# 先新第三紀花崗岩体に貫入する塩基性岩脈がトンネル切羽に与える影響について

サンコーコンサルタント株式会社 正会員 ○堀川 滋雄

## 1 はじめに

西南日本内帯に広く露出している先新第三紀花崗岩体は、しばしば塩基性岩脈を伴う. 岩脈は幅 lm 程度 の小規模なものが多く、事前調査段階で把握することは難しい. 花崗岩体と岩脈との境界面は密着している 場合もあるが、粘土化している場合のほうが多い. 粘土化した境界面がトンネル切羽に出現すると鏡面は自 立しづらくなり、重い支保パターンへの変更を余儀なくされる. トンネル掘進方向と貫入走向との位置関係 によっては補助工法の必要性も生じる. 本稿はトンネル切羽に塩基性岩脈が出現した際に自立性が損なわれ たいくつかの事例を紹介すると共に、岩脈と粘土化との関連性、事前調査段階での古地殻応力方向の把握お よび空中写真判読や地表地質踏査の重要性について述べる.

#### 2 事例1

中国地方に分布する古第三紀中期の花崗岩を掘削したト ンネル(延長約1.4km)である.空中写真判読の結果,北 東-南西,西北西-東南東ならびに北北西-南南東方向に線状 模様が確認された.弾性波探査ではVp=4.2-4.5km/secの地 山に幅5-10mの低速度帯(Vp=1.5-2.5km/sec)が8条抽出され た.施工中に出現した塩基性岩脈の走向・傾斜および白色 粘土脈の走向傾斜を図-1に示す.施工では低速度帯として 検知されていた破砕帯のほかに熱水変質作用に伴う熱水変 質鉱物脈や粘土シームのほか,幅数mの粘土化帯および粘



図-1 塩基性岩脈および粘土シームの走向・傾斜 (シュミットネット下半球投影図)

土を伴う塩基性岩脈が多数分布していた.トンネル進行方向(N80W)と斜交関係に粘土を伴う塩基性岩脈(N60-70W)や白色粘土脈が出現したため,例えば東側からの施工であれば,切羽の進行に伴って脆弱な面は左側壁から出現し,進行とともに右側壁へ抜けていった.その結果,実際の地山評価は当初設計と比較して,図-2に示すように全体を通して重い支保を採用することとなった.



図-2 地山等級区分の設計時と実際(事例1)

## 3 事例 2

北陸地方に分布する中生代ジュラ紀の花崗岩を掘削したトンネル (延長約1.1km)である.空中写真判読の結果,北東-南西および東南 東-西北西方向に線状模様が確認された.弾性波探査では Vp= 4.3-5.4km/sec の地山に幅 20-80m の低速度帯(Vp=1.6-3.0km/sec)が4条 抽出された.施工では終点側に4条出現すると予想されていた破砕帯 のほかに,花崗岩体との境界部に粘土を伴う塩基性岩脈(図-3に走向・ 傾斜を示す),および熱水変質作用に伴う熱水変質鉱物脈や粘土シーム がトンネル進行方向(N10E)と斜交しながら連続的に出現した.その



キーワード トンネル,花崗岩,岩脈,切羽,空中写真判読,応力場 連絡先 〒136-8522 東京都江東区亀戸1-8-9 サンコーコンサルタント(株)

E-mail:horikawa@suncoh.co.jp

-559

結果,実際の地山評価は図-4に示すように当初設計と比較してトンネル延長の約7割で重い支保を採用する こととなった.



# 図-4 地山等級区分の設計時と実際(事例2)(杉本利英ほか,2013)

## 4 事例3

北陸地方に分布する古第三紀花崗岩のトンネル(延長約 2km)で ある. 空中写真判読の結果,南-北,北東-南西方向に線状模様が確 認された.施工では、トンネル進行方向(N20E)と斜交関係に粘土 を伴う塩基性岩脈(N15W/65W)が出現したため(図-5に走向・傾 斜を示す),切羽の進行に伴って,脆弱な面は右側壁から出現し,進 行とともに左側壁へ抜けていった.

#### 5 塩基性岩脈と古地殻応力場との関係

岩脈はσ,(最小主応力)軸に直交する面に 形成されることはよく知られている(例えば、 Blamey Stevens, 1911). したがって岩脈形成時 期の応力場を知ることによって,施工対象地 域に分布する岩脈の大まかな発達方向が把握 できるもの、と考えられる..塩基性岩脈の貫 入時期は、事例1の時期は不明であるが、事 例 2 では野沢ほか(1981)によれば新第三紀中 新世, 事例 3 では脇田ほか(1992)によれば新 第三紀前-中期中新世である.この時期の日本 列島は図-6に示すようなプレート配置になっ ている. 岩脈の発達方向は 17Ma(前期中新

図-5 塩基性岩脈の走向・傾斜(n=2) (シュミットネット下半球投影)



世) では N75E 方向, 15-14Ma (中期中新世) では N15W および N10E 方向であったことが示されている (NUMO.2003). 事例2の岩脈方向はN20-25Eのものはほぼ一致し、事例3もN15Wで一致する. ただし当 時に形成された岩脈方向と合致しない方向の岩脈も存在する.たとえば、事例2の N60E, N40W がそれで あるし、事例1は貫入時期未詳であるが、N60-70Wの走向は17-14Maでの貫入活動に限れば一致しない.

## 6 塩基性岩脈の切羽への影響を事前に把握するための方策

空中写真判読による線状模様方向と岩脈方向を比較すると,事例1,事例2ともに良く一致するし,事例3 も大まかには南-北方向とすれば一致していると評価できる. 岩脈の産状を露頭で観察すると(露頭条件によ るが)母岩(花崗岩)とほぼシャープに接触しているように見えるか,境界面が熱水変質作用に伴って幅数 cm~十数 cm 粘土化している.しかし鏡面で岩脈の産状を観察すると、母岩が有する既存の節理系に関係な く岩脈が母岩を貫く、というよりは既存の節理系を選択しながら貫いているようにみえる、そうであれば、 岩脈の走向が線状模様と調和する結果であっても腑に落ちる. 西南日本内帯に分布する花崗岩体と塩基性岩 脈およびその境界面での熱水変質作用はしばしばセットで出現し、切羽の自立性に問題を生じさせる要因の 一つとなる. 花崗岩体を掘削する際は、事前に古地殻応力場の方向や空中写真判読による線状模様の方向、 および地表地質踏査による産状の確認を精度良く実施することが肝要である.

参考文献:野沢ほか(1981):5 万分の 1 地質図「白木峰」. 脇田ほか(1992):20 万分の 1 地質図「岐阜」. NUMO(2003): 概要調査地区選定上の考慮事項の背景と技術的根拠. Stevens, B.(1911): The laws of intrusion.