

付加体メランジェ地帯における弾性波速度の評価 ～第二東名高速道路 引佐第二トンネル工事～

清水建設株式会社 土木事業本部技術第2部 ○磯田 将

日本道路公団 静岡建設局 浜松工事事務所 田山 聡 細野 泰生

清水建設(株)・戸田建設(株)・大日本土木(株)JV 神澤 幸治 平野 宏幸

1. はじめに

引佐第二トンネルは、静岡・愛知両県の県境付近に位置し、現在建設中の第二東名高速道路と供用中の東名高速道路を結ぶ第二東名引佐連絡路に属する(図-1 参照)、延長約1,500m、掘削断面積約110m²の上下線2本のトンネルである。トンネル付近の地質は異地性岩石を含むメランジェであり、地質分類では御荷鉾帯と秩父帯の層境に位置している。両坑口部一帯は有数な地すべり地帯であり、工事着手前から現在に至るまで活発に活動中である。

2. 地質概要

両坑口部で生じている地すべりの要因として、周辺一帯に広がる、中生代の付加体で構成される軟弱な地山状況が挙げられる。この地質は輝緑岩を主体としているが輝緑凝灰岩、蛇紋岩が混入しており、いわゆるメランジェ～分断ユニットに属している。輝緑岩は水冷破碎岩(ハイアロクラスタイト)であり、細かく多数の節理が発達している。また蛇紋岩は水により容易に劣化し押し出し性の著しい地山である。

引佐第二トンネルの地質は、後述する地芳トンネルと同様にジュラ紀～白亜紀に生成された付加体コンプレックスで構成される(図-2)。

3. 検討の経緯

事前の弾性波調査では、掘削地山は弾性波速度が $V_p=4\sim 5\text{km/s}$ と良好な岩盤であると評

価され当初はC等級主体の地山等級が設定されていたが、実際に掘削を行ったところ、事前調査では $V_p=4.0\text{km/s}$ の箇所で大規模に切羽崩壊を起こし、トンネルの変位は沈下卓越型で100mmを超えたため、高規格支保工、高耐力ロックボルトおよびフェイスボルト等を併用したDIIパターンで施工せざるをえなかった。そこで切羽崩壊後、既設ボーリング工を用いて高精度弾性波探査(弾性波トモグラフィ解析)を実施し、あわせて孔内載荷試験を実施して、弾性波速度および地山の変形係数を掘削前の地山と掘削後の周辺地山と比較した。また全く同様の検討を、類似地山の地芳トンネルでも実施した。

4. 再調査の結果

高精度弾性波探査の結果得られた、切羽前方の地山の弾性波速度の分布を図-3(上図)に示す。また図-3(下図)は

キーワード 付加体、蛇紋岩、弾性波速度、ゆるみ

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦1丁目2-3 シーバンスS館 TEL.03-5441-0567



図-1 引佐第二トンネル位置図

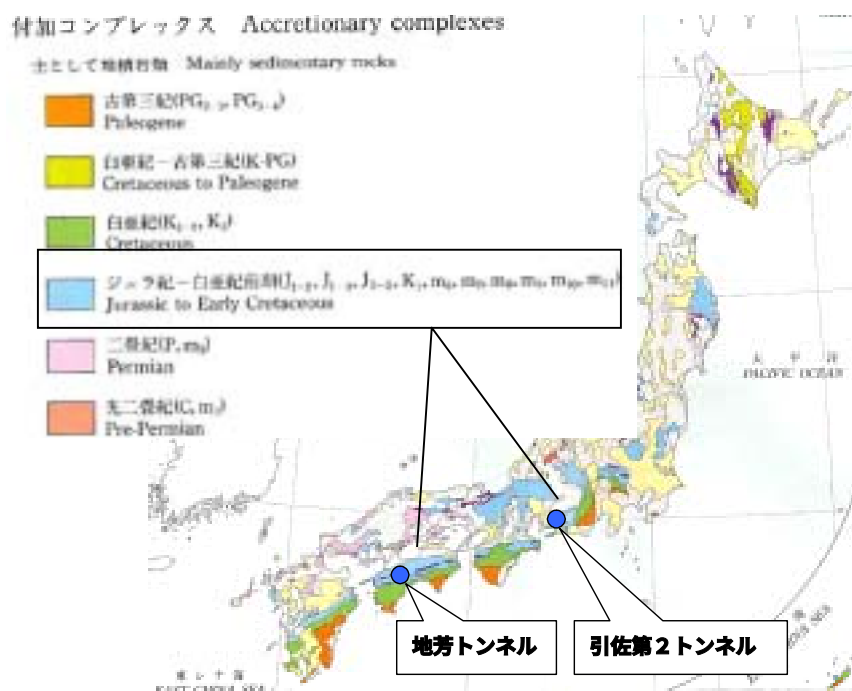


図-2 日本国土における付加体コンプレックス分布

トンネル孔内において踏まえ付近で実施した掛矢による簡易弾性波探査の結果で、トンネル踏まえから側壁における弾性波速度の分布を示したものである。さらに図-3に、切羽前方20mの位置とトンネル側壁部深さ2mの位置において実施した孔内载荷試験で得た地山の变形係数も示す。この結果、掘削前には $V_p=4.0\sim 5.0\text{km/s}$ であっても掘削後の周辺地山は $V_p=1.6\sim 2.0\text{km/s}$ にまで弾性波速度が低下し、さらに变形係数も160MPaから64MPaに低下している。 $V_p=4.0\text{km/s}$ は地山等級ではCに該当するが、 $V_p=2.0\text{km/s}$ であるとDIIにまで等級が下がることになる。

掘削前 箇所

孔内水平载荷試験：160MPa
弾性波速度：4.0 km/s

掘削完了箇所(側壁)

孔内水平载荷試験：64MPa
弾性波速度：1.6 km/s

この弾性波速度および变形係数の低下はトンネル掘削による地山の緩みによるものと考えられ、図-3(下)に示したようにトンネル踏まえから側壁部で深さ約4～6mに渡り緩みが生じていると推測されるが、これは図-4に示す地中変位分布でトンネル側壁部が深さ4～6mから変位を生じていることと整合がとれる。さらにトンネルの上方にいくに従い変位の範囲は大きくなり、天端では緩み高さが12mを超えている。

表-1 弾性波速度と变形係数の低下率

	弾性波速度 (km/s)		
	掘削前 (弾性域)	掘削済 (塑性域)	低下率
引佐第二	4.0	1.6	40%
地 芳	4.2	1.6	38%
	变形係数 (MPa)		
	掘削前 (弾性域)	掘削済 (塑性域)	低下率
引佐第二	800	300	38%
地 芳	160	64	40%

以上の結果および類似地山の地芳トンネルにおける、弾性波速度と地山の強度(变形係数)の低下について表-1にまとめて示す。この結果より両トンネルにおいて、掘削後の地山は掘削前の状態と比較すると弾性波速度、变形係数ともにトンネル掘削の緩みにより約4割に低下していることがわかる。

5. まとめ

今回示した弾性波速度および变形係数の約4割という低下率は、本稿で対象とした付加体メラングェの蛇紋岩質の地山に共通であると考えられるが、同様に他の岩種の付加体メラングェに対しても同様の議論が展開できると推察される。本稿は、付加体地山でのトンネル設計における弾性波速度の位置付けを再考したものである。

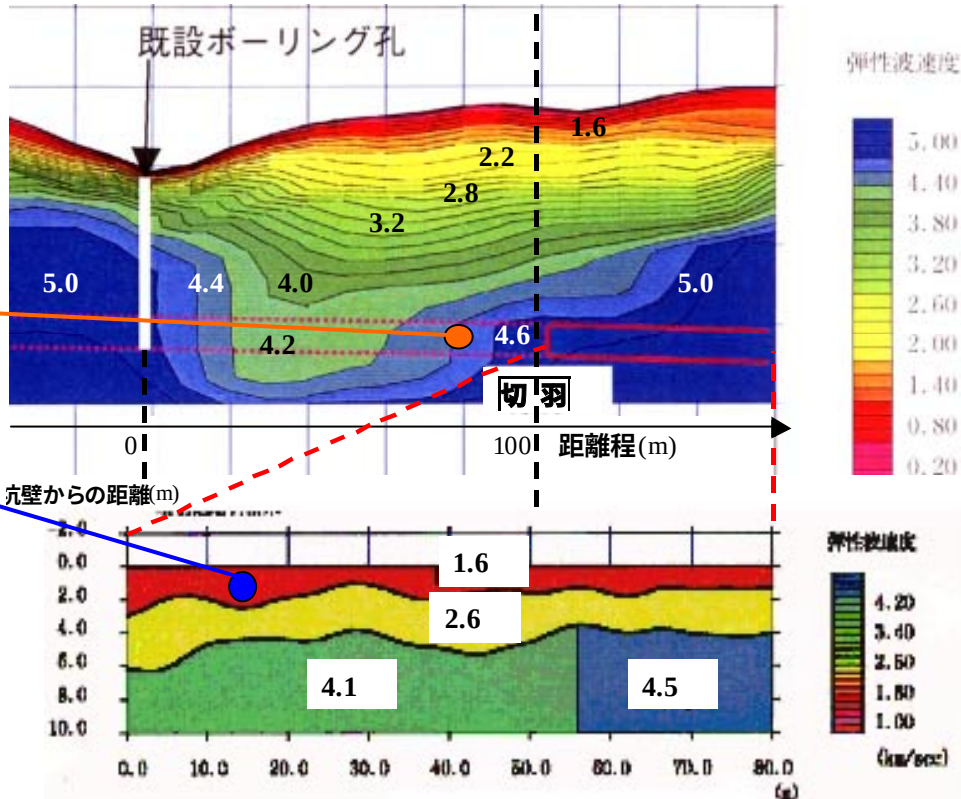


図-3 掘削前・掘削済箇所における弾性波速度および地山強度の比較

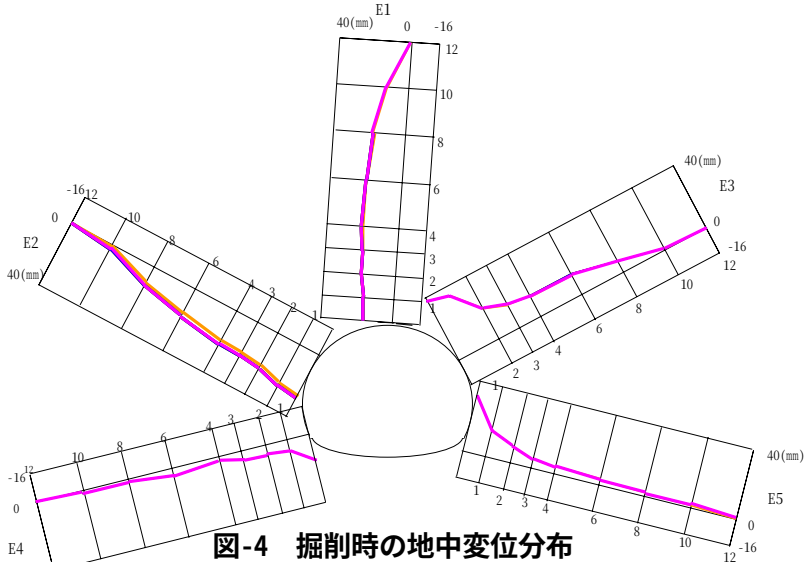


図-4 掘削時の地中変位分布