

阪神高速道路公団 神戸第1建設部 北神工事事務所 馬場 茂
 西松建設株式会社 関西支店 土木部 正会員 杉本 正
 西松建設株式会社 関西支店 有野出張所 正会員 ○ 新村 憲和

1. まえがき

兵庫県南部地震は、阪神高速道路北神戸線の道路延長 約300m間に計50本配置された抑止杭の内、44本の杭本体施工が完了した時点で発生した。これら施工済みの抑止杭の効果によって、斜面は大規模な変状に至ることなく安定を確保できた。しかし、地震の影響で、施工済みの深礎杭鉄筋に応力が発生し、地震後の杭体に残留応力として残った状態となった。この残留応力に対する評価とその対策について報告する。

2. 地形地質概要

抑止杭の施工箇所は、斜面中腹に位置しており、その斜面勾配は30～35° 前後であり、山田断層が北神戸線ルートと並行してほぼ東西方向に存在する。

断層の南側には六甲花崗岩、流紋岩の有馬層群が分布し、北側には神戸層群が分布する。これらの基盤岩上の崖錐堆積層が地すべりブロックを形成しており、その層厚は最大20mにもなる。

3. 地震の影響とそれに対する評価

(1) 斜面の挙動

Fig.1に計測断面STA.192+80における兵庫県南部地震による変形状況を示す。斜面下方のSM-1は鉛直方向の変位計の計測結果である（SM-2は矢印位置から挿入不能）。水平方向の移動量を計測する孔内傾斜計も途中から挿入不能になるほどのガイド管の変形があるものもあり、正確な変位量は計測できていない。しかし、少なくとも50mmは変位したことを示す結果が得られており、一気に相当な変形が生じたものと推察される。また、せん断変形の認められる部分は、地すべり面の想定深度とよく一致しており、設計上考慮したすべり土塊が移動しやすい状況であったことが推察される。

地震後の斜面には変位の増大は認められず、安定状態を再度維持しているものと判断された。

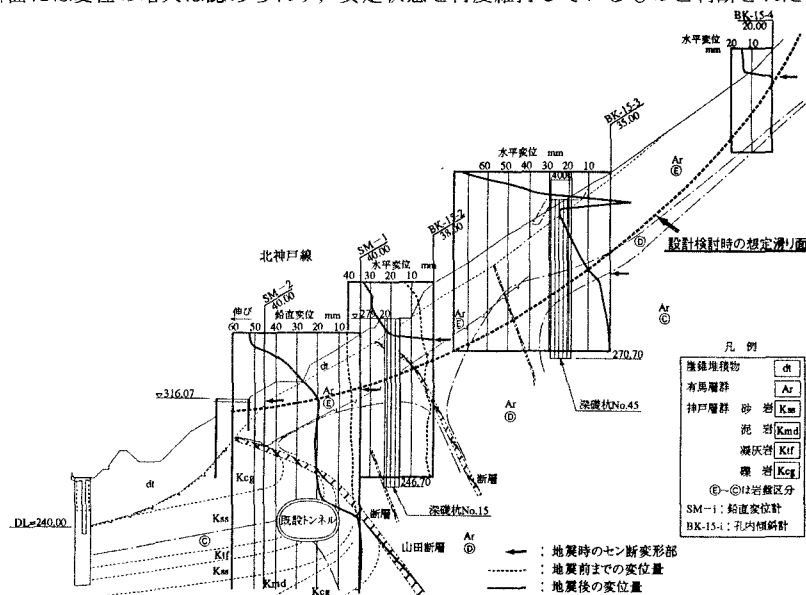


Fig.1 兵庫県南部地震による地盤の変形状況 (STA. 192+80)

(2) 抑止杭の挙動

抑止杭ではその健全度を確認する目的で、杭体施工が完了しているφ3.0m杭(N0.15)・φ5.0m杭(N0.27)・φ4.0m杭(N0.45)の3本で鉄筋応力を計測していた。

Fig. 2 にN0.15の鉄筋応力経時変化図を示す。本図は地震発生日を基準にして示したものであり、特に応力変動の大きかった杭中央部付近の値を示した。地震発生前までの応力変動量は数10kgf/cm²程度であったものが、地震によって大きな応力変動を示していることがわかる。この地震による影響はN0.27・N0.45においても認められたが、N0.15ほど顕著ではない。また、地震後は斜面の挙動と同様、鉄筋応力には大きな変化は認められない。

地震発生前を基準にしたN0.15杭の応力分布をFig. 3 に示す。N0.15およびN0.27の応力度分布は、杭全長にわたって山側で引張、谷側で圧縮となっている。地震前後の変化量の最大値は、N0.15のほぼ杭中央部で発生しており、引張応力740kgf/cm²、圧縮応力290kgf/cm²である。この応力変動分布は、地震によって崖錐層に相当する杭上部付近の土塊が谷側へ移動し、杭が変形したことを示している。

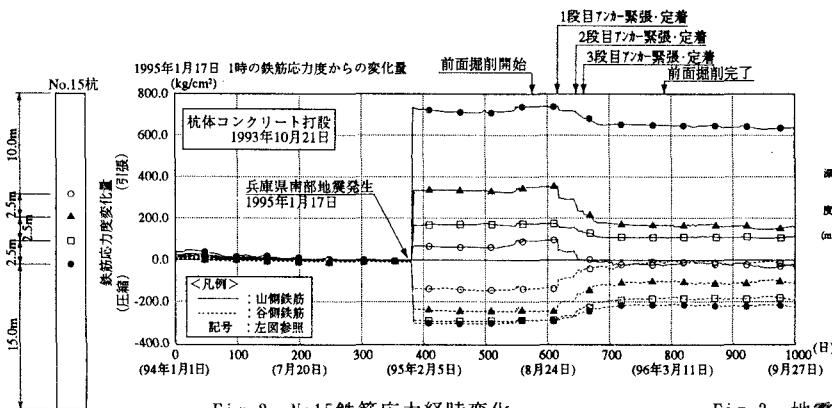


Fig. 2 No.15鉄筋応力経時変化

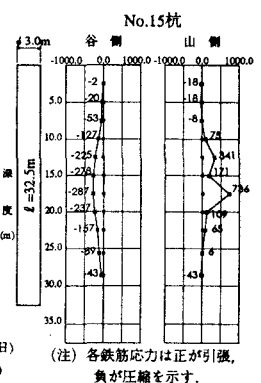


Fig. 3 地震による鉄筋応力変動分布

(3) 地震の影響に対する評価

抑止杭の前面を掘削するφ3.0m杭に関しては、掘削によって作用荷重のバランスが失われるため、掘削時に発生する変形および応力は地震の影響による残留応力に付加されると考えた。したがって、残留応力分を設計上軽減する対策が必要であると判断した。

4. 残留応力対策

φ3.0m杭の地震による残留応力に対する対策は、杭本体が施工済みであることから実際に考えて杭体を補強することは困難であるため、前面掘削時に施工するグラウンドアンカーで実施した。

グラウンドアンカーによる対策は、杭の変形を抑制し掘削時に発生する断面力を低減する事を目的とし、基本的にはアンカー設置時のプレロード量の増加で対処することとした。プレロード量は原設計の40%~70%に対し10%~15%増加させることで残留応力を考慮しても杭体応力が許容値を満足するとの結論を得た。また、アンカー自由長が25m以上の杭については、アンカー引っ張り材のランクアップ(9-φ12.7→12-φ12.7)を行い、荷重作用時の杭の変形を拘束するアンカーバネを大きくする対策を併せて採用した。

5. おわりに

計測結果が杭耐力確保のための再検討に反映できたことは、構造物の健全性維持という面からは計測が非常に有効であったことを示している。

本報文で示した対策を講じて、アンカー付き抑止杭の杭前面掘削は慎重に施工した。杭体の耐力に大きな影響のあるアンカー反力は、施工後からほとんど変動はない。また、クリープ等によるアンカー反力の減少は平成8年12月現在認められておらず、杭耐力が確保されていると判断できる。

最後に、本抑止杭の施工にあたり御指導・御尽力を頂いたトンネル地盤技術委員会(阪神高速管理技術センター)の方々をはじめ、関係者各位に深く感謝致します。