

プロジェクト紹介【寄稿】

大規模切土(急峻山裾部)の
鉄道土工設計

土本 幸保

TSUCHIMOTO Yukiyasu
中央復建コンサルタンツ株式会社
鉄道系部門鉄道グループ
プロジェクトマネージャー

大八木 裕明

OHYAGI Hiroaki
中央復建コンサルタンツ株式会社
鉄道系部門鉄道グループ
チームリーダー

宮崎 洋明

MIYAZAKI Hiroaki
中央復建コンサルタンツ株式会社
調査系部門地盤グループ
プロジェクトマネージャー

はじめに

和歌山大学前駅周辺土地区画整理事業(以下「土地区画整理事業」)区域は、南海電車で和歌山市駅から5km、大阪難波駅から55kmに位置し、和歌山、大阪の中心部への通勤圏内にある(図1)。

この土地区画整理事業区域に入居する住民の通勤・通学の足の確保、近隣の和歌山大学およびその

周辺住民の利便性向上を図るため、(仮称)和歌山大学前新駅(以下「新駅」)が計画されている。

これらの事業は、和歌山県と和歌山市の総合計画の一環として具体化した。

平成12年8月には、土地区画整理事業組合の設立が認可され、平成15年には新駅の設置可能性・路線比較検討、最適案の抽出、および概

略設計が始まった。

平成17年度、当社は概略設計の成果を受け、南海本線孝子駅～紀ノ川駅間に計画されている新駅設置の詳細設計を行った。また、設計の基礎資料を得るため、測量および地質調査を実施した。

本稿では、急峻な山裾への鉄道路線の移設計画と大規模切土土工設計について紹介する。

路線計画

現況路線の概要

現況の線路勾配は20～21%である。線路東側は切土法面となり、土留めの石積み擁壁工が設置されている他、落石検知等の設備も設置されている。

一方、線路西側は平地、溜池、盛土法面となり、一部切土法面の区間もある。

駅設定による路線の考え方

新駅を設置することにより、ホー

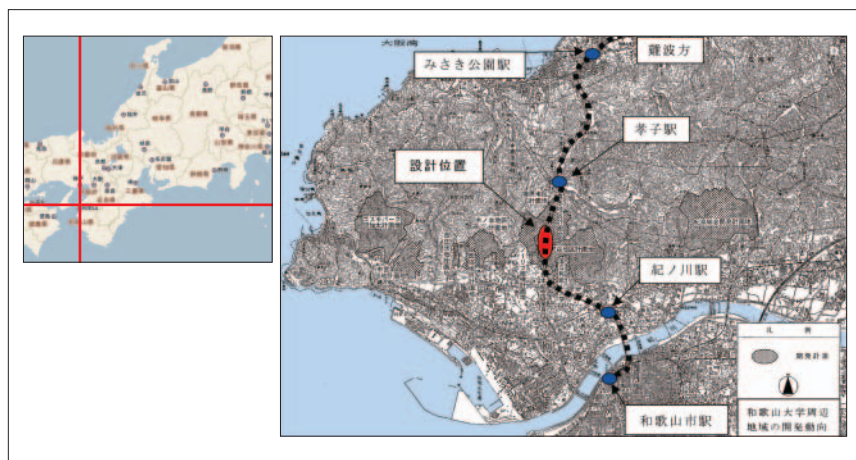


図1 位置図



図2 計画概要図

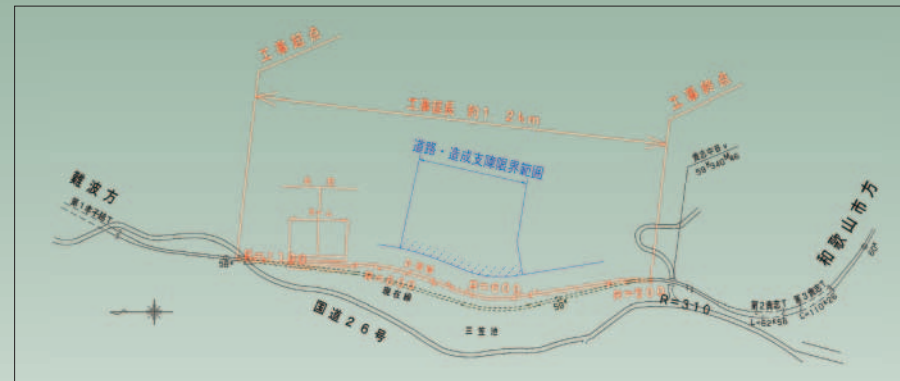


図3 路線計画平面図

ム区間を水平にしなければならない。そのため、線路^{こうじょう}扛上が必要となった(図2)。

路線計画

路線は、先行工事している線路東側の土地区画整理事業造成工事と、線路西側にある溜池に支障をきたさないように、別線施工によるルートを選定することとなった。その結果、新駅と前後の線路部は、全国でも例のない大規模な切土工事(最大切土高さ16m、延長約1.2km、切土量約15万m³)が主体となる設計となった(図3、4、5)。

地形・地質調査概要

地形概要

南海本線は和泉山脈をほぼ南北に貫いて敷設されている。計画区間は難波方より孝子峠をトンネルで抜けた後、谷地東側の急峻な山裾斜面に沿って、西側三笠池近傍を通り、南下している。

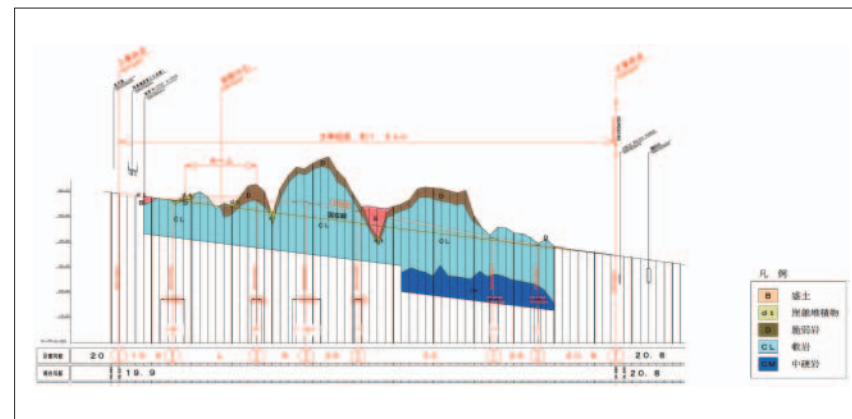


図5 地層縦断面図

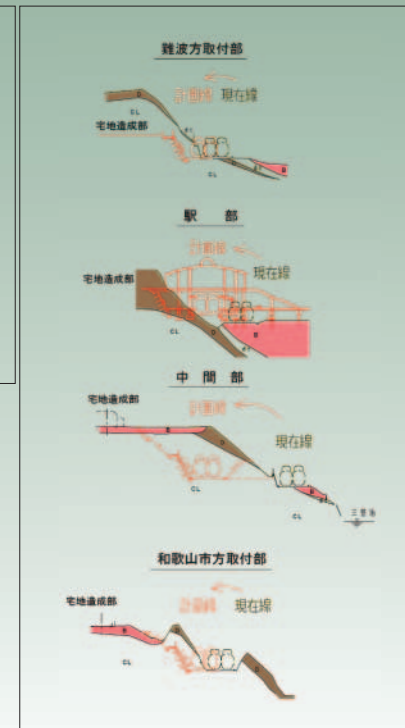


図4 主要横断面図

地質概要

この地域は中央構造線北側で、東西方向に細長く分布する和泉帯の南縁部に位置する(図6)。和泉帯を構成する地質は、和泉層群と呼ばれる中生代白亜紀に形成された堆積岩類である。本層群は、砂岩や頁岩を主体とするリズムカルな互層を特徴とする。

現地踏査

ボーリング調査および弾性波探査実施に際しては、事前に調査地周辺の地表地質踏査を実施し、現地の地質状況を把握したのち調査計画を立案した。

地質調査

ボーリング調査は、駅舎部(盛土・切土含む)で6箇所、盛土部で1箇所、切土部で7箇所の合計14箇所にて延べ200m実施した。

弾性波探査は切土区間を対象に、縦断方向および横断方向に5測線、延べ0.99kmを実施した(図7)。

調査結果

ボーリング調査の結果、調査地域には比較的砂岩が多く分布することが確認されたが、露頭観察では砂岩、頁岩の細互層も確認された。調査地域では近傍に中央構造線に伴う東西性の断層、褶曲構造(背斜)が分布する。これらの地質構造により、地山全体で亀裂の発達した状態、および局所的な劣化部が存在する。このため、地層の走向・傾斜は一定ではないが、おおむね走向が東西性である。これに対して、路線が南北に敷設されているため、地質構造は線路に面する斜面に対して直交する傾向を示す。したがって、斜面と地質構造の関係は流れ盤、受け盤のいずれでもなく、和泉層群のような明瞭な互層の斜面としては、最も問題が少ない方向の関係にあった。

設計の方針

大規模切土部の土工設計における方針を以下に示す。

営業線近接に配慮した計画

新駅は営業路線中間部に位置し、営業線および既設住宅に影響を及ぼさない構造計画を行う。

耐震性に優れた構造計画

当地域においては、近年起こるだろうとされている東南海地震に対応した構造計画を行う。

地質性状を反映した構造選定

切土土工が主体となることから、地質調査結果の性状を反映した構造形式に配慮する。

設計の適用

設計は、上部は宅地造成されていることから和歌山市制定の『宅地造成基準』、法面中段にある市管理道路は『道路土工指針』、下部の

鉄道土留め壁他については『鉄道構造物等設計標準・同解説(土標準および基礎構造物・抗土圧構造物)』を適用し、3つの基準を満足させる。設計法は許容応力度法を用いる。

排水工

土工部の排水は、排水系全体のバランスのとれたものとするとともに、防災の観点から適正な排水工を配置するものとする。

土構造設計

切土法面勾配

切土法面勾配は、弾性波速度と法面勾配の関係から、表1および表2のように設定した。

法面防護工

表1と2で設定した法面勾配とすることにより、抑止的な法面対策工は不要であるが、亀裂の発達した互層状岩盤を切土した場合、亀裂や差別浸食の進行によって小岩塊の崩落が懸念される。このため、浸食や小崩落の防止を目的とした法面保護工として、コンクリート吹付工を選定した。

切土土留め壁の構造

一般的に切土土留め壁は、切土面が自立するとともに斜面全体の安定が確保できるところに用いられている。従来の鉄道切土土留め壁構



図6 近畿地方の新第三紀以前の地質構造区分

表1 土層区分と弾性波速度との関係

土層区分	土層名	弾性波速度	土質状態	土軟硬区分
B	盛土	0.7km/s以下	未固結の土砂	土砂
dt	崩積土		おおむねN＝10以下を示す	
D	D級岩盤		強風化によって土砂状となった岩盤 おおむねN＝10～30を示す	
CL	CL級岩盤	0.7～2.7km/s	亀裂の発達した岩盤 部分的に土砂状部も含む N＝50以上を示す	軟岩
CM	CM級岩盤	2.7km/s以上	亀裂の発達した岩盤 土砂状部をはさまない N＝貫入不能である	中硬岩

※CM層は調査区間深度には出現しないが、一般的な弾性波速度との関係により推定した。

表2 弾性波速度と法面勾配の関係

土層区分	地山弾性波速度 (km/s)	切土のり面勾配					設定理由
		標準のり面勾配		弾性波速度とのり面勾配の関係		設定	
		道路土工指針	宅地造成基準	旧道路公団	地盤工学会		
B、dt	0.7以下	1:1.2	1:1.45	1:1.2以上	1:0.9以上	1:1.2 (1:1.0) [*]	おおむね標準勾配
D		1:0.7～1.2	1:1.2				
CL	0.7～2.7	1:0.7	1:0.6	1:1.2以下	1:0.9以下	1:1.0	亀裂性岩盤、局所的な劣化部を考慮し、標準勾配よりも緩めの勾配を決定
CM	2.7以上	1:0.5	—	—	—	1:0.8	

※B、dt、Dの土砂相当層については1:1.2の勾配を標準とするが、のり高H<5mでは1:1.0を採用する。

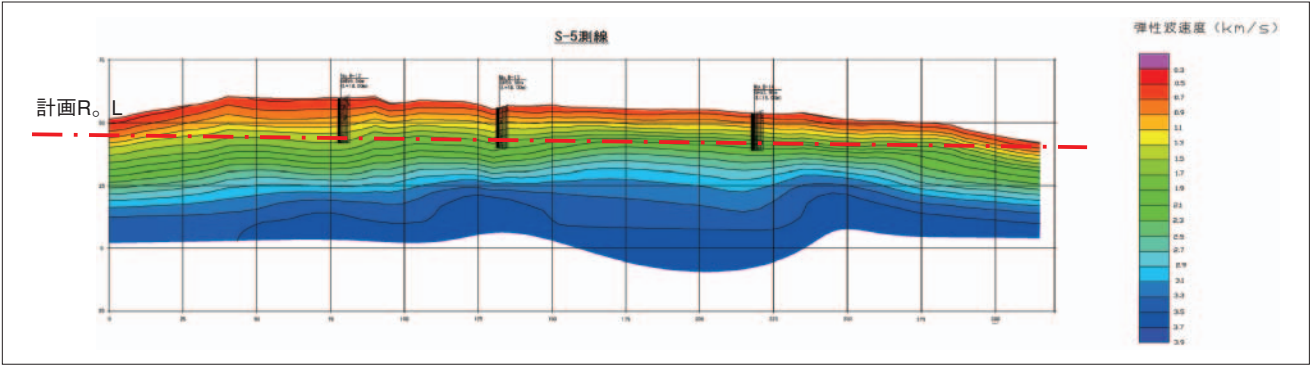


図7 弾性波探査結果図

造は、厚さ30cmの裏込め栗石を構築したのち壁コンクリートを打設することとなっている。

しかし、兵庫県南部地震以降、裏込め栗石の沈下に伴う壁体の残留変形が多く見られ、本来の機能が損なわれていることにより、構造が見直されている(図8)。

・引留め式土留め壁

自立性地山に関しては、前述の事柄を踏まえ最新の事例・研究を参考に、裏込め栗石に代えて合成樹脂製品の透水マットを用いた引留め式土留めを採用した(図9)。

・地山補強式土留め壁

非自立性地山においては、長尺

の補強材を用いた地山補強式土留め壁を採用した(図9)。

切土土留め壁の設計

切土土留め壁の壁高さは7.0m以下とし、従来鉄道では1:0.35である壁面勾配は、宅地造成基準に基づき、より安全な勾配の1:0.50を採用した。

無補強状態で地山全体での完成形の外的安定(円弧すべり法)の照査を行い、自立性の有無を判定し図10の設計・照査フローより合理的な設計を行った。

切土土留め壁体の見直し

斜面と地質構造の関係は流れ盤、受け盤のいずれでもなく、和泉層群のような明瞭な互層(CL級岩盤)の斜面としては、最も問題が少ない関係にあることから、「場所打ち壁面コンクリート構造」から「吹付コンクリート法枠工」に変更し、工

表3 円弧すべり計算結果

荷重状態	安全率	所要安全率
常時	1.541	1.4
一時	1.541	1.4
地震時	1.112	1.1

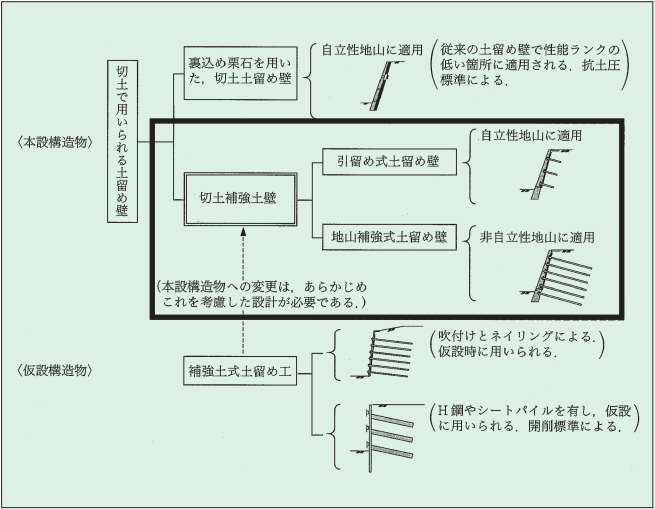


図8 切土・掘削に用いられる土留め構造物の分類

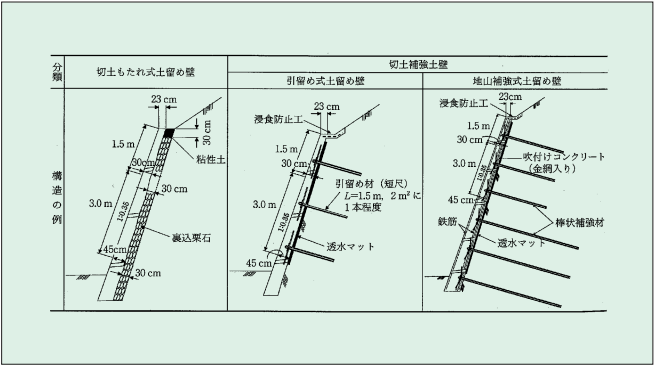


図9 切土土留め壁の構造

期短縮を図ることによりコスト縮減を行った。

【おわりに】

設計において、関係機関、専門技術者や学識経験者らとともに幾度も検討・議論を重ね、施工中も現地確認を行い設計と施工の妥当性の確認を行った。

また、耐震性に優れた引留め式土留め壁の計画に当たっては、鉄道総合技術研究所基礎・土構造担当の方々に指導・協力を頂いた。

平成21年3月現在、土木工事を終えようとしている。今後、類似設計を行うことがあれば、今回の経験が役立つものと考えます。

<出典>

図6 「日本の地質6 近畿地方」共立出版
図8、9 「鉄道構造物等設計標準 H19.1」丸善出版

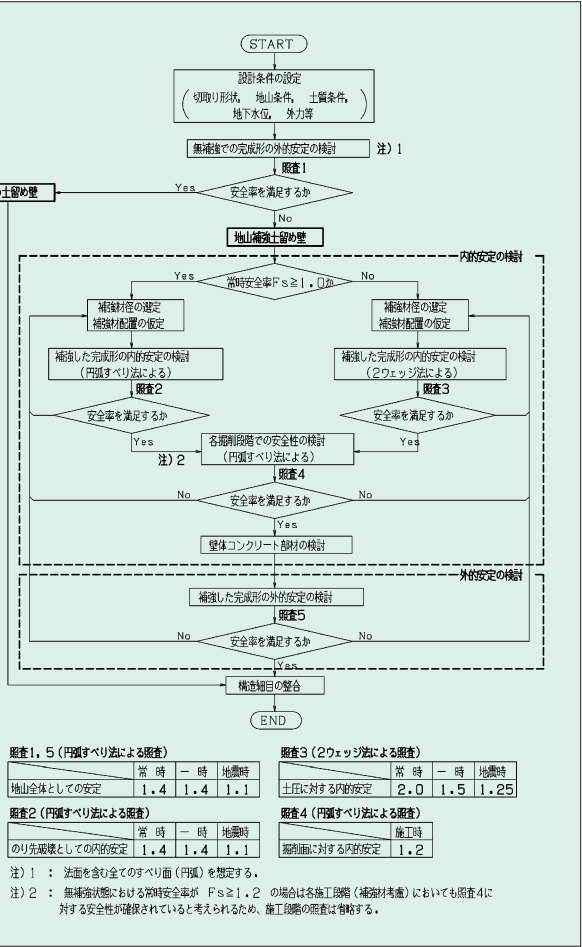


図10 設計・照査フロー図