

4. 復旧・復興、防災・減災における地盤改良工事

4.1 住宅地の災害復旧工事～札幌市清田区～

1. はじめに

2018 年 9 月に北海道胆振東部地震が発生した。厚真町では震度 7 を観測し、北海道で記録した最も大きな震度であった。関係機関の調査^{例えば 1)、2)}によると、227 件の土砂災害（写真 1）や 469 棟の住宅全壊など多くの被害が報告されている。また、道内全域がブラックアウト（停電）となり、産業や日常生活へ被害が拡大した。

札幌市内では最大震度 6 弱の地震を受け、住宅の沈下、傾斜、道路の陥没などが散見された。札幌市は各地の被害状況を分析して、その対策を進めている。本節では、札幌市清田区里塚地区の被害状況と復旧工事の概要を紹介する。



写真 1 厚真町厚幌ダム上流での山腹崩壊²⁾

2. 清田区里塚地区の被害状況

2.1 被害概要

被害概要を図 1 に示す。道路では、沈下（延長 0.75km）や土砂流出（延長 0.25km）のほか、陥没や損傷が多数確認された。水道管の損傷は 3 か所、下水道管の機能障害は 3.7km で認められた。また、敷地内の公園では約 2.2m の大規模な沈下が発生した。また、住宅にも沈下、傾斜が発生しており、早急の復旧・復興工事が必要であった。

2.2 土地の成り立ち

造成前の里塚地区は、低地部と少し小高い段丘部、尾根があり、その境目には水路があったものと推察されている。昭和 50 年代前半の宅地造成工事で尾根を切り取り、低い土地を埋めて、現在の里塚地区が造成された。ボーリング調査の結果、地下水位より深い所に非常に緩い層が確認された。



図1 被害状況³⁾

2.3 被災メカニズム

被害概要や土地の成り立ちを踏まえると、被災メカニズムは以下のとおりと考えられている。

- (1) 地震発生時に、盛土内で地下水位以下の層において液状化が発生
- (2) 液状化した土砂が造成前の沢沿いに帯状に流動（旧水路の傾斜地に沿って流動）
- (3) 脆弱な箇所より土砂が噴出
- (4) 土が抜け出したことによる地盤沈下と土砂の堆積が発生

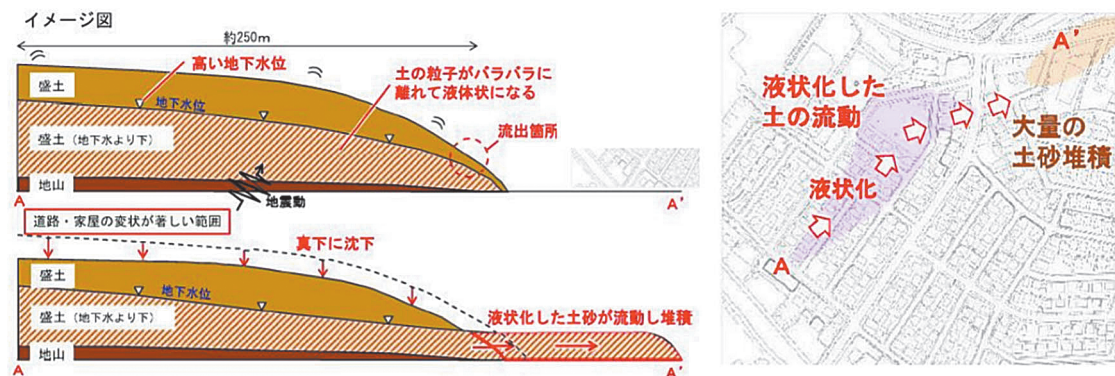


図2 被災メカニズムのイメージ³⁾

3. 対策工

里塚地区の被害は、液状化した土砂が別の場所に流動し堆積することで、液状化発生箇所が地盤沈下するという、これまでの液状化の被害と比較して極めて珍しいものであった。対策工の選定においては、表 1 の 3 つの視点を踏まえながら、単一の液状化対策だけでなく、複数の対策の併用が検討された。

検討の結果、適用箇所に応じた地盤改良工と、地盤改良工後の周辺地下水位への影響を考慮して、地下水位のせき上げ対策が併用された。

表 1 対策工の選定における 3 つの視点 ³⁾

- | |
|---|
| 1) 発生要因を踏まえ、 <u>液状化</u> と <u>大規模な土砂の流出</u> による盛土部全体の再度災害への抑制効果があること |
| 2) 個人負担に配慮しつつ、個人が実施する住宅再建への時間的影響を極力小さくすること |
| 3) スピード感を重視し、施工実績や対策工の信頼性、耐久性が認められている工法であること |

3.1 地盤改良工

各地盤改良工の適用箇所を図 3 に示す。費用と効果の検討結果を踏まえ、道路部では深層混合処理工法、宅地部では薬液注入工法、公園部では砕石置換工法が採用された(図 4)。適用箇所に応じた工法と目的を表 2 に整理する。また、深層混合処理工法の仕様を表 3 に、施工状況を写真 2 に示す。



図 3 各地盤改良工の適用箇所 ³⁾



(a) 道路部・深層混合処理工法 (b) 宅地部・薬液注入工法 (c) 公園部・砕石置換工法

図4 各地盤改良工の概要³⁾

表2 適用箇所に応じた工法と目的³⁾を参考に作成

適用箇所	工法	主な目的
道路部	深層混合処理工法 (高圧噴射攪拌工法)	土中に柱状の改良体を連続させた壁をつくり、地盤の横方向の動きを抑えることで、液状化の発生を抑制し流動化を防止する。
宅地部	薬液注入工法	土粒子の隙間の水を薬液に置き換え、地中に改良体を生成し、流動化と液状化の発生を抑制する。
公園部	砕石置換工法	地表面から緩い土層を砕石に置き換え、液状化の発生を抑制し、流動化を防止する。

表3 道路部での深層混合処理工法の仕様

項目	仕様
工法	高圧噴射攪拌工法
改良深度 (m)	約 10m
改良径 (mm)	φ 2000、φ 2500、φ 3000
設計基準強度 (kN/m ²)	1000 、1200
固化材の種類	高炉セメント B 種
注入材の標準配合 (kg/m ³)	固化材：760kg、混和材：10kg、水：750kg
添加方法	スラリー添加 (W/C=98%)



写真2 施工状況（道路部での深層混合処理工法）³⁾

3.2 地下水せき上げ対策

地下水せき上げ対策の概要を図 5 に示す。地下水の流入の抑制、排水の促進により、地下水位の上昇を抑制する対策が行われた。具体的な方法は以下のとおりである。

- (1) 上流側の道路で一定の深さまで砕石に置き換える。また集水した水は暗渠管で排水する。
- (2) 深層混合処理工法で対策された全ての道路に暗渠管を設置し、排水する。
- (3) 公園では広範囲に砕石で置換し、集水された水は暗渠管で排水する。

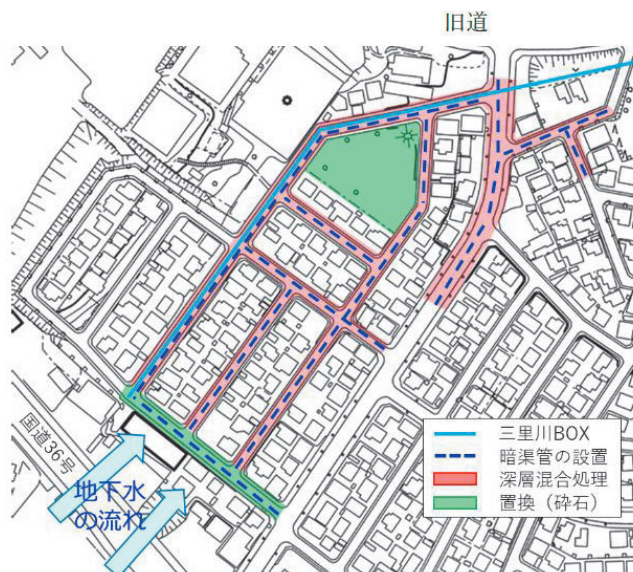


図 5 地下水せき上げ対策³⁾

4. おわりに

札幌市では、地震発生直後から月 1 回の頻度で開催した地元説明会、生活再建・住宅再建に関する相談会の開催、住宅再建と復旧工事を調整する現地事務所の設置など、住民へのきめ細かいサポートのもと、復旧・復興工事を実施して、令和 2 年 12 月に現地での作業を終えた。

清田区里塚地区の液状化被害は、過去の液状化被害と比べ珍しいものであったが、深層混合処理工法を含めて複数の対策工が併用され、地震に強い住宅地が構築されることとなった。

【参考資料】

- 1) 国土交通省：平成 30 年北海道胆振東部地震による被害状況等について（第 28 報）
<https://www.mlit.go.jp/common/001270661.pdf>（2021 年 9 月現在）
- 2) 平成 30 年北海道胆振東部地震災害検証委員会：平成 30 年北海道胆振東部地震 災害検証報告書
- 3) 札幌市提供