

IV-4

トンネルの変状と地質条件(その2) -事例研究-

日本交通技術株式会社 フェロー 白井慶治
 鉄道総合技術研究所 フェロー 那須 誠

1. まえがき

トンネルの工事中の崩落や完成後の変状についての対策資料を得るため、過去の文献から鉄道トンネルの変状事例を抽出して変状や崩落と地質条件との関係について検討を行った。この報告は、その一部を紹介するとともに、変状や崩落が地質条件と極めて密接な関係があり、特に地質条件が不連続点での発生が多いことを指摘したものである。

2. 事例

2.1 NNトンネル建設中の崩落(図-1参照) 1) 2)

NNトンネルは新幹線豊橋・名古屋間に位置し、トンネルの地質は領家変成岩類で、地形的にはトンネル全長が鞍部の直下を通過している。トンネルで遭遇した地質は大部分風化土(1.0~1.5km/sec)若しくは風化岩(1.5~3.5km/sec)帯のものと思われ、トンネル中間部に断層が存在している。掘削はタイヤシステム 半断面掘削工法で行ったが、予想以上に地質が悪く、中央の断層部で崩落が発生した。土かぶりが薄いことと地層の境界(断層)であったことが崩落発生の原因と推定されている。

2.2 NTトンネルの路盤沈下(図-2参照) 3)

トンネルは新幹線静岡・掛川間に位置し、地形的にはトンネル中間部で土かぶりの極めて薄いところがある。地質は全体的に新第三紀中新世の堆積物で、かなり不透水性が強い。入口、出口、中間部の土かぶりの薄いところでは洪積世の砂礫層が堆積している。ここで中央通路のへどろの堆積およびバラスト軌道への保守投入量の増加が生じ、調査の結果、バラスト下のストラットコンクリートの沈下、ひび割れが発見された。変状は地表面からの雨水の浸透により、泥質岩が列車の衝撃的繰り返し荷重を受け、へどろ状態となり中央通路へ噴出したことによるもので、このため、ストラットコンクリート下側に空隙が生じ、沈下、ひび割れが発生したものと推定されている。

2.3 AKトンネルの建設工事中の崩落(図-3参照) 4)

このトンネルは新幹線古川・一関間に位置し、建設工事中の昭和48年4月18日8時40分頃に崩落が上半断面の約32m間で発生した。図-3にトンネルの崩落状況を示すが、崩落箇所の土かぶりは約24mである。崩落箇所付近の地質は、新第三紀の青灰色の細粒砂岩に挟まれた淡褐色泥質砂岩風化帯とからなっている。崩落は淡褐色泥質砂岩風化帯中で盛岡方青灰色細粒砂岩との地層境界に沿って発生した。掘削工法は底設導坑先進上部半断面逆巻工法であった。一般にトンネルは、軟質地山にあっては掘削により周辺地山にゆるみを生じるが、このゆる

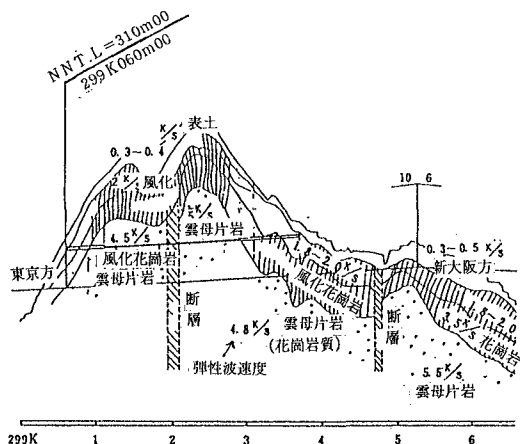


図-1 NNトンネル地質縦断面図1)

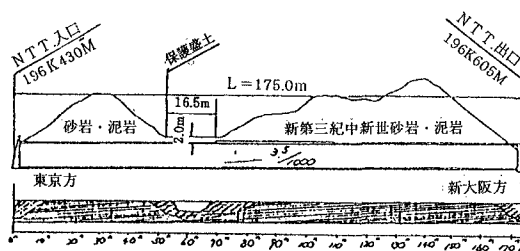


図-2 NTトンネル地質縦断面図3)

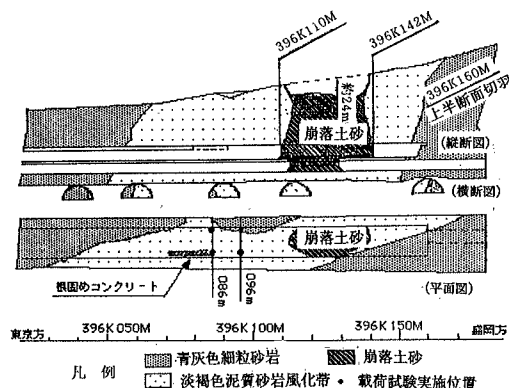


図-3 AKトンネル崩落状況4)

みは掘削切羽では横断的には内空側へ縦断的には切羽から坑口側へと変位する。396K100M付近の掘削において、このゆるみが坑奥盛岡方の細粒砂岩との境界まで及んで、ここに大きいゆるみゾーンを形成した。今回の崩壊はさらに崩落前日の降雨による小沢からの流入水により、地山の摩擦力が弱められて、支保工への荷重が増加したことおよび地山の劣化が支保工の沈下変形を生じさせたこと等によって発生したものと推定されている。

2.4 新幹線OSTトンネル内の異常出水（図-4参照）5)

OSTトンネルは白河市に位置し、付近の地形は丘陵地で地質は図-4に示す。このうち東京方約1.8km間は強風化の軟弱層が施工基面下に2~8m

の厚さで存在していた。昭和61年8月5日、熱帯低気圧による異常豪雨（約1日間に240mm、最大時雨量20mm）がトンネル上の沢部（土かぶり約5m）に滞水して地表が陥没しトンネル内に異常出水となって現れた。トンネル内は覆工アーチ部打継目からの漏水、アーチ・側壁打継目に施工した導水工を破壊しての土砂湧出を伴う噴出水が、列車の窓ガラス付近を直撃する状態であった。災害発生は異常豪雨が地下浸透により地下水位の上昇をもたらしたこと、沢部ではトンネル交差点より下流側の流路が狭隘になっていたため沢水がトンネル上部に滞留したこと、滞留水が地下への浸透を促進させこの部分の風化岩の陥没を引き起こし表流水が流入したこと、覆工背面の地下水上昇によってアーチ・打継目部や既設導水工が被圧水に耐えられなくなったことによるものと推定されている。

2.5 新幹線トンネル地質図の一部（図-5参照）6)

図-5はトンネル地質図の一部である。この図においても地質境界と支保工の座屈や崩落、切羽自立不能箇所との一致が見られる。

3. おわりに

以上のトンネルの変状・崩落は地形的には沢部等土かぶりの薄い箇所、地質的には地層境界で発生している。筆者らは今後もこの種の事例調査を進めて変状や崩落事故防止に関する提案をして行きたいと考えている⁷⁾。なお、これらのトンネルは、その後対策が施工されており、今後は同様の変状が生じないものと思われる。

【参考文献】

- 1) 東海道新幹線工事誌、名古屋幹線工事局、pp.539~542、1965.3
- 2) 在塚宏：新幹線の車窓より見た名古屋地区、鉄道土木、7-4、pp.39~43、1965.4
- 3) 平井 三吉：第二高尾山トンネルりよう盤コンクリートの変状と対策、日本鉄道施設協会誌、30-3、pp.65~67、1992.3
- 4) 池田和彦、白井慶治、高木盛男、川上義輝、長野辰男：トンネルにおける落盤の傾向（その1）、鉄道技術研究所速報、No.76-130、p.66、1976.9
- 5) 菅井勝弘、藤沢武、阿部輝男：台風10号による東北新幹線大崎トンネルの異常出水と復旧、日本鉄道施設協会誌、25-6、pp.32~34、1987.6
- 6) 国鉄盛岡工事局：東北新幹線地質図（有壁・盛岡間）、1981.11
- 7) 白井慶治、那須誠、大南正克：トンネル変状と地質条件（その1）—事例研究一、第31回地盤工学研究発表会、平成8年度発表講演集、1996.7

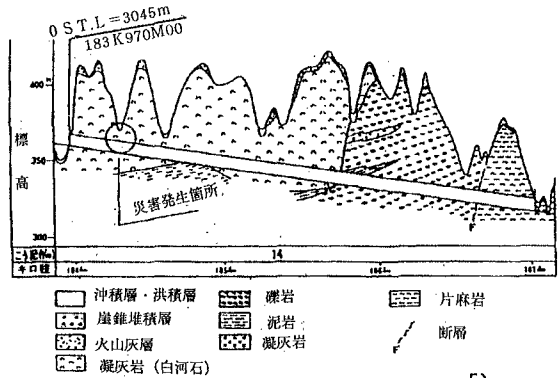


図-4 OSTトンネル地質縦断面図

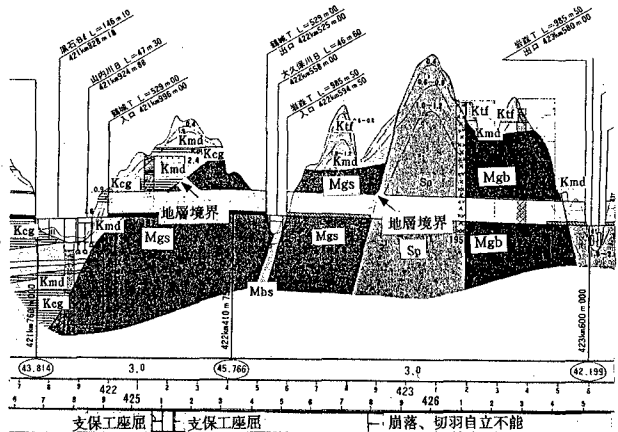


図-5 トンネル地質図の一部⁶⁾