

参宮線池の浦B〇改築工事における最適な仮土留工の計画

東海旅客鉄道株式会社 正会員 良川 一斗

1. はじめに

本工事は、JR 参宮線松下駅池の浦シーサイド駅間で交差する、国道 42 号池の浦こ線橋の老朽化に伴う橋梁架替え工事である(図-1)。本現場は、橋台の支持層、仮土留工の支持層が未風化の岩盤(強風化黒色片岩、黒色片岩)で非常に強固な硬質地盤である(図-2)。橋台は JR 用地、現道法面、民地に近接している。これら現場状況を考慮した検討により、仮土留工にはグラウンドアンカー工法を、鋼矢板打設工法にはクラッシュパイラー工法を採用したので、本稿ではその経過を報告する。

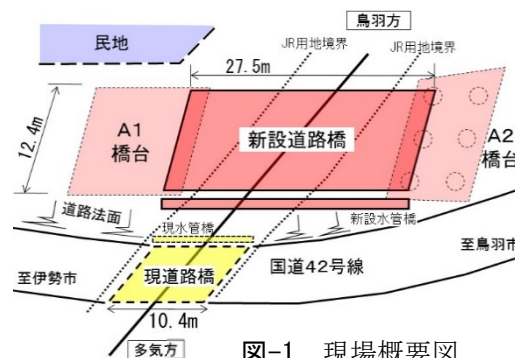


図-1 現場概要図

2. 仮土留工の選定

仮土留工の壁体は硬質地盤への施工が可能であり、地下水位に対する止水性を有したものから選定し、鋼矢板形式とした。現場は海に近く、セメント系の連続壁形式は水質環境への配慮から不採用とした。仮土留工の平面形状については、橋台を囲うような長方形とした場合、仮土留工が広範囲となり、周囲の JR 用地や現道法面、民地に及ぶため、橋台形状に沿う平行四辺形とした。また、立坑の床付け面までの深さが約 5m と深く、鋼矢板のみで自立する形式とした場合、鉄道に近接した箇所における壁体の許容変位量を超過することから、支保工もしくは補助工法を加えた 3 案による比較検討を実施した。表 1 に A1 橋台の例を示す。

案①切梁腹起し形式は、切梁や火打ちが密集するため、重機による立坑掘削が困難となることから施工性を△と判定した。また、切梁と火打ちが橋台躯体の堅壁やウイングに、中間杭がフーチングに干渉することで、干渉箇所への補強鉄筋の配置により鉄筋のあき確保が困難になることや、干渉箇所への断面補修等を要することから、躯体の品質を△と判定した。加えて、重機掘削ができないため、人力による岩盤掘削作業等が発生することから、躯体構築を含む工期、工費は△と判定した。案②グラウンドアンカー工法は、切梁等の支障がないことから躯体の施工性、躯体の品質については有利であり、それに伴い躯体を含む工期、工費ともに有利であると判定した。しかし、作業ヤード外方までグラウンドアンカーが及ぶこととなり、定着具が地中に残置され地権者等との協議が必要になることから、周辺環境を△と判定した。案③コンビジャイロ工法は、鋼矢板内側の鋼管杭により剛性を高めることで壁体の自立を可能とすることから、躯体の施工性、躯体の品質に対しては有利な工法である。しかし、鋼管杭の径の分だけ仮土留工が外側へ膨らみ、線路へと近接することから、鉄道への安全性を△と判定した。また、現道法面と民地に支障することから周辺環境を△と判定した。さらに、多数の鋼管杭打設を要することから、工期、工費については△と判定した。以上の比較検討結果を踏まえ、総合的に案②グラウンドアンカー工法が有利であり、地権者等と定着具の残置について協議を行い、了承を得ることができたため、グラウンドアンカー工法を採用することとした。これにより、立坑の重機掘削等に必要な施工スペースを確保し、支保工と躯体との干渉箇所を無くすことで、より高品質な躯体の

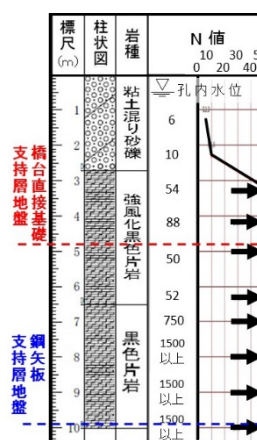


図-2 柱状図

表-1 仮土留工比較表(A1 橋台側)

	①鋼矢板+切梁腹起し ↑民地側 ↓道路法面側	②鋼矢板+グラウンドアンカー ↑民地側 ↓道路法面側 ○: 鉄道用地・道路用地・民地に定着具残置	③鋼矢板+鋼管(コンビジャイロ工法) ↑民地側 ↓道路法面側 ○: 鉄道用地・道路法面・民地に支障
概要図			
鉄道への安全性	○	○	△
躯体の施工性	△	○	○
躯体の品質	△	○	○
周辺環境	○	△	△
躯体を含む工期	△	○	△
躯体を含む工費	△	○	△
総合評価	△	○	△

施工を可能とした。

3. 鋼矢板打設工法の選定

3.1 鋼矢板打設工法の比較検討

鋼矢板の支持層地盤の換算 N 値は、50 回打撃時の貫入量が 1cm 以下であることから、「 $N=50 \times \{30(\text{cm}) / 50 \text{ 回打撃時貫入量}(\text{cm})\}$ 」より、1500 以上と評価される。また、一軸圧縮強度試験では最大 64.8N/mm^2 を示しており、非常に強固な硬質地盤であることがわかる。当現場の支持層地盤に対応する鋼矢板打設工法について、同程度の岩盤にて施工実績のある 3 案を、鉄道への安全性、工期、工費、硬質地盤への適応性の 4 項目にて比較検討した(表-2)。オールケーシング工法は、幅 400mm の鋼矢板打設に対して $\phi 1000\text{mm}$ の削孔を要し、線路に近接する箇所が生じるため、鉄道への安全性を△と判定した。また、ケーシング回転削孔とオーガ併用圧入機による鋼矢板圧入の 2 工程作業になること、 $\phi 1000\text{mm}$ のケーシング削孔後に地盤の砂置換が必要であることから、工費、工期について△と判定した。ロックオーガ工法は、必要最小径による削孔と安定液の充填により孔壁を保護することから、鉄道への影響が少ない工法であるが、スクリーによる削孔とオーガ併用圧入機による鋼矢板圧入の 2 工程作業となるため、工費、工期を△と判定した。クラッシュパイラー工法は、必要最小径によるオーガ削孔と、逆回転のオーガ引抜きにより孔壁内部の土がオーガ引抜きと同時に埋戻されるため、鉄道への影響が少ない工法である。また、オーガ削孔と鋼矢板圧入が 1 工程で可能であるため、工期、工費に関して有利であると判定した。しかし、「標準貫入試験にて貫入不可」あるいは「換算 N 値が 1500 以上」の地盤におけるクラッシュパイラー工法の施工実績は確認できたものの、「一軸圧縮強度試験の値が 64.8N/mm^2 以上」の地盤における施工実績は確認できなかったため、硬質地盤への適応性を△と判定した。鉄道への安全性、工期、工費においてクラッシュパイラー工法が有利であることから、硬質地盤への適応性について別途検討することとした。

表-2 鋼矢板打設工法比較表

	オールケーシング工法	ロックオーガ工法	クラッシュパイラー工法
概要図			
鉄道安全性	△	○	○
工期	△	△	○
工費	△	△	○
硬質地盤適応性	○	○	△

※工期・工費はN値を1500として算出

3.2 岩質の検討による適用性の評価

当現場の硬質地盤におけるクラッシュパイラーの適応性について、N 値以外の側面から確認するべく、岩質に関わる指標として「岩の硬軟区分」と「RQD」について検討した。「岩の硬軟区分」とは、コア性状の代表部分に対して、柱状部を水平方向にハンマー打撃することで岩片の硬軟を判定する指標である(表-3)。判定結果は A~E の 5 段階で評価され、当現場の支持層地盤は C(中硬)で、ハンマーで叩けば容易に割れる硬さであることを確認した。次に、RQD(Rock Quality Designation)とは、100cm のコア採取時の 10cm 以上のコア片の総長の割合(%)であり、岩盤の割れ目の多さを示す指数で主に岩盤の良好度を判定する目的で用いられる。当現場の支持層地盤では、採取箇所における最大のコア片の長さが 8cm 以下であり、RQD は 0%とされ岩盤の割れ目が多く良好度は低いという結果を確認した(図-3)。また、コアは角度 $20 \sim 30^\circ$ 程度の葉状構造が非常に発達し、2cm 程度の板状に剥離しやすい性質を有していることを確認した(図-4)。以上を踏まえ、当現場の支持層地盤は鉛直方向の打撃や圧縮力に対して強固であるという性質を有しているが、水平方向の打撃に対して容易に割れる硬さであり、且つ、回転力に対して薄く剥がれやすい性質を有していることを確認した。これを踏まえ、クラッシュパイラー工法によるオーガ削孔にて施工可能であると判断した。

表-3 岩の硬軟区分

記号	硬軟区分
A	極硬、ハンマーで容易に割れない。
B	硬、ハンマーで金属音。
C	中硬、ハンマーで容易に割れる。
D	軟、ハンマーでポロポロに砕ける。
E	極軟、マサ状、粘土状

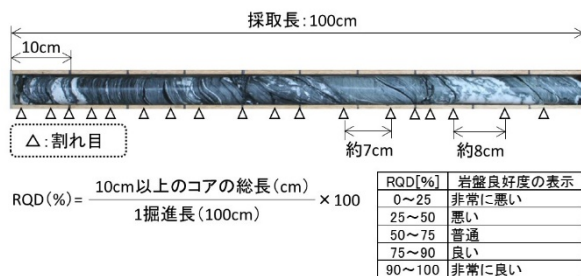


図-3 支持層地盤のコア(RQD)



図-4 支持層地盤コア片

4. まとめ

仮土留工と鋼矢板打設工法の比較検討および岩質の検討により、当現場に最も有利なグラウンドアンカー工法とクラッシュパイラー工法を選定し、無事故で仮土留工の施工を完遂した。