

## 地すべり対策施工時の計測計画と 深礎杭の試験施工結果

杉本 正\*  
Tadashi Sugimoto

新村 憲和\*\*  
Norikazu Shinmura

渡辺 裕久\*\*\*  
Hirohisa Watanabe

岡井 崇彦\*\*\*\*  
Takahiko Okai

### 1. はじめに

本報で示す工事は、高速道路の計画ルート上に存在する地すべり地において、地すべり抑止のための深礎杭（ $\phi 3.0\text{m} \sim \phi 5.0\text{m}$ ）を50本施工するものである。

今回の報告では、当工区における深礎杭施工のための計測計画の概要と、深礎杭の施工方法を決定するために実施した比較試験の結果について示す。

### 2. 地形・地質概要

図-1に示すように、施工場所は5~20mの厚い崖錐層で被われており、その斜面勾配、地層境界は $30^\circ$ 以上の急傾斜である。その下部に位置する基盤層は、東西に走る山田断層を境界にして南側（山側）の有馬層群と北側（谷側）の神戸層群に二分される。有馬層群は主に流紋岩質凝灰岩、また神戸層群は砂岩・泥岩・礫岩等の堆積岩から構成されている。

当該斜面には、崖錐層と基盤層との境界をすべり面とする大規模な地すべりブロックNが想定されており、その抑止対策として深礎杭による抑止工が計画された。

### 3. 計測計画

#### (1) 計測機器配置

深礎杭の施工位置は図-1に示したように、地すべり斜面ブロック内であること、また活線トンネルが施工箇所下部に存在すること等、きびしい作業環境下にある。そこで、計測管理用の測線を20~40m間隔に設定し、表-1に示す5項目を主な計測対象として計測機器を配

置した。

#### (2) 管理値

計測される変位に関する計測管理の基準値を表-2に示す。計測中、地山挙動に異常が発生した場合には、その周辺の計測結果も併せて総合的に評価・検討を加え、早急に対策を講じることとしている。

## 4. 深礎杭の試験施工結果

#### (1) 試験施工の目的

試験施工の目的は、掘削地山条件の異なる2本の深礎杭で、その施工性および地山挙動の相違等について比較検討し、最終的には深礎掘削時に薬液注入工が必要か否かを判定することである。

そこで試験杭の一方（NO.15）は補助工法を用いずに通常の掘削方法で施工することとし、他方（NO.18）は掘削面周囲に改良域が1.0mとなるよう薬液注入工を先行し、試験施工を実施した。

なお、両試験杭の杭間隔は18mであり、試験杭NO.18はNO.15の斜面斜め上方（山方向〈断面水平距離〉7.5m、西方向〈紙面手前方向〉16.5m、高低差7.6m、図-1参照）に位置している。また、掘削中は常にNO.18の掘削が先行して実施された。

#### (2) 比較項目とその結果

試験深礎杭の比較項目とその結果を表-3に示す。掘進速度は、差がそれほど顕著に現れなかった。その理由としては、地質的にNO.15の方がやや硬質であったことが影響しているものと考えられる。しかし、薬液注入工を実施した方が掘進速度を高められることは確認できた。

裏込注入量は、NO.18の方が23%少なく抑えられた。これは、薬液注入の効果によって掘削切羽が安定しており、崩壊量や余堀量が少なかった結果であると考えられる。また、NO.18での崩壊発生箇所数がNO.15に対しほぼ半減していることから上述のことが裏付けられる。

湧水の発生箇所はNO.15の方が多く、NO.18の薬液注入による止水効果が認められた。

試験施工中の周辺地盤では、各計測機器とも顕著な変動は認められず、今回の杭施工間隔（3D:Dは杭径）を確保すれば周辺地盤へ与える影響は小さいことが確認できた。

#### (3) 結果に対する考察

前述の結果より、試験施工によって確認された薬液注入の効果として以下の2点が挙げられる。

①崖錐層および断層近傍において切羽が安定し、掘進速度を高められる。

\* 関西(支)阪高谷上(出)所長  
\*\* 関西(支)阪高谷上(出)工事係長  
\*\*\* 関西(支)阪高谷上(出)工事主任  
\*\*\*\* 土木設計部設計課

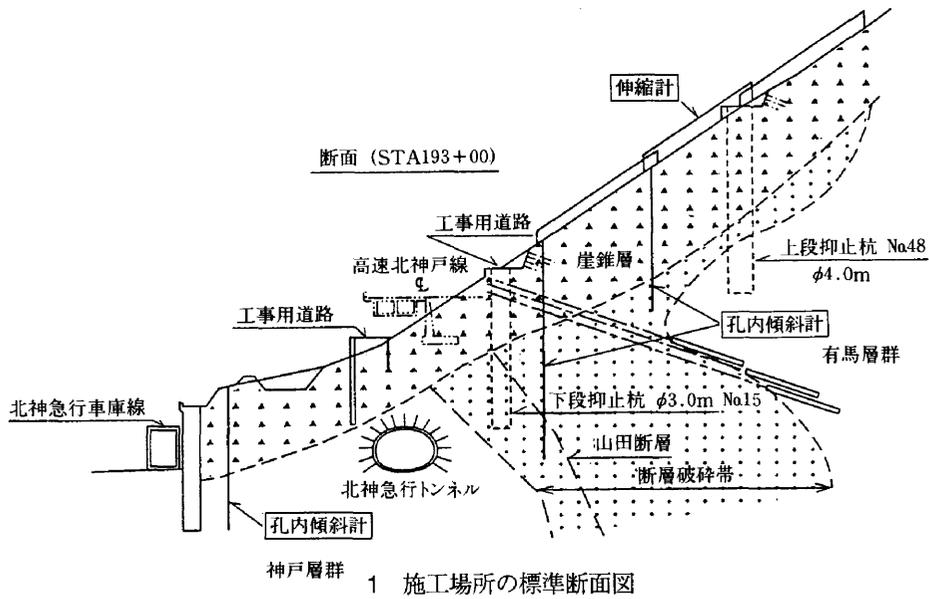


表-1 計測対象と使用計測機器一覧

計測の対象	目的	重点	計測項目	計測器名	数量
1) 試験深礎杭施工 (試験比較)	施工性の評価 (背面地山の自立性)	切羽の崩壊	切羽観測	スケッチ観察	
	斜面安定性の評価	地山の水平変位	地滑り計測	孔内傾斜計 伸縮計 土圧計	6基 8基 4点
	施工時安全性の確認	作用荷重	歪測定	歪計	56点
	地山強度の確認	セン断強度 変形変数	一面セン断試験 孔内載荷試験	LLT	2試料 4点
2) 斜面の安定性	断面の発達と古い地滑りの再活動の調査	地滑り再活動 斜面の崩壊 表層滑り	地滑り計測	孔内傾斜計	19基
	工事用道路の土工に伴う崩壊と地滑りの調査			多段式傾斜計 伸縮計 定点観測 軸力計	1基 16基 28点 4基
		土圧の作用		土圧計	4点
		地山の水位上昇		水位トランスデューサ	22基
3) 開削部抑止工の健全度	開削トンネル掘削時の深礎杭・アンカーの安全性の評価	深礎杭への作用荷重		鉄筋計	22点 2ヶ所
		アンカーの引張り荷重	アンカー荷重測定	ロードセル	10基
4) 橋梁部抑止工の健全度	橋梁区間深礎杭の安全性の評価	深礎杭への作用荷重	鉄筋応力測定	鉄筋計	22点
				孔内傾斜計	2基
5) 北神急行トンネルへの影響評価	北神急行トンネル上方地山掘削による影響の評価	地山の水平変位	水平変位測定	孔内傾斜計	10基
		地山の鉛直変位	鉛直変位測定	スライディング マイクロメータ	2基
	近接施工による応力解放、荷重による影響の評価	トンネル覆工の変状	覆工応力測定	鉄筋計	3基
				ひずみ計	5基
				クラック計	9基
	軌道狂い	軌道位置測量	変位量測定	温度計	2基
				変位量測定	1式

※孔内傾斜計 合計35基 (延長856m), 伸縮計 合計35基

表-2 斜面の安定性についての管理基準値

計測機器	管理基準値の表記法	対応区分			
		点検・要注意または観測強化	対応の検計	警戒・応急対策	嚴重警戒一次待避
伸縮計	継続日数とその間の変位速度	5mm以上 /10日	5~50mm /10日	10~100mm /1日	100mm以上 /1日
挿入型 地中変位計	継続日数とその間のすべり面付近の変位速度	1mm以上 /10日	5~50mm /10日	—	—

表-3 試験深礎杭比較結果

深礎杭番号	No.15 (薬注なし)	No.18 (薬注あり)
杭先端標高	E.L. +279.20	E.L. +271.60
杭長	32.5m	27.5m
掘削速度 (平均)	0.445 m/day	0.500 m/day
裏込注入状況	注入ピッチ	1.92m (平均)
	注入量	1.352m³/m
杭の偏心	相対変位量	160mm
	傾斜	1/203
湧水	発生箇所	76
	湧水量	0.9ℓ/min
崩壊箇所 (小崩壊)	51ヶ所	27ヶ所

い一般的な掘削方法で施工するものとした。

### 5. おわりに

周辺地盤の挙動把握が重要な抑止対策工事では、その計測管理に膨大な時間と労力を要する。当現場では自動計測を積極的に採用し、その効率化を目指している。

深礎杭の施工は、基本的に補助工法を用いずに施工することに決定した。しかし実際には、多数の深礎杭を同時施工すること、掘削径の大きいものがあること、掘進速度アップにより工期を短縮できること等を考慮する必要があるため、今後も検討を加えて行く所存である。

最後に本工事の施工に当り、御指導御協力を頂いております関係各位に深く感謝致します。

②孔壁の崩壊の防止に効果があるため、裏込注入量を抑えられる。

以上より、掘削時の薬液注入工の採用は深礎杭の施工能率を高める効果があることが確認できたと言える。しかし、補助工法として採用しなければ掘削が不可能という結果ではなく、採用することによって非常に大きな長所が得られるとは言い難いことも同時に判明した。したがって、深礎杭の施工は、基本的には補助工法を用いな