

鳥取県境港市の竹内工業団地におけるスウェーデンサウンディング試験

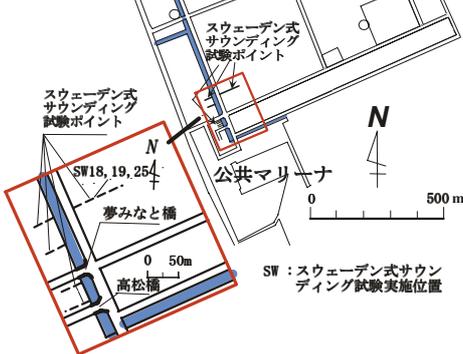
東京理科大学理工学部 正会員○塚本 良道、石原 研而、中澤 博志  
 大成建設 正会員 清水 良純  
 日本舗道 大場 淳雄  
 日本国土開発 小門 律樹

1. はじめに

平成 12 年 10 月 6 日に発生した鳥取県西部地震 (Mj7.3, Mw6.6) では、鳥取県境港市において震度 6 強の揺れを記録した<sup>1)</sup>。この地震により、弓ヶ浜半島の東岸に位置する埋立地である竹内工業団地においては、ほぼ全域において液状化が発生し、建物周辺の地盤沈下・不同沈下・移動および軽微な損壊、上水道などのパイプラインの損壊が発生した。竹内工業団地の西端に位置し南北に通る用水路の底盤には噴砂が噴出・堆積し、用水路東側の道路の舗装は歪み、矢板式護岸である東側護岸に異常は見取れなかったが、不織布を埋設しコンクリートブロックにより表面処理された西側護岸でははらみ出しおよび崩落が確認され、西側護岸の地盤上ではクラックが大量に発生しており、用水路の方向にすべり破壊を起こしている可能性が容易に見てとれた。そこで、比較的簡易に実施可能なスウェーデン式サウンディング試験により周辺の地盤調査を行ったので報告する。

2. スウェーデン式サウンディング試験実施位置

図 1 に、竹内工業団地の概略図を示す。用水路は、本埋立地の西端を南北に通っており、特に南端に位置する夢みなと橋の周辺において、護岸のはらみ出し・崩落、周辺地盤における大量のクラックの発生が確認された。図 2 に、夢みなと橋周辺の状況を示す。夢みなと橋北側の用水路西岸上において、大量に地盤のクラックが発生しており、その周辺に噴砂が堆積し、護岸のはらみ出しおよび崩落が生じていた。導水管のある夢みなと橋南側においても、同様に護岸のはらみ出しが確認された。液状化により地上に噴砂として現れているのは、全て埋立地に利用されたと思われるシルトで、竹内工業団地全域においてほぼ同様のものではあった。物理試験の結果から、 $D_{50}=0.062\text{mm}$ ,  $U_c=1.014$ ,  $U_c'=0.463$ ,  $F_c=72\%$ であった。

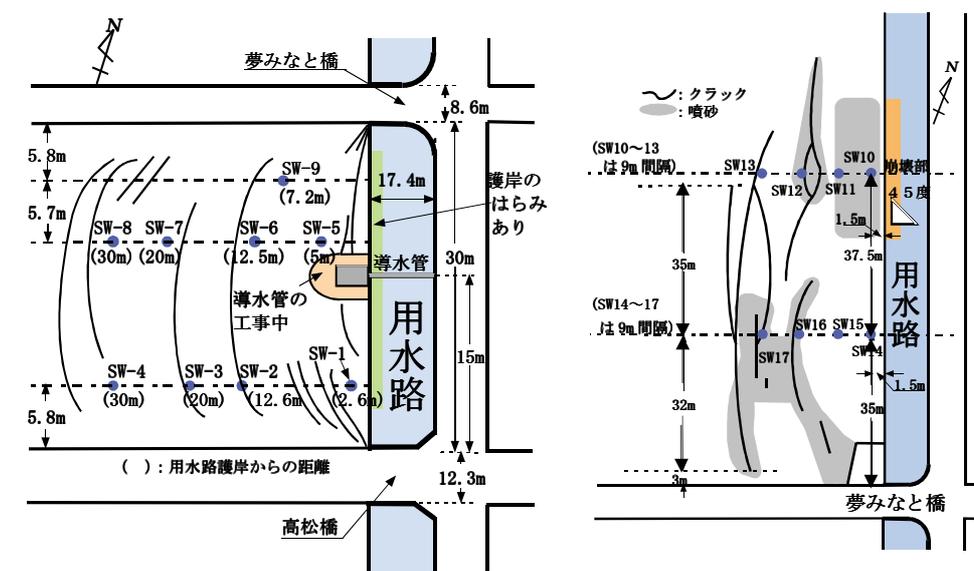


そこで、図 2 に示すように、夢みなと橋南側の用水路西岸において、用水路に直角方向に 2 測線を仮定し合計 9 点 (SW1~9)、夢みなと橋北側の用水路西岸において、やはり 2 測線を仮定し合計 8 点 (SW10~17) において、貫入試験を実施した。また図 1 に示すように、夢みなと橋の北側に位置し、大量の地盤のクラック・噴砂が確認され護岸のはらみ出し・崩落が確認された用水路の西側護岸の対岸においても、1 測線を仮定し合計 3 点 (SW18, 19, 25) において貫入試験を実施した。SW18・19・25 はそれぞれ、道路から 57m, 85m, 685m の位置にある。実施期間は、地震発生から 2 週間後の 10 月 23 日~27 日である。この他、図 1 の丸印の地点においても同様に貫入試験を行ったが、本報告では割愛する。

3. スウェーデン式サウンディング試験結果

図 1. スウェーデン式サウンディング試験実施位置 (竹内工業団地)

図 3 から図 5 において、スウェーデン式サウンディング試験結果を示



すが、図中、 $W_{Sw}$  (0~1) は、おもり 100kg までの荷重における自沈を表し、 $N_{Sw}$  は、おもり 100kg 載荷のもとでのハンドルの 1m あたりの半回転数を表す。また図中、層の区分としては、地表面の表層、 $N_{Sw}$  が 50 以下の層、 $N_{Sw}$  が 50 から 100 までの層、 $N_{Sw}$  が 100 以上の層という表示をとっている。図 3 に、夢みなと橋南側の用水路西岸における 1 測線分のスウェーデン式サウンディング試験結果 (SW-1~4) を示す。この地点においては、護岸がおよそ 40cm ほど用水路側にはらみ出しており、地上には無数のクラックとともに噴

図 2. 原位置試験実施位置と地盤のクラック発生状況 (竹内工業団地夢みなと橋付近)

キーワード: スウェーデンサウンディング試験、液状化、すべり破壊、シルト  
 連絡先: 千葉県野田市山崎 2641 東京理科大学理工学部土木工学科 Tel: 0471-24-1501 (4004) Fax: 0471-23-9766

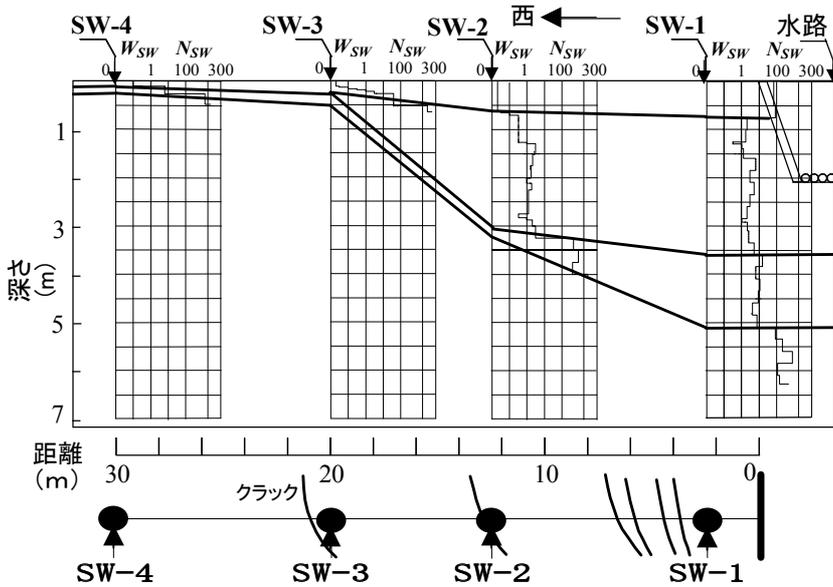


図3. 夢みなと橋南側の用水路西岸における試験結果(SW-1~4)

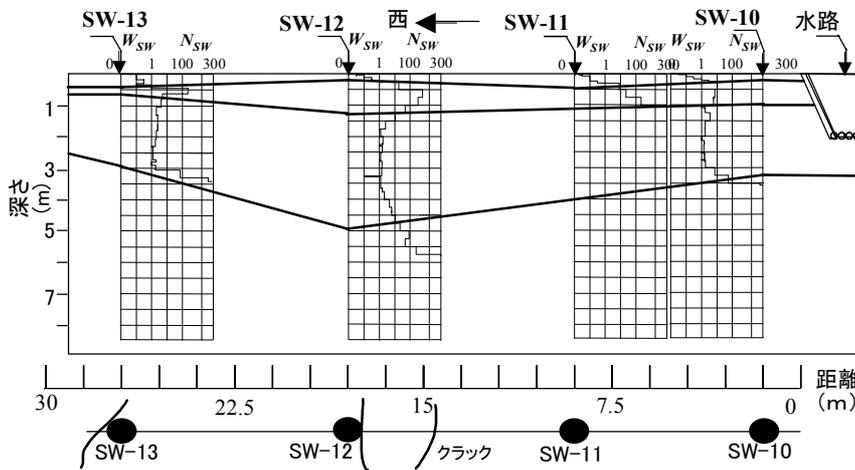


図4. 夢みなと橋北側の用水路西岸における試験結果(SW-10~13)

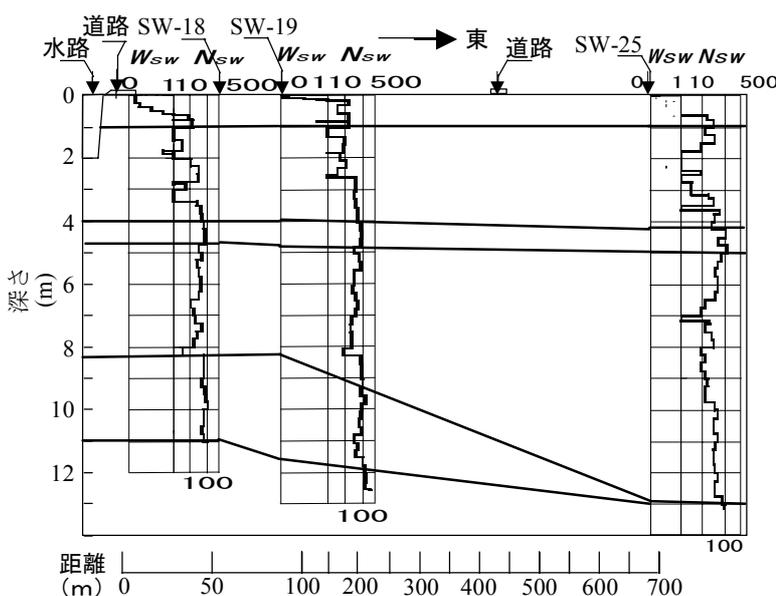


図5. 夢みなと橋北側の用水路東岸における試験結果(SW-18,19&25)

参考文献 1) (社) 土木学会鳥取県西部地震調査団「2000年10月6日鳥取県西部地震被害調査報告」、<http://www.jsce.or.jp/report/index.html>.

砂の後も見られた。クラックの発生は、護岸のはらみ出しと導水管の損壊の影響を強く受けている様子であった。貫入試験結果から、地下深さ3m付近まで、自沈または  $N_{sw}25$  以下の貫入抵抗の低い層であることがわかった。

図4に、夢みなと橋の北側で用水路の西岸における貫入試験結果(SW-10~13)を示す。ここは、用水路のコンクリートブロックの護岸が崩落した地点に相当する。特に鉛直変位をともなったクラックがSW-13において発生していた。また、どの貫入ポイントにおいても深さ0.5mまで  $N_{sw}$  は上昇し、その後減少し、自沈層を経て再び上昇するという傾向にあり、相関性のある結果となった。ここで深さ0.5mまでの貫入は、植生の影響、および護岸付近では不織布が敷設されており、その影響を受けたものと推測される。これらのことより、この地点においては埋立てに使用されたシルトの液状化にともない、用水路の方向へのすべり破壊が生じていることが容易に推測された。

図5には、夢みなと橋北側に位置し、用水路東岸での貫入試験結果(SW-18,19&25)を示す。この地点は、大きな空き地になっていて地表面が広範囲にわたって舗装されているが、ところどころに大きなひび割れが生じており、そこから大量に噴砂が地表面に吹き上げてきたと考えられ、空き地ほぼ全域が噴砂で覆われ堆積している状況であった。貫入試験はひび割れの生じていた箇所に行っている。試験結果から、深さ3m付近まで自沈を含む  $N_{sw}10$  以下の軟弱地盤である。その後  $N_{sw}50$  前後の層が深さ8m付近まで続く。この地点に代表されるように、埋立てに使用されたシルト層が深さ8mから10m以上堆積し、 $N_{sw}$  が30から50以下の軟弱な層を形成していることがうかがえる。

4. まとめ

平成12年鳥取県西部地震で、広範囲にわたって液状化を起こし噴砂に覆われた竹内工業団地内の用水路付近において、スウェーデンサウンディング試験を実施した。埋立てに使用されたシルト層の貫入抵抗の性状を把握するとともに、用水路付近で発生したすべり破壊も埋立てシルト層の液状化に起因することがうかがえた。

謝辞

鳥取県境港市竹内団地においてスウェーデンサウンディング試験を実施するにあたり、境港管理組合および鳥取県企業局の方々、および基礎地盤コンサルタント(株)岩崎公俊氏・樋口昭雄氏に多大なるご協力をいただきましたので、ここに感謝の意を表します。