

中央大学理工学部土木工学科 学生会員○神川 貴史

中央大学理工学部土木工学科 正会員 國生 剛治

中央大学理工学部土木工学科 学生会員 伊藤 力

1. はじめに

これまで一次元土槽を用いた模型実験では、砂層に低透水シームを挟み込んだ地盤を液状化させると、低透水シームの直下に容易に水膜が生成されることを明らかにしてきた¹⁾。今回、独立行政法人港湾空港技術研究所により2001年11月13日に北海道広尾町十勝港第4埠頭で、発破での人工地震による埋立地盤の液状化試験が行われたため、それに参加させていただき、地盤が液状化した際における地盤内部の挙動のビデオカメラによる観察を試みた。

2. 室内予備試験

地盤内部の観察は地盤中に設置した透明アクリルパイプの内部にCCDカメラを挿入することにより行うこととした。この方法の基本的有効性を確認するために室内予備試験を行った。

あらかじめアクリルパイプを設置した矩形土槽内に深さ40cmのシルトシームを挟み込んだ砂地盤を作成し、それを振動台上で液状化させた。その結果、液状化地盤の挙動や挟み込んだシルトシームの直下に水膜が生成する様子をカメラによって写真-1のように鮮明に観察できた。よって、この方法の基本的有効性はあることが確認された。

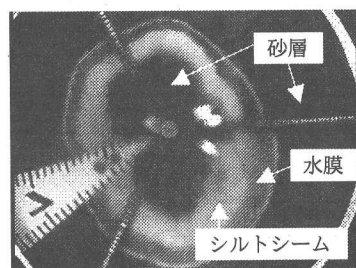


写真-1 予備試験での観測孔内映像

3. 発破試験の概要

本試験場の規模は非流動部と勾配のある盛土による流動部の4800m²で、発破孔は6m間隔で150孔ある。観察は非流動部の2孔(CT-1, CT-2)と流動部の1孔(CT-3)のボーリング孔で行う。3つの観測孔の周囲にはそれぞれ4つの発破孔(表-1参照)が約4.2m離れて配置されている。なお、装薬量は上段が3.0kg、下段が4.0kgとなっている。

表-1 観測用ボーリング孔に隣接する発破孔の仕様

観測孔	CT-2	CT-1, 2	CT-1	CT-1	CT-1, 2	CT-2	CT-3			
近い発破孔No.	A37	A38	A39	A42	A43	A44	B23	B24	B25	B26
上段深度(m)	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-3.5	-3.6	-3.6	-3.5	-3.5
発破時間(s)	25.4	26.1	26.8	28.9	29.6	30.3	15.6	16.3	17.0	17.7
下段深度(m)	-9.5	-9.5	-9.5	-9.5	-9.5	-9.5	-9.6	-9.6	-9.5	-3.5
発破時間(s)	25.2	25.9	26.6	28.7	29.4	30.1	15.4	16.1	16.8	17.5

4. 観察方法

図-1に観察方法を示す。観測孔には透明アクリルパイプ(長さ2m、内径10cm、外径11cm)5本を透明テープで連結させ用いた。最深部には底蓋を設けた。地面

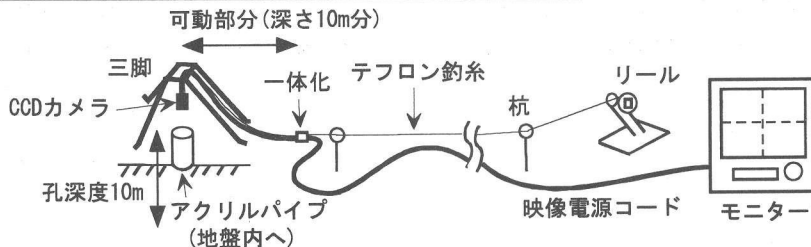


図-1 観察方法

キーワード：液状化 爆破 野外試験 試験方法 カメラ撮影

連絡先：〒112-8551 文京区春日1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL03-3817-1799 FAX03-3817-1803

から 50cm 程先端が出るようにパイプを削孔機により地盤内に埋め、内部は水道水で満たした。また、液状化後のパイプ外周に沿った上昇水流を少しでも防ぐため、地表面より深度 0.5m 付近のパイプ外側に約 10cm 厚のセメント入り布袋を巻きつけた。パイプの内側にはメジャーを貼り付け、10cm 毎と 50cm 毎にパイプに色を分けて線を引き深度を分かりやすくした。

写真-2 に CCD カメラによる撮影装置を示す。真下を向いたカメラに円錐鏡を取り付けたことで側方 360° の展開画像が撮影可能になっている。カメラに接続された映像電源コードとテフロン釣糸を観測孔直上の三脚の滑車に通し、カメラをパイプ内に吊り下げる。発破時には安全距離へ退避しなければならないため、釣糸をリールで巻くことにより遠隔操作でカメラを上下させる。また、カメラの先端におもりを取り付けることで合計約 1230g とし、映像電源コードが動く約 10m 分の地面との摩擦などに対して操作性を上げた。なお、遠隔操作距離は CT-1 孔が約 75m、CT-2 孔が約 85m、CT-3 孔が約 110m である。モニターには四分割機を用いて 3 つの観測孔と試験現場全体の映像を同時に観察できるようにした。また、本試験現場には多数の機関が参加しておりコード類を一直線にできないので、屈曲部に立てた杭に釣糸を通して迂回させた。

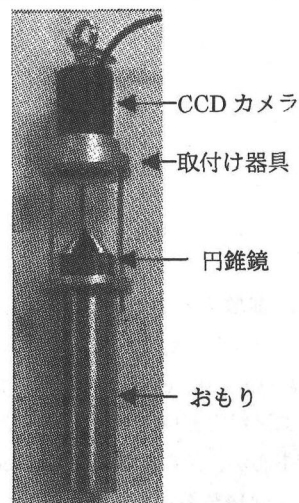


写真-2 CCD カメラ
による撮影装置

発破前のカメラの位置は、水中にあると発破の影響で破損してしまう懸念があったので、発破時間の早い CT-3 のカメラだけ水中待機とし、残りのカメラは水上待機とした。

5. 観察結果

発破前の観測孔内の様子は、削孔埋設時に生じた粘土の縦縞や層を構成している土粒子の違いなどを判別可能だった(写真-3 参照)。

発破後の観測孔内の様子は、発破の影響により CT-3 のカメラは破損してしまい、映像は発破開始から乱れ始め、B26 の爆破時間とほぼ等しい約 17.5 秒で得られなくなった。それまでの地盤内部に変化は確認できなかった。

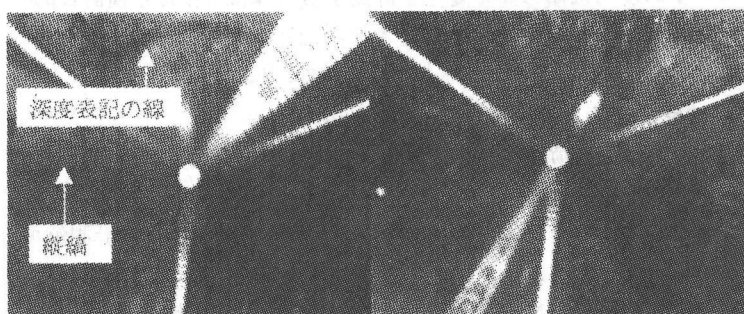


写真-3 発破前の観測孔内の映像

一方、CT-1、CT-2 では釣糸が発破直後から動かなくなった。原因として填砂に釣糸が埋もれたこと、倒れた近辺の計器が障害となったこと、液状化時のパイプの浮き上がりでパイプと三脚がずれたことが挙げられる。また、パイプ内に泥水が浸入して濁り土砂が堆積した。これはパイプの結合部またはパイプ自体が破損したと考えられる。よって CT-1、CT-2 のカメラは地盤内部を撮影するに至らなかった。

6. まとめ

今回は液状化時の地盤内部の観察はできなかった。しかし、予備試験では液状化時の模型地盤の挙動や水膜生成の様子を容易に鮮明に観察でき、本試験の発破前には埋立地盤内部を鮮明に観察できた。よって、今回の問題点を改善すれば液状化時の地盤内部の挙動、特に低透水層がある場合には水膜生成の様子を観察できる可能性がある。今後は今回の結論を生かし改良した方法により再度観察する予定である。

<謝辞> 本試験では独立行政法人港湾空港技術研究所との共同研究により行った。その準備にあたっては佐藤工業株式会社に種々の便宜を図っていただいた。ここに謝意を表します。

<参考文献> 1) Kokusho, T.: Water film in liquefied sand and its effect on lateral spread, ASCE Journal GGE, vol.125, No.10, pp817-826, Oct.1999