

三波川変成帯における地山特性について
～四国横断自動車道 笹ヶ峰トンネル南工事～

日本道路公団高松建設局 技術部 正会員 ○藤本繁雄
日本道路公団高松建設局 高知工事事務所 吉田幸信
日本道路公団高松建設局 高知工事事務所 塚本政則

1. はじめに

四国横断高知自動車道は、四国山脈を貫き太平洋側（高知県）と瀬戸内海側（愛媛県）を結ぶ急峻な山々の連なる典型的な山岳高速道路であり、その重要箇所として、高知、愛媛県境の笹ヶ峰（1,027m）を貫く笹ヶ峰トンネルを施工している。笹ヶ峰トンネルは、延長4,307m（下り線）の長大トンネルで、両県側よりそれぞれ掘削している。また、暫定施工のため、上り線は小断面の避難坑として施工している。

本論文は、高知県側のトンネル掘削に伴い実施した計測結果を基にその地山特性について報告するものである。

2. 地形、地質の概要

笹ヶ峰トンネルは、1,000 ～1,500m級の高峰が連なる四国山脈の中、笹ヶ峰の直下を南北に貫いている。当区間は全体に急峻で急崖、渓流が多く、地形的には荒々しい山容である。

地質的には、四国山脈の北側沿いを伸びる中央構造線と、その南の御荷鉾構造線に挟まれた三波川帯に属している。三波川帯は泥質片岩、砂質片岩、塩基性片岩及び珪質片岩で構成されている変成岩帯で、これらの片岩類は変成作用を強く受けており片理、節理が著しく発達しているため、脆弱であり破碎の進んでいる箇所も多く、これまでに10箇所の断層破碎帯を確認している。

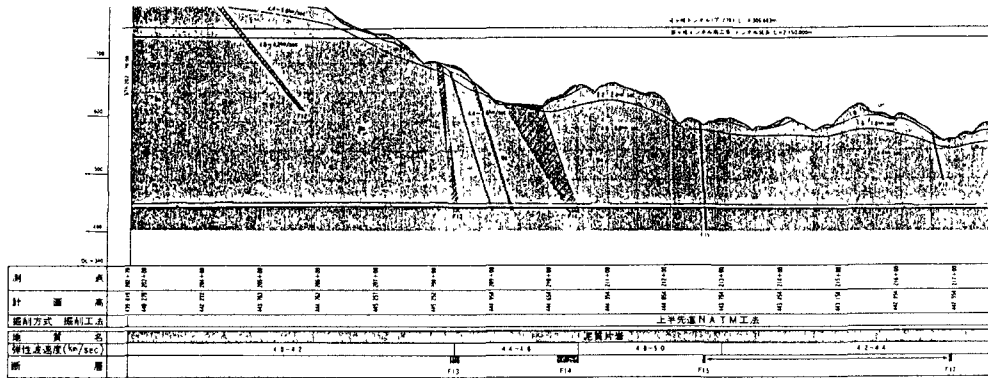


図-1 笹ヶ峰トンネル南の地質縦断面図

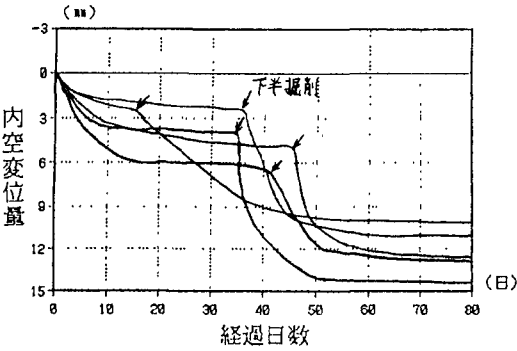
3. 計測結果と地山特性

3-1 内空変位の経時変化特性

図-1は当トンネルの平均的な地山（CⅡパターン 土被り約190m）の5断面における内空変位の経時変化を示すものである。

まず、上半掘削に伴い初期変位が発生し、切羽の進行とともに変位速度が低下し収束に向かい、次に下半の掘削により再び変位が進み、切羽が離れるに従って収束に至っている。

一般に、坑内変位は切羽が2～3D（D：トンネル直径約10m）離れた時点で収束する場合、弾性挙動と言われている。当トンネルの場合、上半の掘削からほぼ10日前後で収束しているが、切羽が10日間て約30m進むことを考慮すると、弾塑性挙動と考えられる箇所もある。



3-2 上半及び下半掘削による変位量の関係
図-3は内空変位の計測結果より、上半の掘削に伴う変位量と下半の掘削に伴う変位量との関係を示すもので、横軸が上半掘削から下半掘削前までの変位量、縦軸が下半掘削から収束するまでの変位量を表している。なお、計測データは、C I、C II、D Iパターン区間のものである。

上半及び下半掘削による変位量の比は、ほぼ1:1であるといえる。ただし、上半掘削による変位が小さい(5mm以下)場合は、下半掘削後の変位がやや大きくなり、約1:2の比率となっている。

3-3 断層破砕帯における内空変位挙動

図-4は断層破砕帯における変位挙動とその補強について示すものである。特徴としては、初期変位速度が極めて大きいことで、このため吹付コンクリートのクラックやロックボルトの座金の変形等の変状が発生した。変状対策として補強ロックボルトを打設し、一時的には落ち着いたものの収束には至らず、再び変形が進み変位が100mmを超えた。そこで上半盤を仮インバートにより仮閉合しようやく変位は収束した。また下半掘削時には、吹付コンクリートインバートにより早期に閉合を行った。

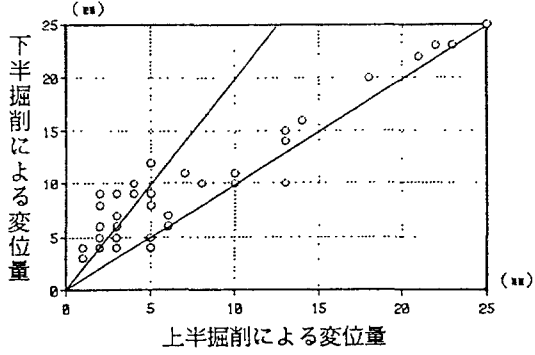


図-3 上半及び下半掘削による変位量の相関

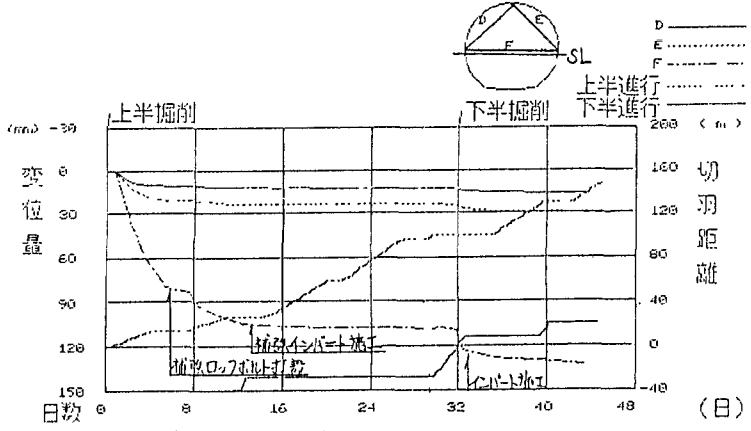


図-4 断層破砕帯における内空変位

3-4 計測工B

図-5、6に今回行った計測工Bの結果を示す。なお支保パターンはC IIで、土被り約170mである

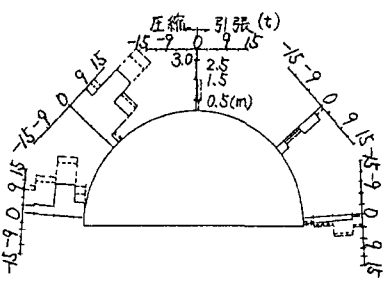


図-5 ロックボルト軸力分布

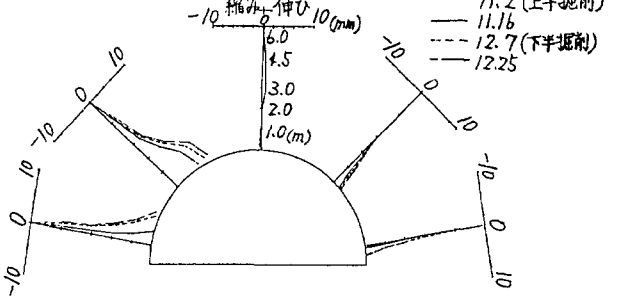


図-6 地中変位分布

軸力、地中変位とも切羽左側、特に肩部で大きな値を示しており、左側からの偏圧が卓越していると考えられる。また、軸力、地中変位は互いに呼応した分布状況といえる。

4. おわりに

本工事は、トンネルの基盤岩が片岩類で片理が発達し、また破碎の進んでいる断層もあるなど地山状況が複雑な様相を呈しているため、支保の選択や湧水等苦慮した点もあったが、ほぼ順調に進捗し3月末現在、掘削延長は1,870mに達しており、本年6月中には貫通点まで到達する予定である。