

III-B 67 繊維補強吹付けコンクリートによるトンネル覆工の復旧

鴻池組 ○富澤直樹 西村篤史 吉田武久 久保田聡

神戸電鉄 安藤信三 増田秀一

はじめに

神戸電鉄有馬線有馬トンネルは、図-1の位置図に示したように兵庫県の六甲山の北側に位置する延長約451mの単線鉄道トンネルである。本トンネルは、平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震により損傷を受けた。早期に復旧する工法として、型枠を用いた覆工コンクリートに代えて繊維補強吹付けコンクリートによる永久覆工を採用したので、その概要を報告する。

1 トンネル復旧工法概要

損傷を受けた区間は下半が現場打ちコンクリート、上半が二段積みのコンクリートブロックで構成されている。地震の影響で、ひび割れ発生、目地の開き、ブロック間目地材の抜け落ち、側壁・ブロックの押し出し等の損傷が生じた。復旧方法は図-2の縦断面図に示すように地山・地上条件および損傷範囲に応じて3パターンに分類し、既設覆工を撤去した後、支保および覆工を行った。A-区間は直上で営業しているホテルまでの最小土被りが7mと小さく、また地山が盛土、崖錐堆積層、強風化流紋岩質凝灰岩を主体とした緩い土砂からなり湧水が多いことを考慮して、図-3の断面図に示すように剛性の大きな長尺先受け工法(AGF)と積極的な地盤改良工法として発泡性ウレタン樹脂を圧入する岩盤固結工法を採用した。また同区間の支保パターンは図-4の詳細図に示すように一次吹付け50mm、H-150、二次吹

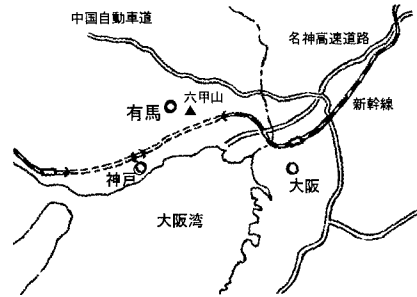


図-1 位置図

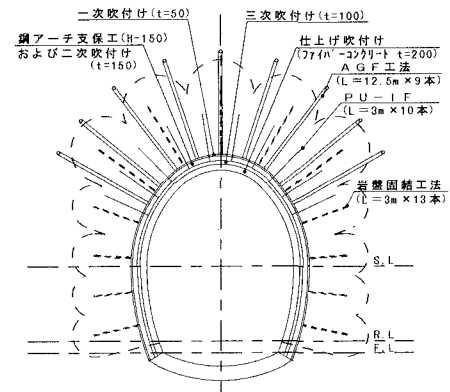


図-3 A区間施工断面図

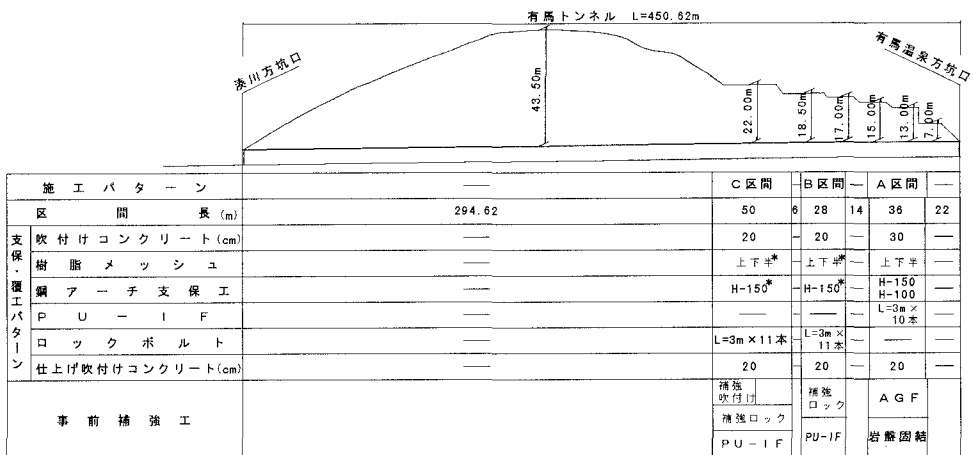


図-2 縦断面図

*既設側壁未撤去部を除く

付け150mm、鉄筋代わりのH-100、三次吹付け100mm、仕上げ吹付け200mmとした。仕上げ吹付けは一般に流し込み方式で打設される化粧巻きに代えて永久構造物としての機能を期待するため、剥離剥落を防止する目的で繊維補強配合を使用した。仕上げ吹付けを施工する前に湧水が認められた箇所にはマットを敷設しインパートへと導水した。

2 永久覆工用繊維補強吹付けコンクリート

本トンネルの湧水は、温泉の成分を含み鋼材を腐食させるため、ビニロン樹脂製の繊維補強材を使用した。繊維混入率は剥離剥落を目的とするため体積比0.5%とした。十分な施工性を確保するため、スランプは20cmを目標とした。表-2に配合を表-3、図-5にベースコンクリートの強度試験結果を示した。繊維補強コンクリートの材令28日での圧縮強度は436kgf/cm²（対プレーン+20%）、曲げ強度は55kgf/cm²（対プレーン+24%）、タフネスは127kgf・cmであった。

3 計測結果

坑内における内空変位・天端沈下の経時変化図を図-6に示す。変位が最も大きかったTD35では、縫い返し切羽が1.5D（約7m）手前まで接近した頃から沈下を開始し、切羽到達前に天端沈下は4.7mm、上半水平方向の内空変位は4.1mmとなった。切羽が通過し測点を復旧した後の天端沈下の増分は約0.5mmで内空変位の変化はほとんどなかった。その他の断面では天端沈下は2mm以内、内空変位はほとんど発生せず全体的に安定した状態にあった。

4 おわりに

復旧後約1年を経過したが剥離や特に顕著な湧水も生じていない。吹付けコンクリートによる永久覆工は型枠（セントル）を必要とせず工程の短縮が可能であり、今回のような復旧工事や補修・補強工事には適した工法であると考えられる。また、欧米では同様の工法がコストダウンの一手法として新規トンネルの覆工にも広く採用されており、今後日本でも適用を検討する価値のある工法であるとする。

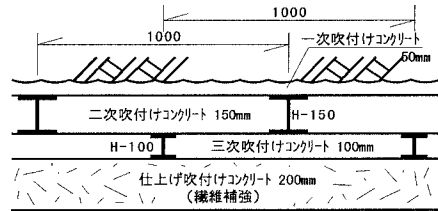


図-4 A区間支保詳細図

表-1 配合一覧表

	W/C	S/A	W	C	G	S	Fi	高性能
	%	%	kg	kg	kg	kg	kg	AE減水剤
プレーン	57.5	60	230	400	653	977	—	2.8
繊維補強	58.5	59.5	240	410	653	958	6.5	2.87

Fi:ビニロンファイバー(L=30mm)

目標スランプ:20±2.5cm、Gmax=15mm

表-2 ベースコンクリート強度試験結果

	スランプ cm	圧縮強度 kgf/cm ²	曲げ強度 kgf/cm ²	曲げ タフネス
プレーン	20.5	365	44.5	34.3
繊維補強	20.5	436	55	127

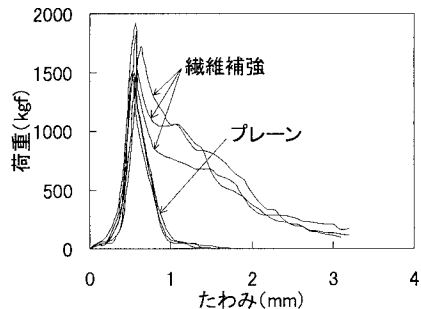


図-5 曲げ試験 荷重-たわみ図

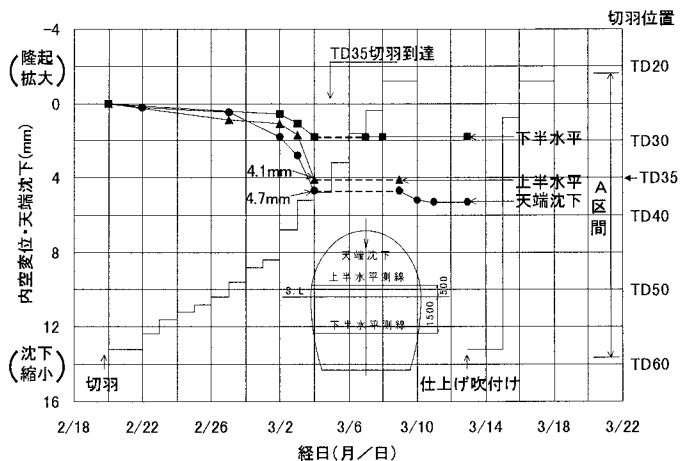


図-6 坑内天端沈下・内空変位計測結果