

高速道路と交差する水路トンネル内部の充填施工

飛島建設 正会員 ○坂本昭夫, 杉浦乾郎

飛島建設 石合伸幸, 和田幸二郎

1. はじめに

新潟県阿賀野市小松地区の地下には水路トンネルが残置され、図-1のように、この地区を通過する磐越自動車道と一部で交差している。水路トンネルは昭和初期に建設されたが、老朽化が著しいことから、崩壊による高速道路への影響が懸念され、内部を埋め立てる安全策を施す必要があった。トンネル内は水で満たされており、立ち入ることが危険なため、地上からスラリー状の充填材を空洞内部に注入して埋め立てる空洞充填工法が採用された。トンネル内の長い区間の充填が課題であったが、充填材の高い流動性により確実な充填ができた。また、なかでも限定充填工法としたことで、充填材の対象範囲外への流出を防止することができた。

2. 空洞充填工法の概要

空洞充填工法とは、砕石工場で発生する脱水ケーキなどを母材として、専用プラントで固化材と水を練り混ぜた充填材スラリーを充填孔から空洞内に注入して固化させる工法である。限定充填工法は空洞充填工法の応用技術で、図-2に示すように、充填対象範囲の両端部において、水ガラスの添加により流動性を制御した充填材で隔壁を形成し(端部充填)、その後内側を流動性の高い充填材で充填する(中詰充填)。

3. 充填材の配合

表-1に本工事に使用した充填材の配合を示す。母材料には現場近郊の砕石工場から発生する脱水ケーキを使用することとし、施工に先立ち配合試験を行って表-2に示す管理基準で規定される充填材の品質を確認した。

4. 施工方法

充填孔の設置では、地上よりケーシングパイプにてトンネル内まで削孔を行い、保孔管としてケーシングパイプを残置した。なお、充填孔の大半はのり面での施工であるため、写真-1のように足場を設置して作業を行った。中間付近ではトンネル内が土砂で閉塞されていたため、図-3および図-4に示すように、施工を下流側と上流側に区分し、下流側から先に充填を行った。下流側では、No.20で端部充填を行い、その後、順次No.19より上流方向に中詰充填を行った。上流側では、No.1で端部充填を行い、No.8より順次中詰充填を行った(写真-2)。

削孔の際にはトンネル内の高さや土砂の堆積状況などを調査した。充填孔の設置は充填に先行する形で並行して行ったが、トンネル内土砂の堆積状況およびそれまでのトンネル内部における充填材の流動状況を先行充填孔からの充填高

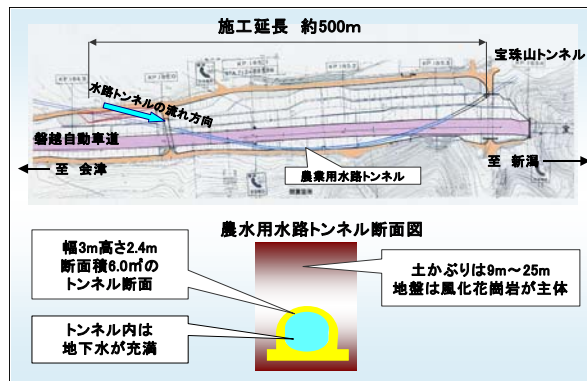


図-1 工事概要図

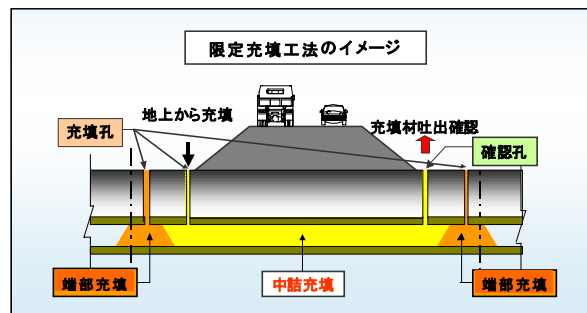


図-2 限定充填工法のイメージ

表-1 充填材配合表 (単位:kg/m³)

	脱水ケーキ	充填用 特殊固化材	特殊土用 固化材	特殊水ガラス	水
端部充填材	540	100	—	48.8	635
中詰充填材	450	—	100	—	803



写真-1 充填孔の設置状況



写真-2 充填状況

キーワード 地下空洞, 陥没, 空洞充填, 限定充填, 水ガラス

連絡先 〒102-8332 東京都千代田区三番町2 飛島建設(株)土木事業本部新規事業統括部 TEL.03-5214-7087

理で確認した。これにより削孔ピッチの見直しを行い、図-5に示すように3本の削孔を省略した。その結果、路面下部分の区間 70m および 65m を一度に充填することができた。

また、施工管理の一環としてトンネル内部の充填状況を確認する充填高管理を行った。その方法は、充填感知センサーを充填孔の隣接孔から空洞内に挿入し、充填材の流動および到達状況を確認して充填の打ち止めを判断するものである。本工事では各先行充填孔でトンネル天端までの充填材到達を確認した。

なお、トンネルは老朽化しているため、充填孔の削孔作業時に、天端コンクリートが崩壊し、高速道路の路面が沈下することが懸念された。また、填時に緩んだ地盤から充填材がリークすることにより地盤が隆起する可能性も危惧された。このため、削孔および充填作業時には上下線のガードレールに沈下計を設置し、路面の変状の有無を監視した。その結果、路面に変状はみられず、影響がないことを確認した。

5. 品質管理と環境管理

充填材の品質管理試験を充填期間中は午前と午後の各 1 回行った。表-2 に試験結果の一覧表を示す。表より、すべて管理基準値を満足した。特にブリーディングはほとんどみられず、収縮の少ない材料であることが示された。

充填により周辺の地下水への影響の有無を確認する目的で観測用の井戸を削孔し、充填期間中の水質管理を実施した。その結果、充填前後で変化はなく、地下水への影響がないことを確認した。

6. まとめ

空洞充填工法、特に限定充填工法には次のような特徴がある。本工事においてはこの工法の特徴を活かした成果があった。1) 地上からの施工であるため、危険な空洞内に立ち入ることなく安全に施工できる。2) 充填材の材料に副産物（碎石工場の脱水ケーキ）を用いるため、材料費が安価である。3) 限定充填工法により

隔壁を形成した後内部を充填するため、外への流出ロスがない。4) 限定充填工法の端部材に水ガラスを用いることから、地下水の水質保全に有効である。5) 充填材の高い流動性により、空洞の長い区間の充填が可能である。ここでは高速道路を規制することなく施工できた。

以上により、本工事のような既設構造物下の空洞・空間対策としての限定充填工法の有効性が示された。今後類似の問題に対する処置についても非常に有効であると考えられる。

最後に、現場施工および本論文作成につきまして、NEXCO 東日本新潟管理局新潟管理事務所の関係各位に多大なるご指導とご助言をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

[参考文献] 1) 坂口宏二郎, 山口泰之, 和田幸二郎: 磐越道の地下で交差する廃坑への対策, EXTEC No.77-40~43.

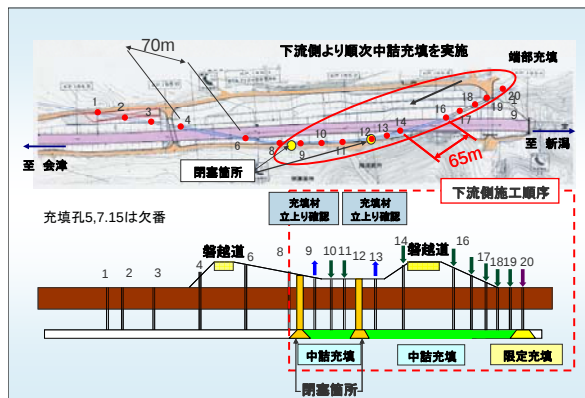


図-3 下流側充填工

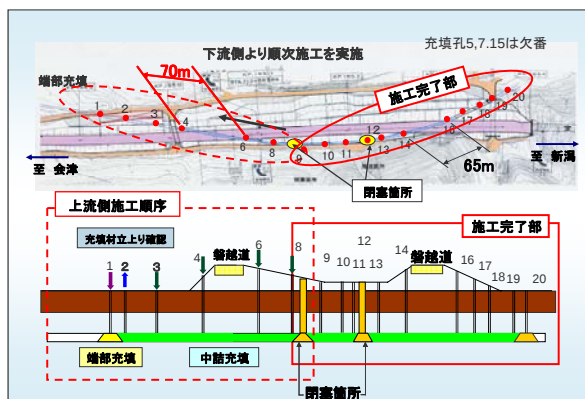


図-4 上流側充填工

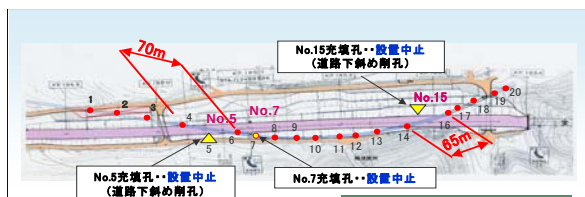


図-5 充填孔設置工

表-2 品質管理試験結果

種別	管理項目	管理基準	試験結果				備考
			最小値	平均値	最大値	判定	
端部充填材	A液フロー値	10±2秒	8.53	9.45	10.54	良	流動性試験(P漏斗)(JSCE-F 521)
	B液フロー値	10±2秒	8.05	8.10	8.17	良	上記
	充填材フロー値	140~180mm	156	162	178	良	フロー試験(テーブルフロー)(JIS R 5201)
	ブリーディング率	3%以下	0.0	0.0	0.0	良	ブリーディング試験(JSCE-F 522)
	ゲルタイム	—	6.90	7.90	8.99	—	カップ倒立法
	一軸圧縮強度(28日)	100kN/m ² 以上	272	334	394	良	土の一軸圧縮試験(JGS 0511)
	単位容積質量	1.30~1.50	1.407	1.431	1.441	良	単位容積質量試験(JIS A 1116)
	六価クロム溶出量	0.05mg/l以下	0.04mg/l未満				環境庁告示第46号
中詰充填材	充填材フロー値	9~14秒	10.18	11.60	13.55	良	流動性試験(P漏斗)(JSCE-F 521)
	ブリーディング率	3%以下	0.0	0.0	0.9	良	上記
	一軸圧縮強度(28日)	100kN/m ² 以上	158	512	792	良	上記
	単位容積質量	1.30~1.50	1.361	1.385	1.408	良	上記
	六価クロム溶出量	0.05mg/l以下	0.04mg/l未満				上記