

蒸気養生を行った鉄鋼スラグ水和固化体の耐久性に関する研究

ランデス(株) 正会員 ○Paweena Jariyathitipong

ランデス(株) 正会員 田中 秀和

ランデス(株) 正会員 藤木 昭宏

1. 概要

鉄鋼スラグ水和固化体は、鉄鋼生産の製鋼過程で発生するスラグ（溶銑予備処理スラグ）と高炉スラグ微粉末を、水とともに練混ぜ、水和反応により固化させたものである。必要に応じてアルカリ刺激材や、フライアッシュなどが添加される。副産物を材料として利用し、従来コンクリートと同等な強度を得ることができる。本研究では、コンクリート二次製品分野への適用を目的として、蒸気養生を行った鉄鋼スラグ水和固化体の乾湿繰返し、スラグ骨材の水和膨張、乾燥収縮に対する耐久性について実験的検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料

実験に用いた材料を表-1 に示す。高炉スラグ微粉末、フライアッシュ及び石灰集塵微粉末を粉体材料(P)として使用し、0-5mm 及び 5-20mm の溶銑予備処理スラグを細骨材ならびに粗骨材として使用した。

2.2 配合

配合を表-2 に示す。配合においては、水結合材比（W/(BP+FA+LD)）を 25%、フライアッシュ混入率（FA/BP）は 0.20～1.00 までに变化させ、単位骨材絶対容積値は 500～600m³/m³、目標スランプフローを 60±5cm とした。養生は図-1 に示すパターンの蒸気養生を行い、膨張安定性試験については前処理として、100℃で 36 時間蒸気エージングさせた溶銑予備処理スラグを用いた。

2.3 試験方法

フレッシュ性状については JIS A1150 及び JIS A1128 に準拠してスランプフロー及び空気量を測定した。圧縮強度はΦ100×200mm の供試体を用い、JIS A1108 に準拠して行った。乾湿繰返し試験については 40℃湿度 95%で 3 日間湿潤、10℃湿度 30%で 4 日間乾燥状態を 1 サイクルとした。5、10、15 ならびに 20 サイクルに供試体を観察し、圧縮強度試験を行った。

膨張安定性試験は、鉄鋼スラグ水和固化体マニュアル¹⁾に基づき行った。養生装置内の水を昇温し、80±3℃となった時点から連続 30 日間水温を保持する。10、20 及び 30 日で供試体を取り出し、観察を行った。長さ変化は JIS

表-1 使用材料

種類	記号	物性
溶銑予備処理スラグ	SS	表面乾燥状態密度 3.22g/cm ³ 吸水率5.5%, 最大寸法20mm
高炉スラグ微粉末	P	BP 密度2.89g/cm ³ ブレン値4000cm ² /g
フライアッシュ		FA 密度2.20g/cm ³
石灰集塵微粉末		LD 密度3.14g/cm ³
水	W	上水道水

表-2 配合

試験	配合記号	基本パラメータ				単位量(kg/m ³)					混和剤	
		W/P (%)	FA/BF	単位骨材絶対容積(m ³ /m ³)	設計空隙率(%)	P				SS	SP (P×%)	AE (P×%)
						W	BP	FA	LD			
乾湿繰返し	DW1	25	0.20	587	4	178	422	84	84	1890	1.60	0.01
	DW2		0.50	566		146	344	172	69	1821	1.50	0.01
	DW3		0.20	503		184	526	105	105	1620	1.50	0.01
膨張安定性	EX	25	0.20	568	2	156	447	89	89	1830	1.00	—
	EX _A					156	447	89	89	1830*	0.90	—
長さ変化	DS1	30	0.33	600	2	172	348	116	110	1932	0.17	—
	DS2		0.33			155	382	127	110	1932	0.30	—
	DS3		1.00			150	244	244	110	1932	0.31	—
	DS4	25	0.33		4	195	502	167	110	1932	0.19	—
	DS5		0.33		6	155	382	127	110	1932	0.27	0.03

*100℃で36時間蒸気エージングさせた溶銑予備処理スラグ

A1129-2 長さ変化試験方法:コンタクトゲージ方法 により測定した。

3. 試験結果及び考察

3.1 フレッシュ性状

各配合の練混ぜ直後のフレッシュ性状を図-2 に示す。表-2 及び図-2 より、DW2 と DW3、または DS2 と DS3 を比較すると、フライアッシュの混入量にも関わらず、目標のスランプフロー値を得るための混和剤添加率がほぼ同等である。

3.2 乾湿繰返し試験

乾湿繰返しの圧縮強度及び 20 サイクル試験終了後の供試体状態を図-3 に示す。乾湿繰返しサイクルの経過につれて、圧縮強度が増加傾向となった。さらに 20 サイクル終了後でも供試体の劣化は見られず、いずれの配合も圧縮強度 35N/mm² 以上となり、乾湿繰返しによる耐久性は良好と考えられる。

3.3 膨張安定性試験

膨張安定性試験における圧縮強度の変化及び試験終了後の供試体状態を図-4 に示す。30 日間経過後においても供試体の劣化は見られず、圧縮強度についても試験終了後は強度が同等以上となり、膨張安定性は良好である。

3.4 長さ変化試験

図-5 に長さ変化率の経時変化を示す。試験開始から 56 日では、いずれの配合も 100×10^{-6} に達しておらず、試験終了時での値は 200×10^{-6} 程度に収まった。土木学会、コンクリート標準示方書（施工編）に示されているコンクリートの乾燥収縮ひずみ（変化率）の限界値が $500 \sim 700 \times 10^{-6}$ 程度²⁾ であることから判断すると鉄鋼スラグ水和固化体の乾燥収縮による長さ変化は小さいことが明らかとなった。したがって、鉄鋼スラグ水和固化体を用いた構造体は乾燥収縮によるひび割れによって所要の性能を失わないと推測できる。

4. まとめ

蒸気養生を行った鉄鋼スラグ水和固化体は乾燥・湿潤状態の繰返し、スラグ骨材の膨張及び乾燥収縮に対する耐久性が良好であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) (財) 沿岸開発技術研究センター、鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル (2003)、pp.107
- 2) 土木学会、コンクリート標準示方書：施工編 (1996)

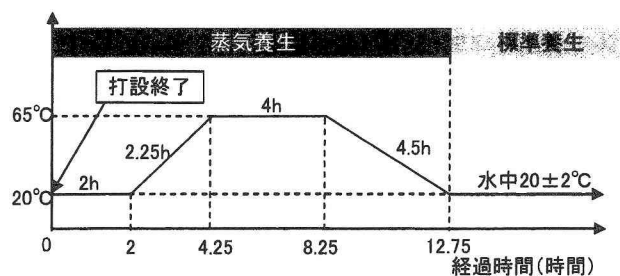


図-1 養生方法

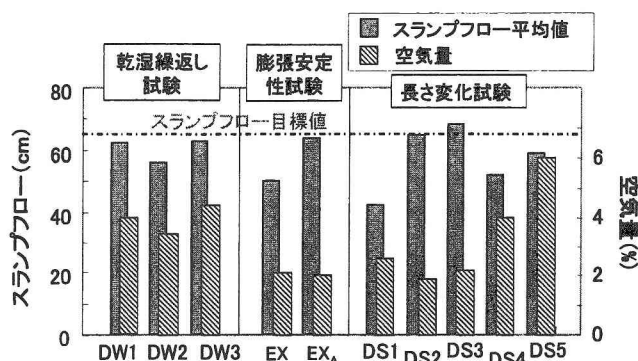


図-2 フレッシュ性状

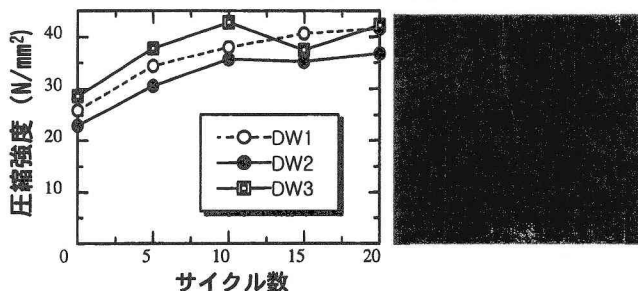


図-3 乾湿繰返し試験における圧縮強度及び試験終了後の供試体状態

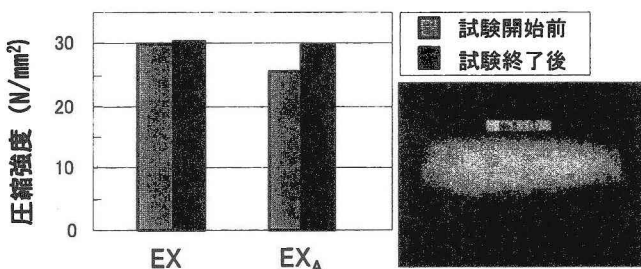


図-4 膨張安定性試験における圧縮強度及び試験終了後の供試体状態

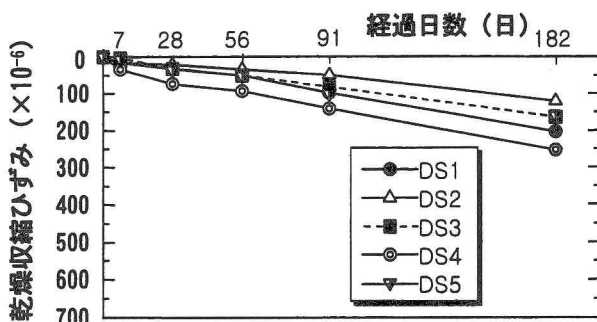


図-5 長さ変化率の経時変化