

山陰本線複線化工事における地山切土について

西日本旅客鉄道㈱ 正会員 ○藤本 清克
西日本旅客鉄道㈱ 正会員 山田 孝弘

1. はじめに

山陰本線複線化工事は、京都～園部間 34.2km のうち、単線区間である京都～二条間 3.3km および花園～嵯峨嵐山間 3.4km（京都市域）ならびに馬堀～園部間 16.1km（京都府域）の延長 22.8km を複線化する工事である。本稿では、京都府域における地山切土工区の諸課題ならびに工事状況を報告する。

2. 地山切土工区の特性および構造

京都府域の線増工事では、5箇所地山切土工区がある（表1参照）。地山切土構造は、各々の地山の特性、施工条件、切土量等を踏まえ、5工区のうち4工区ではフリーフレームにロックボルトを併用した切土工法、残り1工区では土留壁に永久アンカーを併用した切土工法を採用した。

地山の過去の災害履歴調査では、地山全体系で滑動したという履歴はなかったが、大雨による表層の小崩壊の履歴は存在した。また現地踏査においても、風化岩の露出や表層亀裂、落石や小崩壊跡などが散見された。現地踏査・地質調査を概括すれば、地山は頁岩を主体とする岩盤であるが、表層に近い層では風化が激しく、切土範囲は全体的に破碎帯と推定できる。

3. 設計の考え方

(1) 切土工法の選定

5工区のうち4工区においては、一般的な切土工法であるフリーフレーム+ロックボルト形式を採用した。ただし、切土高さや地山の自立性に応じて、切土中段に小段を設けたり（第1、第2、第4工区）、上層のロックボルトを延長させた（第4工区）。

一方、第5工区においては、地山に既にフリーフレームが設置してあることに加えて、営業線に非常に近接した狭隘箇所での施工となるために、土留め壁+永久アンカー形式を採用した。この工区では、既設フリーフ

表1 各工区における施工条件の一覧

工区	第1工区	第2工区	第3工区	第4工区	第5工区
切土工法	フリーフレーム+ロックボルト形式				土留め壁+永久アンカー形式
最大切土高	25m	32.7m	13m	23.1m	8m
切土総延長	95m	160m	124m	150m	121m
代表的な切土断面図					

キーワード：切土，永久アンカー，線増工事，近接施工，地山補強土

連絡先：〒531-0071:大阪市北区中津 1-1-1 中津センタービル 西日本旅客鉄道㈱ 大阪工事事務所 Tel.06-6375-8471

レームの上半分を本体利用することとし、既設フリーフレームの中腹付近から親杭を打設し、これを土留め壁として本体利用することとした。また、施工時、共用時の地山および既設フリーフレームの安定性に配慮し、既設フリーフレームに2段の永久アンカーを打設した。地山全体の安全性を考えれば、永久アンカーを地山全体に均等に打設するのが最も合理的であるが、当該現場では施工条件の制限から永久アンカーを地山下部にしか打設できない。そのため、切土上部の既設フリーフレームの安定性はロックボルトで確保し、かつ土留め壁に3段の永久アンカーを打設することにより地山全体の安定性を確保することとした。

(2) 土質定数の設定

地山安定解析にあたり、地山を軟質岩盤として、表層と破碎帯に大別することとした。また地山の土質定数は、現状を逆解析的に再現した試算結果と三軸試験結果等を踏まえて安全側の設定をした。代表的な地山の土質定数を表

表2 代表的な地山の土質定数

	深度 (m)	土質	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kN/m ²)
第1層	0～2.0	表土・崖錘	16	27	8
第2層	～2.0	破碎帯(D)	19	27	20
第3層	4.0～	破碎帯(D)	19	21	150

表3 安定解析結果

2に示す。

(3) 地山安定解析

フリーフレーム+ロックボルト形式の地山の安定解析では、過去の滑落履歴等から、表層にすべり線が

発生する小崩壊（ケース1）とさらに深部の破碎帯にすべり線が発生する大崩壊（ケース2）を想定して検討した（表1参照）。また、土留め壁+永久アンカー形式の地山の安定解析においては、施工時の安定性の観点から土留め壁よりも上部の安定計算を行い、さらに地山全体系の安定性に着目した安定計算を実施した。なお、地震時の検討は、L1地震動（設計水平震度0.2）相当を考慮した。計算結果を表3に示すが、いずれの工区においても所要の安全率を満足する結果が得られた。

3. 地山切土の施工状況

地山切土箇所は、営業線に近接し、非常に狭隘であることから、地山切土に先立ち、H鋼鋼矢板式落石防護工（高さ5.3m）を設置することとした。落石防護工^[1]は、現地踏査等の結果を踏まえ、落石荷重0.3tf程度（直径0.4m程度の落石相当）を考慮し、また施工中や大雨時の土砂小崩壊に

も耐えうるように、高さ約3.5m程度の背面土圧も加味して断面を決定した。地山切土工事にあたっては施工中の地山の挙動を常に監視ながら施工を進めることとした。地山の計測は、傾斜計と層別沈下計によることとし、表4に示す管理基準（掘削高さに対する比率）を基本に施工管理を行うこととした。現在、第3工区の施工がほぼ完了している（図1）。施工期間中、地山の挙動は安定しており、現時点においても有意な変形は認められていない。今後は、今回の施工で得られた知見も設計にフィードバックして、より合理的な地山切土工法を検討していく予定である。

参考文献[1]鉄道総合技術研究所：落石対策技術マニュアル、1999

表4 地山の計測管理基準

変形量	地山の状態
0.1%以内	良好
0.1～0.2%以内	監視（監視体制強化）
0.2～0.3%以内	警戒（監視体制強化、対策工検討）
0.3%以上	対策工の実施



図1 施工後の様子（第3工区）