

空洞充填工法に用いる充填材の水中打設試験

飛島建設 正会員 ○宮沢義博、杉浦乾郎、坂本昭夫
飛島建設 石合伸幸、山本孝男、和田幸二郎

1. はじめに

キラ充填材による限定充填工法は東海環状自動車の建設に際し、岐阜県可児市柿田地区～御嵩町顔戸地区の亜炭廃坑対策として、平成10年度～11年度にかけて開催された「亜炭坑施工技術委員会」（主催：先端建設技術センター）において、現地試験施工等を行って確認した性能について審議され、採用された工法である。近年、建設発生土を亜炭廃坑充填の材料に用いることが話題にあがるようになった。しかし、その実績はわずかに一例しかなく、実際の空洞内で充填材がどのように広がりまた充填されるのか明らかにされていない課題があった。

2. 目的・方法

キラ充填材による限定充填工法の端部充填材と建設発生土を用いた充填材の打設試験を行い、両者の性能、特に限定充填に関する性能を確認することを目的とし、次の方法で試験を実施した。

- 1) 配合試験で充填材料の物性を確認する。
- 2) 実際の亜炭廃坑の空洞水における充填を想定し、水を張った大型水槽で打設試験を行い、限定充填を形成する勾配や天盤に密着した充填材の広がり（到達距離）などの形状を確認する。

3. 使用材料と配合試験

使用材料の土質試験結果を表-1に示す。粘土キラ、砂キラとは砂利工場や碎石工場で発生した副産物の土質材料である。

キラ充填材による限定充填工法の端部充填材（以下、キラ充填材（端部））の配合は、一般社団法人充填技術協会の仕様に基づく標準的な配合で、水ガラスを添加することで流動性を制御し、限定範囲の充填を行うものである。これに対し、建設発生土を用いた充填材で限定充填を行うことを目標とした配合では、流動性を制御するための添加剤は用いず、母材と水の配合量で低流動性とする配合とした（以下、建設発生土を用いた充填材（端部））。また、参考のため、キラ充填材による限定充填工法の中詰充填材（以下、キラ充填材（中詰））および建設発生土を用いた充填材の一般的な配合（以下、建設発生土を用いた充填材（標準））については配合試験のみを行った。表-4に配合試験結果を示す。表より、キラ充填材（端部）、キラ充填材（中詰）、建設発生土を用いた充填材（端部）、建設発生土を用いた充填材（標準）の流動性に関する試験結果は、それぞれの品質目標値を満足するものであった。

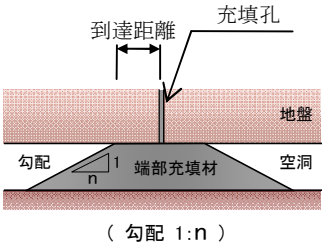
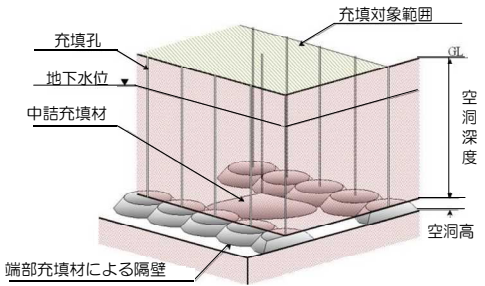


図-1 限定充填工法の概念図

表-1 土質試験結果

	項目	単位	粘土キラ	砂キラ	建設発生土
一般	土粒子の密度	(g/cm ³)	2.655	2.728	2.696
粒 度	礫 分 2mm～75mm	(%)	—	—	55.8
	砂 分 75μm～2mm	(%)	2.3	6.1	30.7
	シルト分 5μm～75μm	(%)	45.9	54.5	7.1
	粘土分 5μm未満	(%)	51.8	39.4	6.4
	最大粒径	(mm)	0.250	0.250	53.0
分類		—	粘性土	粘性土	細粒分混り砂質礫

表-2 試験内容

充填材の種類	母材、添加剤	配合試験	大型水槽※打設試験
(a) キラ充填材（端部）	粘土キラ＋砂キラ＋水ガラス	○	○
(b) キラ充填材（中詰）	粘土キラ＋砂キラ	○	—
(c) 建設発生土を用いた充填材（端部）	泥土＋建設発生土	○	○
(d) 建設発生土を用いた充填材（標準）	泥土＋建設発生土	○	—

※幅1.00m×長さ2.00m×高さ1.00mの水槽の水中に約4500の充填材を打設

キーワード 空洞充填工法、限定充填工法、キラ充填材、亜炭廃坑

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

4. 大型水槽打設試験

表-5 および図-2 にキラ充填材（端部）と建設発生土を用いた充填材（端部）の大型水槽打設試験結果を示す。表および図より、キラ充填材（端部）の方が建設発生土を用いた充填材（端部）より勾配が3.8 倍大くなる結果であった。これは、キラ充填材は水ガラスのゲル化作用により、自重を大きく受ける下層の充填材ほど流動性が低くなっているため、沈み込みの影響を受けにくいことによると考えられる。また、キラ充填材（端部）は、空洞天端を模したアクリル板に到達した後は充填ポンプの圧力でアクリル板に密着して拡大しており、空洞天盤まで確実に充填できることがうかがわれる。これに対し、建設発生土を用いた充填材（端部）はアクリル板にも到達せず、実際の充填においては空洞天盤部の未充填箇所の発生が懸念される。なお、亜炭廃坑の空洞高さは1m～2m 程度と、ここでの水槽打設試験での充填材の高さのおよそ3～5 倍であることから、実際の充填ではこれらの勾配より緩やかになると考えられる。

5. おわりに

キラ充填材（端部）は平成11 年度に行われた実際の亜炭廃坑における試験施工やその後の多数の実工事での施工により、勾配が約1:5、また天盤に密着した広がり半径4m 以上を確保し、限定充填における確実な隔壁を形成できることがわかっている。そして、ここで行った大型水槽打設試験の結果はその性能をあらためて示したものとイえる。これに対し、配合量のみで流動性を低くした建設発生土を用いた充填材（端部）は、限定充填としての要件を満足しないと考えられる。

ここに、多大なるご指導をいただきました愛知工業大学工学部岩月教授に感謝の意を表します。

表-3 配合試験法と品質目標値

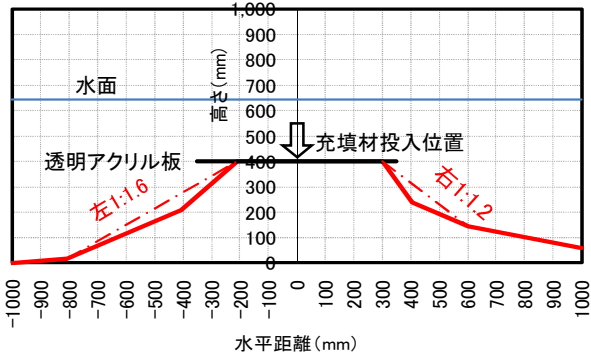
品質項目	目標値	規格	適用			
			キラ充填材（端部）	キラ充填材（中詰）	建設発生土を用いた充填材（端部）	建設発生土を用いた充填材（標準）
P漏斗流下時間	9～14秒	JSCE-F 521		○		
JHフロー値	110～190mm 180～300mm	JHS A 313			○	○
テーブルフロー値	140～180mm	JIS R 5201	○			
ゲルタイム	—	カップ倒立法	○			
ブリーディング率	3%以下	JSCE-F 522	○	○	○	○
一軸圧縮強さ	50kN/m ² 以上	JGS 0511	○	○	○	○

表-4 配合試験結果

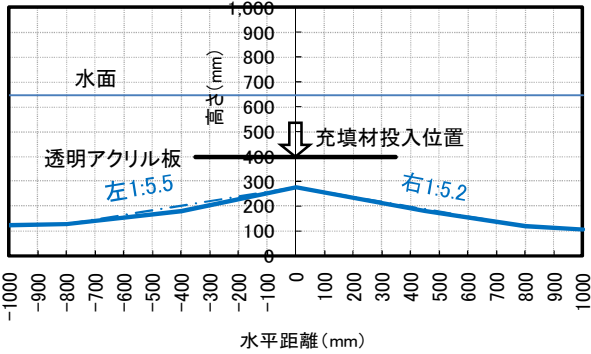
	最大粒径 (mm)	材料温度 (°C)	室温 (°C)	養生温度 (°C)	配合試験結果						
					P漏斗流下時間 (秒)	JH 70-値 (mm)	テーブル70-値 (mm)	ゲルタイム (秒)	ブリーディング率 (%)	一軸圧縮強さ (kN/m ²)	変形係数
(a)キラ充填材（端部）	0.25	20	20	20	—	—	151	9.3	0.0	274	59,300
(b)キラ充填材（中詰）	0.25	20	20	20	11.1	—	—	—	0.05	222	71,500
(c)建設発生土を用いた充填材（端部）	2.0	20	20	20	—	173	—	—	0.0	345	56,800
(d)建設発生土を用いた充填材（標準）	2.0	20	20	20	—	264	—	—	0.0	300	45,400

表-5 水槽打設試験による形状

	高さ	平均勾配
キラ充填材（端部）	400mm	1:1.40
建設発生土を用いた充填材（端部）	275mm	1:5.35



(a) キラ充填材（端部）



(b) 建設発生土を用いた充填材（端部）

図-2 小型水槽打設試験結果（水槽長手方向）



写-1 水槽打設形状（キラ充填材（端部））



写-2 水槽打設形状（建設発生土を用いた充填材（端部））