

III-A 122

釧路沖地震で液状化を防止したグラベルドレーンの目詰りに対する有効性について

運輸省港研 正員 井合 進

(株)鴻池組 正員 ○田中幸芳

N K K 正員 棚邊 隆

不動産建設(株) 正員 安藤 裕

(株)ジ・トップ 正員 須見光二

1. はじめに

平成5年1月15日に発生した釧路沖地震(M7.8)は、釧路港を中心に液状化による甚大な被害をもたらした。しかしながら、サンドコンパクションパイル工法やグラベルドレーン工法による液状化防止対策を施していた港湾施設ではほとんど被害を受けておらず、これら液状化対策工法の有効性が確認された。なかでもグラベルドレーン工法は過去に大地震の洗礼を受けていなかったことから、今回の地震で初めて液状化防止効果を実証したといえる。

大地震の洗礼を受けたグラベルドレーンが以後の地震においても有効に機能し続けるためには、地震時に目詰りを防止することが最大のポイントとなる。この目詰り防止に関しては、施工の段階で目詰りが生じないような材料を選定することによって十分に配慮されているが、地震後の状況を把握しておくことは、その材料選定方法の妥当性を実証するために必要不可欠であると判断した。そこで、釧路沖地震後、グラベルドレーンが施工されていた箇所が発掘調査を実施し、粒度試験や鉍物試験などの詳細な分析を行った結果、目詰りが生じていないことを確認するとともに適切な材料の選定方法の妥当性も実証した。

2. 調査方法ならびに検討項目

グラベルドレーンの発掘調査は、釧路西港第3埠頭（西側）-12.0m岸壁で実施され、図-1に示すようにウェルポイントで地下水位を低下させながら行った。今回の検討項目は以下の通りである。

- ①目視（写真）による検討
- ②半径方向の粒度分布による検討
- ③地山砂との鉍物成分の比較
- ④目詰り試験による検討

検討項目内の、③地山砂との鉍物成分の比較については、X線回折による主要鉍物の含有量を砕石およびドレーン内の2mm以下の成分と地山砂について調査し比較検討するものである。また、④目詰り試験による検討については、図-2に示すような専用試験機を用いて実施した。この専用試験機は地震時の短期目詰りの安定の検討を目的として有効拘束圧、間隙水圧（動水勾配）等を変化できるような構造となっており、今回の試験では完全に液状化が発生した状況下（ $u/\sigma_v' = 1.0$ ）での目詰り状況の有無を確認した。

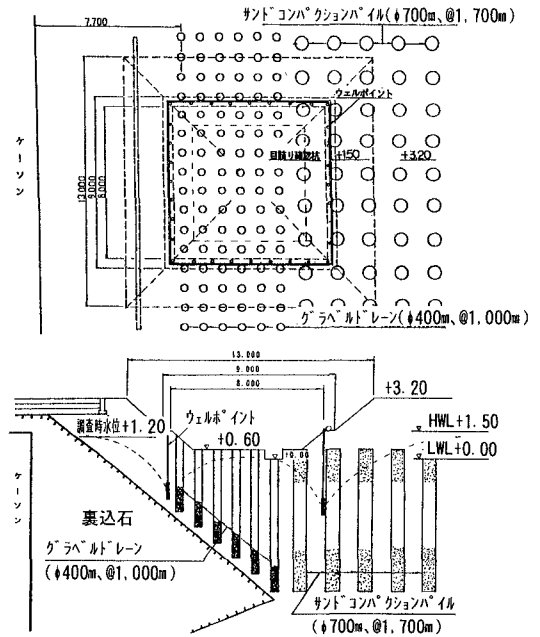


図-1 グラベルドレーンの発掘調査状況

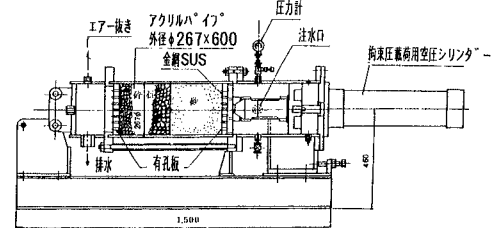


図-2 目詰り試験機

3. 試験結果および考察

①目視（写真）による検討結果

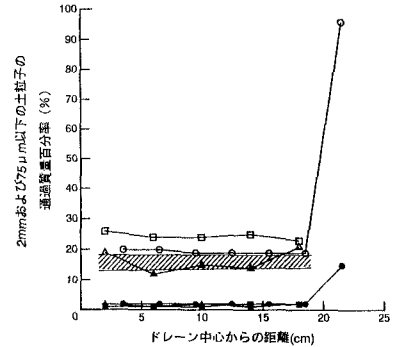
目視によるとドレーン外周部の碎石は茶褐色であり、それに対し地山砂は灰褐色であることから混入した形跡は見られなかった。

②半径方向の粒度分布による検討結果

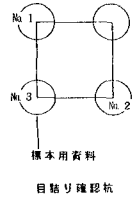
碎石ならびに地山砂の粒度試験結果の中から、2mmおよび75 μ m以下の土粒子の通過百分率を半径方向分布で表し図-3に示す。この結果、通過百分率は半径方向にほぼ一定であり、ドレーンの外側から砂が入り込んでいるような傾向は見られなかった。

③地山砂との鉱物成分の比較結果

表-1にX線回折結果を示す。この結果、一般的な砂に必ず含まれている石英については、地山砂の相対的な量が碎石とドレーン内の2mm以下を採取したものに比べて2倍も多く含有している。また、特定の岩石にしか含まれないリンケイ石は碎石およびドレーン内の2mm以下を採取したものには含まれるが、地山砂には含まれていない。なお、長石類については、碎石およびドレーン内の2mm以下を採取したものと地山砂では同程度の含有量を示しているが、両者は化学的成分が異なっており、これらを勘案すると碎石とドレーン内の2mm以下を採取したものは同じ材料であり、地山砂は別の材料であると断定できる。よって、地山砂はドレーン内に混入していないと判断される。



凡	例
○	No. 1 (+0.6m)
□	No. 2 (+0.6m)
△	No. 3 (+0.6m)
●	No. 1 (±0.0m)
■	No. 2 (±0.0m)
▲	No. 3 (±0.0m)



※ 施工時に使用した碎石の2.36mm以下の通過質量百分率の範囲
 ※ 白印 砂分(2mm以下)
 黒印 シルト(75 μ m以下)

図-3 粒度試験結果の半径方向分布

④目詰り試験による検討

専用試験機によって実施した目詰り試験の結果一覧を表-2に示す。この結果、何れの条件下においても目詰りは発生しなかった。

表-1 X線回折結果

No	試料名	主要鉱物含有量		
		長石類	石英	リンケイ石
①	砕石	相対的に中	相対的に中	相対的に少
②	ドレーン内の2mm以下を採取したもの	相対的に中	相対的に中	相対的に少
③	地山砂	相対的に中	相対的に多	検出されず

表-2 目詰り状況観察結果

拘束圧 水圧 (kgf/cm ²)	安定流量 (l/分)	載荷板 移動量 (mm)	アクリル円筒外部の観察	砕石内部観察
0.5 (試験前)			砕石内への砂の混入1cm未満	
0.5 (透水中)	10.0	3.0	砕石内への砂の進行無し	砕石内に砂粒子無し
1.0 (透水中)	18.0	3.0	砕石内への砂の進行無し	砕石内に砂粒子無し

4. まとめ

以上の調査結果から総合的に評価すると、釧路沖地震による目詰りは発生していないと判断できる。このことは、今後の地震においても液状化防止効果が有効に機能し続けることを実証するものである。

なお、平成6年10月4日に発生した北海道東方沖地震(M8.1)においても釧路港を中心に再度液状化による甚大な被害が発生したにもかかわらず、グラベルドレーンによって釧路沖地震前から液状化防止対策を実施していた箇所ならびに釧路沖地震後に復旧工事で施工されていた箇所とも液状化による被害は発生しなかったことを最後に付け加えておく。