

限定充填工法のコストダウンに向けた新技術の施工

飛島建設 正会員 ○登坂祐大, 坂本昭夫, 和田幸二郎
 飛島建設 正会員 杉浦乾郎, 山本孝男, 宮沢義博
 飛島建設 竹内健一

1. はじめに

東海地方では明治時代の初め頃から 1970 年代にかけ、燃料鉱物の亜炭の採掘が盛んであった。現在、それらの採掘跡はそのまま地下空洞として残存し、採掘を終えて数十年を経た今日でも、空洞が原因で地表面に陥没や構造物の傾斜・沈下等の被害が発生し、社会問題になっている。なかでも岐阜県御嵩町は市街地の下にまで廃坑空洞が分布することから、将来的に大地震が発生した場合、空洞を支えている残柱が一斉に崩壊するなどして広範囲に被害が発生することが懸念されている。そのため、広い空洞のうち施設直下の空洞を対象範囲として一区画を充填できる限定充填工法による充填工事が行われている。空洞充填工法は通常、キラと呼ばれる土質材料に固化材と水を練り混ぜて製造した充填材を空洞内に注入するが、限定充填工法ではさらに水ガラスを添加し、そのゲル化作用で充填材の流動性を制御する。今回、岐阜県御嵩町が進める南海トラフ巨大地震亜炭鉱跡防災対策事業において、従来の限定充填工法と同等の機能を維持しつつコストダウンとなる新技術の二層端部限定充填工法が採用された。二層端部限定充填工法は限定充填工法の端部充填材より水ガラス量が少なく勾配の緩い第2 端部充填材を先行充填し、その上に端部充填材を充填して全体で水ガラスの使用量を低減する。ここでは実工事を通じて施工性、品質、出来形およびコストダウン効果について検証した結果を報告する。図-1 に限定充填工法の概念図を、図-2 に限定充填工法と二層端部限定充填工法の施工手順を示す。

2. 工事の概要

工事名：令和元年度南海トラフ巨大地震亜炭鉱跡防災対策事業第 5-3-3 期防災工事、発注者：御嵩町、充填対象面積：28,958m²、計画充填量：端部充填材 7,208m³、第2 端部充填材 4,781m³、中詰充填材 19,315m³、合計：31,299m³

3. 施工性・品質・出来形

1) 施工性

表-1 に充填材の配合を、表-2 に品質目標値を示す。表-2 より、テーブルフロー値は端部充填材よりも第2 端部充填材の方が大きい（流動しやすい）ため、配管圧送時の孔口圧力を抑制でき施工性は良好であった。

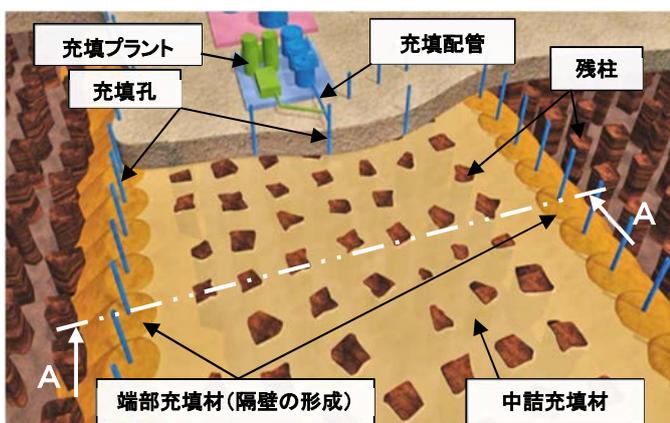
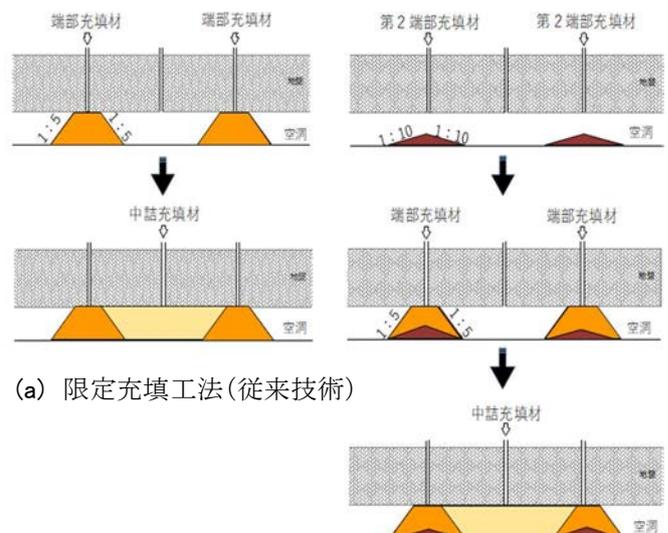


図-1 充填工法概念図



(b) 二層端部限定充填工法 (新技術)

図-2 充填施工手順(A-A 断面図)

キーワード 空洞充填、限定充填工法、水ガラス

連絡先 〒460-0003 名古屋市中区錦一丁目5番11号 名古屋伊藤忠ビル9階 飛島建設株名古屋支店 TEL052-218-5760

表-1 充填材の配合

材 料	端部充填材	第2端部充填材	中詰充填材
粘土キラ	260	260	260
砂キラ	260	260	260
特殊土用固化材	90	90	60
特殊水ガラス	48.8	8	—
遅延剤	0.27	0.27	0.18
水	766	816	816

表-2 充填材の品質目標値

品質項目	目標値	規格	適用		
			端部	第2端部	中詰
流下時間	9~14秒	JSCE-F 521			○
テーブルフロー値	140~180mm	JIS R 5201	○		
	180~240mm			○	
ゲルタイム	—	カップ倒立法	○	○	
ブリーディング率	3%以下	JSCE-F 522	○	○	○
一軸圧縮強さ	50kN/m ² 以上	JGS 0511	○	○	○

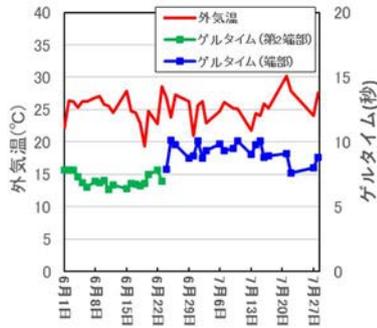


図-3 外気温とゲルタイム(夏季)

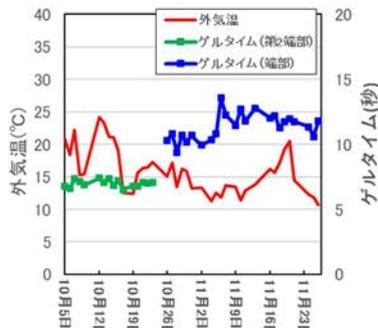


図-4 外気温とゲルタイム(秋季)

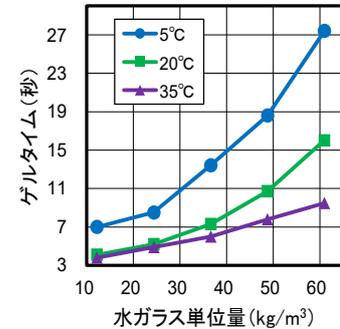


図-5 水ガラス単位量とゲルタイム(室内試験結果)

2) 品質

図-3、図-4に示すように、ゲルタイムの全期間を通しての平均値は端部充填材が10.3秒、第2端部充填材が7.0秒と端部充填材の方が第2端部充填材より約3秒遅かった。また、特に11月に入って施工した端部充填材はそれまでの期間に比べてゲルタイムが1~2秒程度遅くなった。これは図-5により、ゲルタイムは水ガラス単位量が多いほど、また温度が低いほど長くなる傾向と同じである。

一軸圧縮強さについては、第2端部充填材で平均値148kN/m²、端部充填材で平均値340kN/m²と少し値に開きがあるが、第2端部充填材、端部充填材ともに品質目標値の50kN/m²以上を満足しており良好といえる。

3) 出来形

計画充填量に対し、実充填量は第2端部充填材、端部充填材ともに充填した範囲では計画充填量に対し実績充填量が100%以上となったことから、所定の出来形が形成されたと推察できる。

4. コストの比較

二層端部限定充填工法の施工で実際にかかったコストと限定充填工法により施工したと仮定したコストを比較した。第2端部充填材は計画量を目安に施工したが、配管の段取り替えが頻繁になり1日当たりの充填量が減少するため、端部充填材の施工手間を1とした場合、実績から第2端部充填材の施工は1.2倍であった。また、第2端部充填材は充填後養生期間を経て、その後に端部充填材を充填するため配管接続を2回行う必要がある。そのため第2端部充填材の配管接続費は2倍のコスト増となるが、その値は比較的小さい。これに対し、第2端部充填材の材料単価は端部充填材の0.53倍と約半分である。

以上のことから二層端部限定充填工法にかかるコストは、限定充填工法と比較し、94%のコストで施工でき、約6%のコストダウンを達成できたことがわかった。

5. おわりに

従来の限定充填工法の機能を維持しつつ、コストダウンを可能とした新技術の二層端部限定充填工法について、実工事を通じて施工性、品質、出来形、限定充填工法とのコスト比較について検証し、その有効性を確認した。この地方では今後も空洞対策事業が検討されていることから、更なるコストダウンに向け検討していきたい。

ここに、新技術の開発および施工にあたり、ご指導およびご協力いただきました御嵩町および一般社団法人充填技術協会の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献 1)勝又諒, 杉浦乾郎, 宮沢義博, 石合伸幸, 坂本昭夫, 和田幸二郎: 空洞充填における限定充填工法のコストダウン技術の開発, 土木学会第72回年次学術講演会, 2017年9月