

2005 年福岡県西方沖地震における護岸隣接工場の地盤変状に関する一考察

西部ガス（株）

田和 政行 因幡 俊昭 後藤 耕治

清水建設（株） 正会員

杉本 盛明 河野 泰直 木全 宏之 ○岡部 功

1．はじめに

2005 年 3 月 20 日に発生した福岡県西方沖地震において、護岸に隣接するガス製造工場敷地内の一部で液状化に伴う地盤変状が生じた。地震後の現地調査結果では、地表面の水平変位は護岸方向に最大 15cm 程度、沈下量は大きい箇所では 10～15cm 程度であった。これらの状況を踏まえ、敷地全体の地盤変状を把握して今後の耐震対策の資料を得る目的で、有効応力解析による液状化検討を実施し、現地調査結果と比較検討した。

2．地盤概要

当該地盤は図-1、2 に示すように地表から埋土(砂質土：N 値 3～5)、シルト(N 値 0～2)、礫混り砂(N 値 10～20)、礫質土(N 値 30 程度)、岩盤の層序で構成される。上部の埋土・砂層とシルト・粘土層は、敷地内で層厚が変化しており、敷地中央辺りではシルト・粘土層が厚く、それ以外の場所は埋土・砂層が厚い傾向がある。

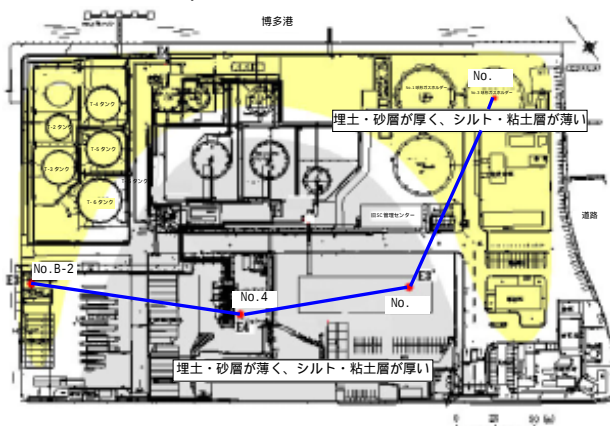


図-1 敷地概要

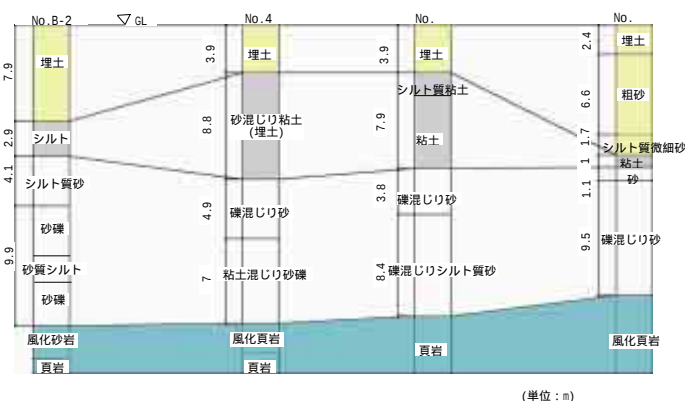


図-2 土層断面図

3．三次元有効応力解析

(1) 入力地震動

入力地震動は、独立行政法人・防災科学技術研究所が配置している基盤強震観測網（KIK-net）¹⁾で得られた岩盤内（観測点：宇美，GL-100m）の加速度波形（図-3）を基本とした。ただし、観測点と当該地点との震源距離の違いを考慮して、観測された加速度波形を 1.3 倍したものを対象地点の GL-100m における入力地震動とした。

(2) 解析モデル

工場内で地盤変状が起きた部分について、モデル化した。モデル化に当たっては地盤を非線形ソリッド要素で、護岸をシェル要素で表現した。解析モデルを図-4 に示す。地盤の応力 - ひずみ関係は修正 R-O モデル²⁾、過剰間隙水圧モデルは Bowl モデル³⁾を用いた。加振方向は Y 方向（敷地 - 海方向）とし、境界条件は、底部を固定、加振方向に平行な側面は Y 方向ローラ、加振方向に直交する面は繰返し境界とした。

(3) 解析結果

地表面の水平変位分布（護岸直交方向）を図-5 に示す。水平変位はシルト層の厚い敷地中央部で大きく、最大 14cm である。また、上部埋土層（GL-2.0～3.0m）の過剰間隙水圧比は、図-6 に示すように全面でほぼ

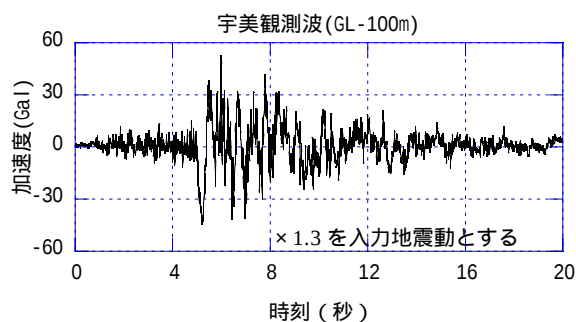


図-3 入力地震動

キーワード：地盤変状，液状化，有効応力解析

〒105-8007 東京都港区芝浦 1-2-3 シーパンス S 館 TEL 03-5441-0598 FAX 03-5441-0543

1.0 となっており、埋土層は敷地全体にわたって液状化する結果となった。この液状化に伴う地表面の沈下量は、図-7 に示すように埋土層の厚い海側両端部が大きく、最大 14cm である。

4. 地盤変状調査結果との比較

地震後に実施した地盤変状調査結果を図-8 に示す。地震に伴う地盤変状は、広範囲にわたって生じていることがわかる。前述の解析結果を勘案すると、噴砂を伴わない箇所においても液状化が生じていたものと推測される。解析で得られた沈下は液状化層の厚い海側両端部が 10～14cm 程度と大きくなっており、現地調査結果における沈下分布、沈下量（10～15cm 程度）とも一致している。また、現地調査結果での地表面の水平変位量は海側に向かって最大 15cm 程度であり、水平変位についても再現できている。

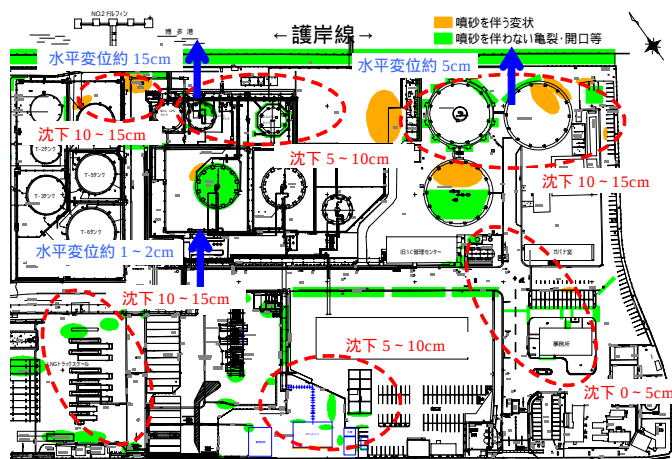


図-8 地盤変状調査結果

5. まとめ

2005 年福岡県西方沖地震の影響を受け、護岸に隣接する工場敷地において液状化を伴う地盤変状が生じた。近傍で観測された加速度記録に基づいた有効応力解析を実施した結果、解析結果は現地調査結果で確認された地盤変状を再現できた。本地盤変状予測結果は、震災後の配管補修における変位吸収機能追加のための資料とするとともに、同手法を用いた他工場での耐震対策のための予測も実施している。

参考文献

- 1) <http://www.kik.bosai.go.jp/kik/> 2) 龍岡文夫, 福島伸二: 砂のランダム繰返し入力に対する応力～歪関係のモデル化について, 生産研究, 1978. 3) 福武毅芳, 松岡 元: 任意方向単純せん断におけるダイレイタンスの統一的解釈, 土木学会論文集, No.412/ -12, 1989.

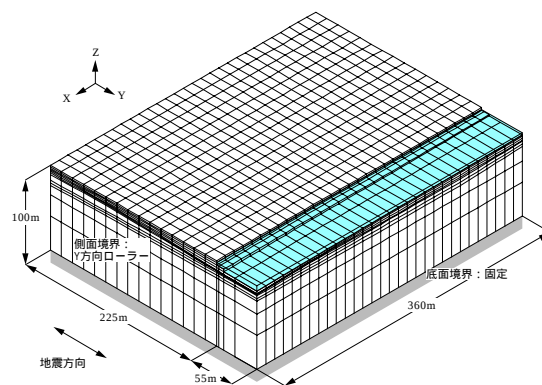


図-4 解析モデル

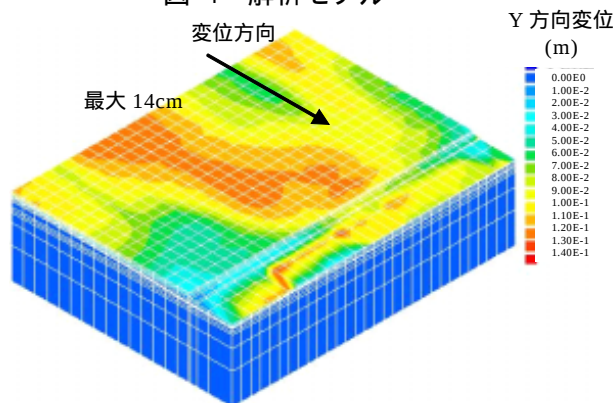


図-5 地表面水平変位分布

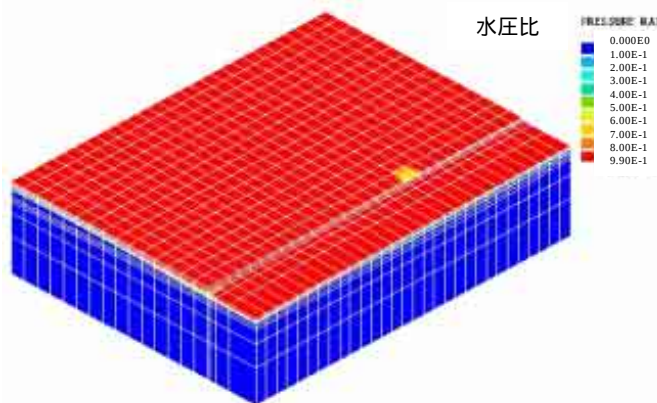


図-6 過剰間隙水圧比（埋土層）

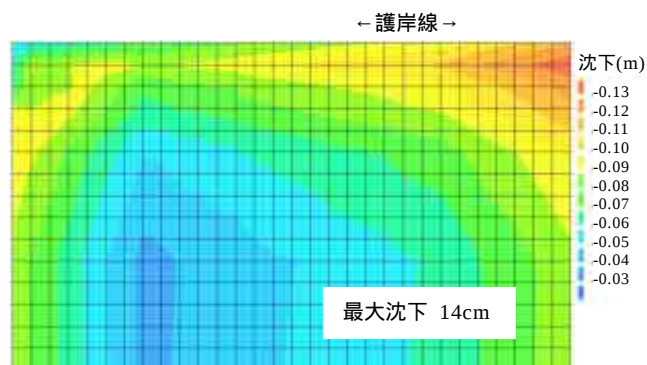


図-7 地表面沈下分布（解析）