

セメントを使用しないスラグ固化体による実構造物への適応性について

奥村組土木興業株式会社 正会員 ○肖 奥博 正会員 佐々木庸志
正会員 藤森 章記 崎山 正寛

1. はじめに

セメントを使用せず、結合材に高炉スラグ微粉末、骨材として高炉水砕スラグおよび製鋼スラグを用い、海水で練り混ぜることによって所要の強度が得られるコンクリート(スラグ固化体)を開発した。若材齢での強度発現性はセメント系固化体に比べて若干遅れるものの、材齢28日では30N/mm²以上となる配合を確認した。

スラグ固化体は構成材料のほぼすべてが産業副産物であることから、製造過程で排出されるCO₂は、普通セメントを用いたコンクリートに比べて95~99%程度削減できる。本報は、スラグ固化体の重力式擁壁および舗装への適応性について、試験施工による検討を行ったものである。なお、確認項目は施工性とフレッシュ性状とし、供試体による曲げ強度および圧縮強度特性の確認も行った。加えて、スラグ固化体の舗装への適応における曲げ靱性向上を目的として繊維補強の検討を行った。

2. 試験施工の概要

大阪府堺市の試験施工ヤードにおいて、2021年1月下旬に重力式擁壁と駐車場舗装を施工した。使用材料の諸元と配合を表-1、2に、重力式擁壁の寸法を表-3、駐車場舗装の寸法を表-4に示す。スラグ固化体の練り混ぜは移動式コンクリートプラントで行った。

3. 重力式擁壁の施工

移動式コンクリートプラントで練り混ぜ後、コンクリートホッパーを用いて擁壁の打設を行った。練り混ぜ直後のスランプフローは39cmとなり、高い流動性を示したことからバイブレーターは補助的な使用に限定した。練り混ぜ直後から120分後までの経時変化を図-1に示す。この結果から、フレッシュ性状の経時変化は小さいことがわかった。

打設時に採取したφ100mm×200mmの圧縮試験用供試体の養生方法は、標準養生と現場養生とした。標準養生による材齢7日の圧縮試験結果は、18.9N/mm²、材齢28日は31.2N/mm²、現場養生による材齢7日は8.9N/mm²、材齢28日は15.0N/mm²となった。圧縮試験結果を図-2に示す。

材齢7日で型枠を脱型した結果、天端付近にブリーディングの影響と思われる気泡や表面の粗い部分が確認されたが、全体としては良好な躯体が構築できた。

材齢60日後の目視観察では乾燥による微細なクラックは確認されたが、致命的な異常は見られなかった。この時の重力式擁壁の状態を写真-1に示す。

表-1 使用材料の諸元

分類	種類	記号	諸元
水	海水	Ws	瀬戸内海
結合材	高炉スラグ微粉末	B	密度2.950g/cm ³ , ブレーン4000
細骨材	高炉水砕スラグ	SgS	密度2.65g/cm ³ , 吸水率1.62
粗骨材	製鋼スラグ	SgG	密度3.30g/cm ³ , F.M.6.22, 吸水率4.73(5mm以下)5.33(5mm以上)
混和剤	AE減水剤	Ad	ポリカルボン酸系化合物
繊維	ポリプロピレン	F	繊維長30mm, 繊維径1.0mm 密度0.91g/cm ³ , 引張強度500N/mm ² , 引張弾性率7000N/mm ²

表-2 重力式擁壁と舗装の配合

配合No.	Ws/B(%)	単位量(kg/m ³)					
		Ws	B	SgS	SgG	Ad	F
重力式擁壁	40	250	625	681	837	(6.25)	9.61 (0.4vol%)
舗装-0.0	34	230	676	692	845	(6.76)	-
舗装-0.2	34	230	676	692	845	(6.76)	4.89 (0.2vol%)
舗装-0.4	34	230	676	692	845	(6.76)	9.77 (0.4vol%)

表-3 重力式擁壁の寸法

項目	寸法	形状	
高さ	2.0m	正面図	側面図
延長	2.3m		
天端幅	0.4m		
背面勾配	1:0.5		

表-4 駐車場舗装の寸法

項目	寸法	平面図			
各枠幅	2.25m				
延長	4.30m				
厚さ	0.1m				
目地幅	20mm (瀝青目地材)	繊維添加率 0.0%	繊維添加率 0.2%	繊維添加率 0.4%	L=4.3m

キーワード 高炉スラグ微粉末, 製鋼スラグ, 高炉水砕スラグ, 海水, CO₂削減, 試験施工

連絡先 〒552-0016 大阪市港区三先1丁目11番18号 TEL.06-6572-5262

4. 駐車場舗装の施工

駐車場の駐車枠ごとに、繊維添加率を 0%, 0.2%, 0.4% とした。移動式コンクリートプラントで練り混ぜ後、フレッシュなスラグ固化体をタイヤショベルで受け、約 500m 運搬した後に直接打設した。練り混ぜ後のフレッシュ性状を図-1 に示す。練り混ぜ直後のスランプは 8.0 cm~16.0 cm 程度となり、流動性は確保できたが、繊維添加率が多くなるに従い粘性が高くなった。なお、スラグ固化体の締固めおよび敷き均しには高周波バイブレーターを用い、表面はホウキ目仕上げとし、硬化までの降雨対策としてブルーシートで覆った。

打設時に採取した寸法 100 mm×100 mm×400 mm の曲げ供試体による、曲げ荷重-たわみ曲線の関係を図-3 に示す。

なお、養生方法は標準養生とした。試験の結果、すべての供試体においてコンクリート舗装に要求される曲げ強度 4.5N/mm² を満足した。繊維添加率 0% の供試体は脆性破壊を起こしたが、繊維添加率 0.2%, 0.4% では最大荷重載荷後にも強度を保持し、靱性を有することを確認した。

材齢 28 日後に駐車場を開放した結果、繊維添加率 0% では乗用車 1 台 (8 時間) の駐車で、0.2% では 3 台 (24 時間) でひび割れが生じた。また、0.4% では 40 台 (320 時間) の駐車後もひび割れは発生していない。材齢 28 日における舗装の状態を写真-2, 3 に示す。

5. まとめ

スラグ固化体を用いた重力式擁壁と駐車場舗装の試験施工の結果、以下のことを確認した。

- ① 移動式コンクリートプラントで練り混ぜたスラグ固化体のフレッシュ性状の経時変化は小さい。
- ② 外気温が低い場合、強度発現までの期間が長くなる。
- ③ ブリージング量を減らす検討が必要である。
- ④ スラグ固化体の曲げ強度はコンクリート舗装に要求される 4.5N/mm² を満足しており、繊維を添加することで曲げ強度と靱性が向上する。
- ⑤ コンクリートに比べて CO₂ 排出量を 95~99% 程度削減可能な構造物が構築可能である。

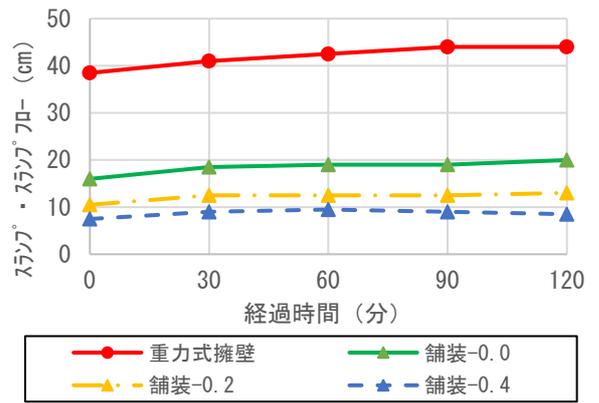


図-1 スランプフロー・スランプの経時変化

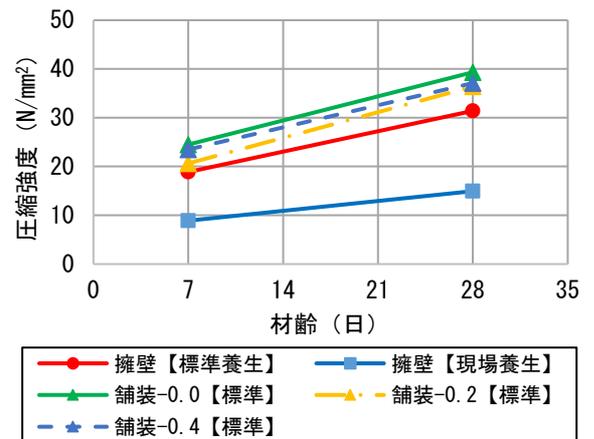


図-2 圧縮試験結果

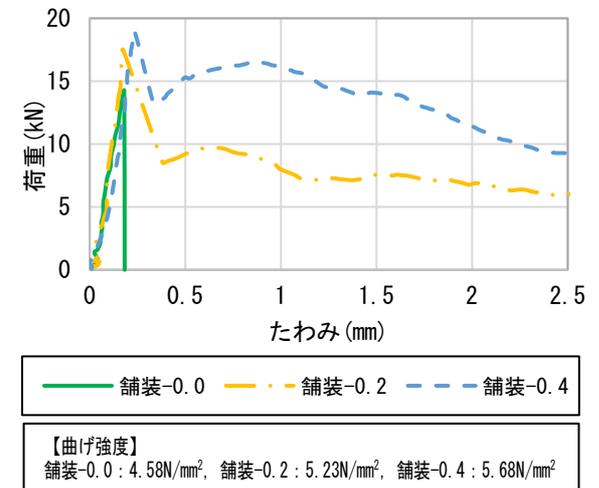


図-3 曲げ荷重-たわみ曲線



写真-1 重力式擁壁の状態



写真-2 舗装の状態 (全景)



写真-3 舗装の状態 (表面)