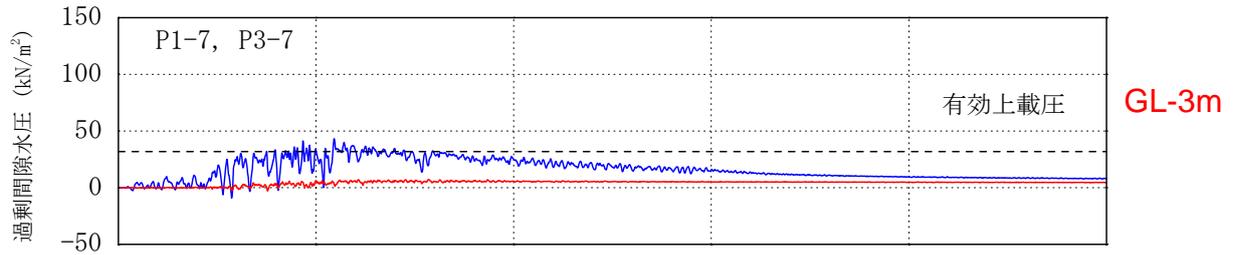
— CASE4-1 青：無対策
— CASE4-2 赤：対策



付図 加振時の時刻歴波形図 (CASE4-1, 4-2 STEP1 その4)

— CASE4-1 青：無対策
 — CASE4-2 赤：マイクロバブル

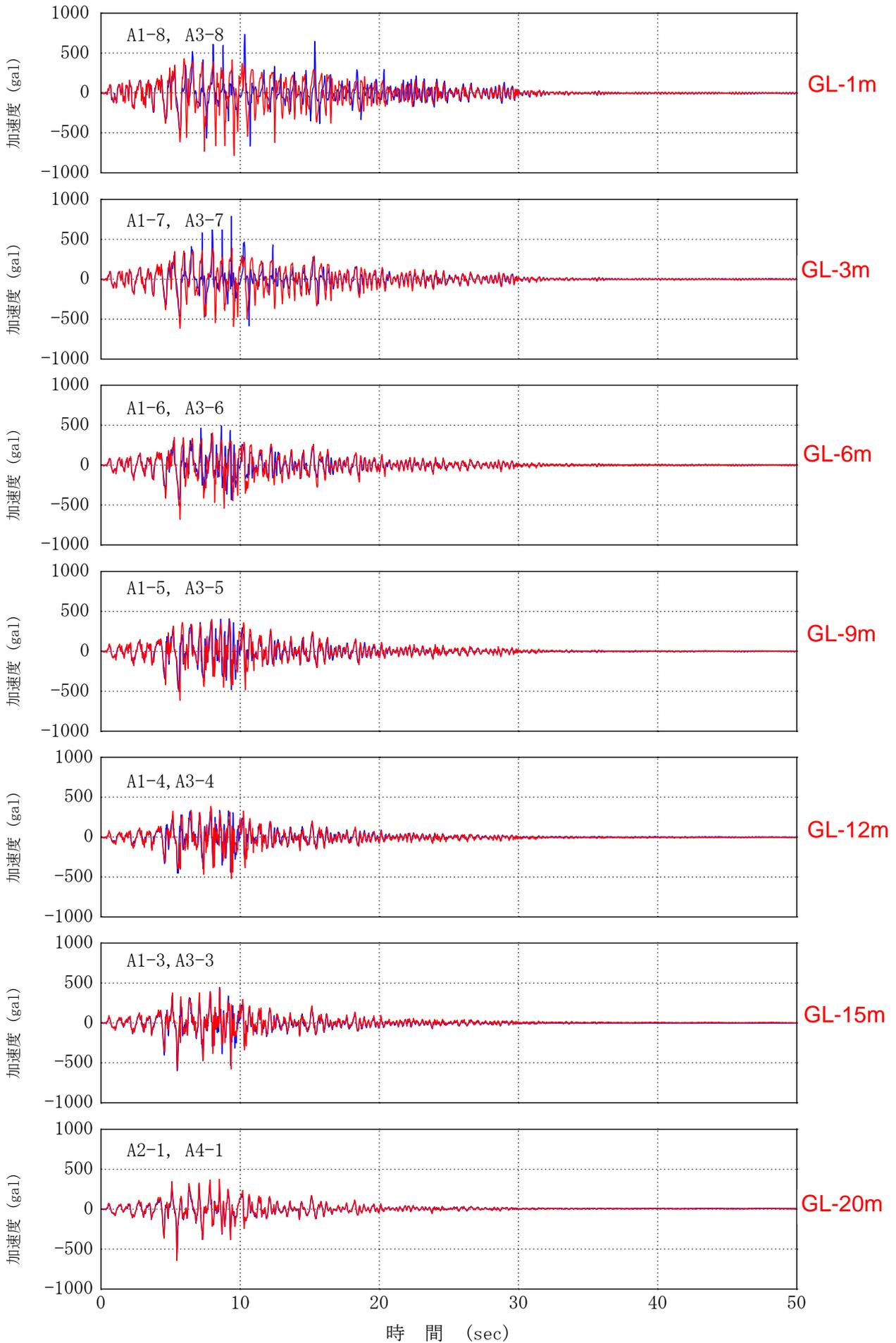
水圧(水平地盤)



付図 加振時の時刻歴波形図 (CASE4-1, 4-2 STEP2 その2)

加速度(水平地盤)

— CASE4-1 青：無対策
— CASE4-2 赤：マイクロバブル



付図 加振時の時刻歴波形図 (CASE4-1, 4-2 STEP2 その4)

空気注入法による地盤液状化対策の振動実験

〈目的〉

- 多世代利用型超長期住宅を支える宅地基盤の安全性向上に関する技術開発の一環として、地震時を想定し、既存の宅地地盤の液状化による住宅の被害を抑制するための環境汚染のない技術を開発することを目指して、地盤内に空気を混入させた上で地震動を入力する実験を行い、その効果を確認する。

〈空気注入法〉

- 地盤内へ空気を注入することにより、空気が圧縮する性質を利用して水圧の上昇を抑制し、液状化の発生を抑える工法。実用化については、微小な空気の泡を混入した水(マイクロバブル水)を地盤に注入する方法を想定。

〈実験方法〉



遠心力载荷試験装置



砂質地盤の試験体

- ・砂質地盤の試験体(150cm×30cm×深さ約50cm)を世界最大級の遠心力载荷試験装置(回転半径6.6m、(独)土木研究所所有)に載せ、重力を50倍(50G)とする(深さ10cm→5m相当となる)。
- ・今回は、試験体土槽に隔壁を入れて左右に分け、左側を液状化し易い無対策地盤、右側を液状化対策を講じた地盤とし、阪神大震災の地震波を入力。
- ・液状化対策の内容は、上部が空気混入、下部が水で飽和の二層地盤構成とする方法。これは大地震の際、下部地盤が瞬時に液状化することで地震動のエネルギーを軽減しつつ、上部地盤の液状化を抑制することで住宅の被害を防ごうとする新工法(液状化免震二層地盤)の有効性を検証する実験。

〈実験スケジュール〉 2010年2月12日(金)

- 10時30分 概要説明(11時まで装置内に立入りできます)
- 11時 実験装置運転開始
- 13時30分 第一回加振(上部が空気混入・下部が水で飽和の二層地盤に阪神大震災の地震波を入力)
- 15時 第二回加振(マイクロバブル水を回転中の試験体に注入して加振)

44475号(日刊)



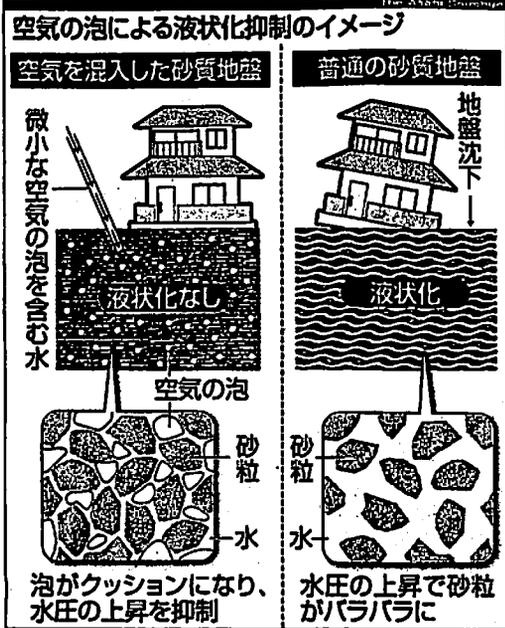
朝日新聞東京本社
 発行所 〒104-8011 東京都中央区
 築地5-3-2 電話: 03-3545-0131
 www.asahi.com

2010年(平成22年)
 2月17日
 水曜日

夕刊

(1面)

液状化 ブクブク水で抑制



泡、クッションの役割 水圧上昇防ぐ新技術

阪神大震災や新潟県中越沖地震で建物被害をもたらした液状化現象を、地中に空気の泡を含んだ水を注入することで抑える技術を国土技術政策総合研究所(茨城県つくば市)が開発した。少額の費用で済み、一度注入すれば10年以上、効果が続くと予測できることから、実用化に向けた研究段階に入っている。

液状化は水分を多く含んだ砂質の地盤が、地震による水圧の上昇で一時的に液体のようになる現象。マグニチュード7級が想定される東京湾北部地震が起きれば東京都中心部や神奈川、千葉県などでは液状化で3万棟以上の建物が全壊するとの試算もある。

阪神大震災のときの液状化被害を受け、オフィスビルやマンションなどの大きな建物は基礎工事の段階で液状化対策が取られるケースが増えてきているが、古い一戸建て住宅での被害が懸念されている。

研究所は深さ約20センチ相当の砂質の地盤に阪神大震災相当の震動を与え地中の水圧変化を調べた。直径0・01ミリの程度の空気の泡を約15%含む水を注入したところ、水圧の上昇が液状化が発生する基準値より下に抑えられ、液状化は起きなかった。砂粒の間に入り込んだ泡がクッションとなり、水圧の上昇を防いだためだ。

(中村浩彦)

空気の泡を作るのは、ジェットバスで水を泡立てるのと同じ仕組みで、泡が微小になると消えずに残るといふ。注入した水は地下にしみこむため、微小な泡が地盤に入り込む状態になる。

古い一戸建て住宅の場合、建物の周囲から水を注入することで、建て替えることなく対策が可能になる。家屋が密集する地域で活用すれば、防災上の利点は大きい。

(中村浩彦)