

鉄鋼スラグ水和固化体の蒸気養生方法に関する研究

ランダス(株) 正会員 ○藤木昭宏

ランダス(株) 正会員 田中秀和

ランダス(株) 正会員 Paweena Jariyathitipong

1. はじめに

鉄鋼スラグ水和固化体とは、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、密度は一割程度大きい(2.6 g/cm³程度)。また、セメント及び天然骨材を一切使用しないので、環境負荷の低減にも繋がるものである。また、生物必須元素であるFe、Siなど多く含んでおり、港湾土木材料として使用すると、海藻やフジツボなどの生物の付着が多いという特徴を持っている¹⁾。本研究では、鉄鋼スラグ水和固化体をコンクリート二次製品分野へ適用するため、生産性の向上を目的として、蒸気養生の前養生時間及び最高温度について実験的検討を行った。

2. 試験概要

2.1 使用材料

試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として使用し、0-5mmの溶銑予備処理スラグを細骨材として使用した。

2.2 配合

鉄鋼スラグ水和固化体の配合を表-2に示す。水粉体比 W/P を25%、フライアッシュ混入率(FA/BP)は0.33、石灰集塵微粉末混入率は0.20とした。また、高性能減水剤は粉体の1wt%を水の内割で添加した。

2.3 練混ぜ及び供試体作製方法

練混ぜにはJIS R 5201で規定されたモルタル用練混ぜ機を使用した。練混ぜ方法は表-3に示す。また、圧縮強度試験用の供試体作製は、JSCE-F 506-1999に準じて行った。

2.4 養生方法

蒸気養生方法を表-4及び図-1に示す。前養生時間は1、2、3時間の3水準、蒸気養生の最高温度は75、65、55、45、35℃の5水準とし、65℃3時間(昇温20℃/h、降温10℃/h)を基準に蒸気養生開始から終了までの積算温度を一定とした。

表-1 使用材料

分類	材料名	記号	産地及びメーカー	物性等
細骨材	溶銑予備処理スラグ	SS	JFEスチール(株) 西日本製鉄所 倉敷地区	粒径 0-5mm 表乾密度 3.22g/cm ³
粉体 (P)	高炉スラグ微粉末	BP	JFEスチール(株) 西日本製鉄所 福山地区	密度 2.89g/cm ³ ブレン値 4000cm ² /g
	フライアッシュ	FA	中国電力(株) 新小野田発電所	密度 2.20g/cm ³
	石灰集塵微粉末	LD	岡山県共同石灰(株)	密度 3.14g/cm ³
混和剤	高性能減水剤	SP	A社	ポリカルボン酸系
練混ぜ水	水道水	W	—	—

表-2 配合

W/P (%)	FA/BP	LD/BP	単位量 (kg/m ³)					SP	
			W	P			SS	P × %	
				BP	FA	LD			
25	0.33	0.20	223	581	194	116	1388	8.9	1.0

表-3 練混ぜ方法

順序	投入材料	練混ぜ速度	練混ぜ時間
1	SS、BP、FA、LD	低速	30秒
2	W、SP	低速	30秒
3	—	高速	60秒

表-4 蒸気養生方法

前養生	1、2、3時間 (3水準)
蒸気養生 最高温度	75、65、55、45、35℃ (5水準)

蒸気養生終了後は、直ちに水中養生 ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) を開始した。また、比較用として標準養生も行った。

2. 5 圧縮強度試験方法

圧縮強度試験は、蒸気養生直後 (標準養生は除く) と材齢 14、28 日に JSCE-G 505-1999 に準じて行った。

3. 試験結果及び考察

前養生時間と圧縮強度の関係を図-2 に示す。いずれの材齢においても、1~3 時間の範囲では前養生時間が長いほど圧縮強度が大きくなる傾向がある。特に、前養生 1 時間と 2 時間で比較すると、その傾向は顕著である。

したがって、鉄鋼スラグ水和固化体もコンクリート標準示方書に示されるように、2~3 時間以上経ってから蒸気養生を行うこととする²⁾。

養生条件ごとの各材齢における圧縮強度を図-3 に示す。材齢 14 日及び 28 日ともに標準養生が最も大きい値となり、蒸気養生の中では最高温度 65℃ が最も大きく蒸気養生終了時で 32.5 N/mm^2 (標準養生 28 日対比 79%)、材齢 14 日で 35.4 N/mm^2 (86%)、28 日 で 37.4 N/mm^2 (91%) となった。

したがって、蒸気養生の最高温度も、コンクリート標準示方書に示されるように 65℃ を標準とする。

4. まとめ

以上より、鉄鋼スラグ水和固化体をコンクリート標準示方書に示されるとおり、練混ぜ後 2~3 時間以上経ってから、最高温度 65℃ で蒸気養生することで、設計基準強度 30 N/mm^2 程度の製品を 1 型枠当たり 1~2 製品/日、生産可能であると考えられる。

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)
- 2) 2002 年度制定 土木学会コンクリート標準示方書〔施工編〕

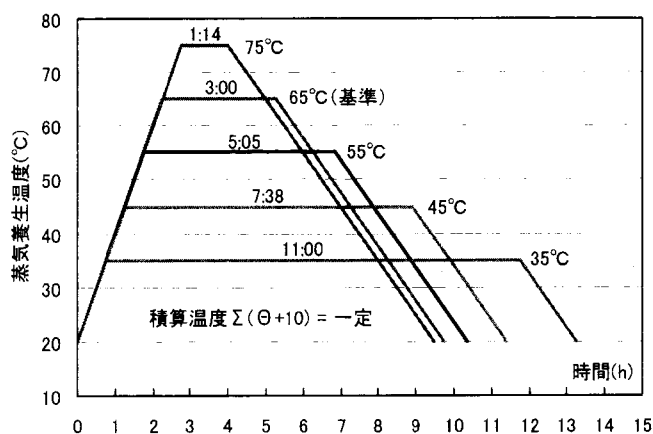


図-1 蒸気養生温度履歴

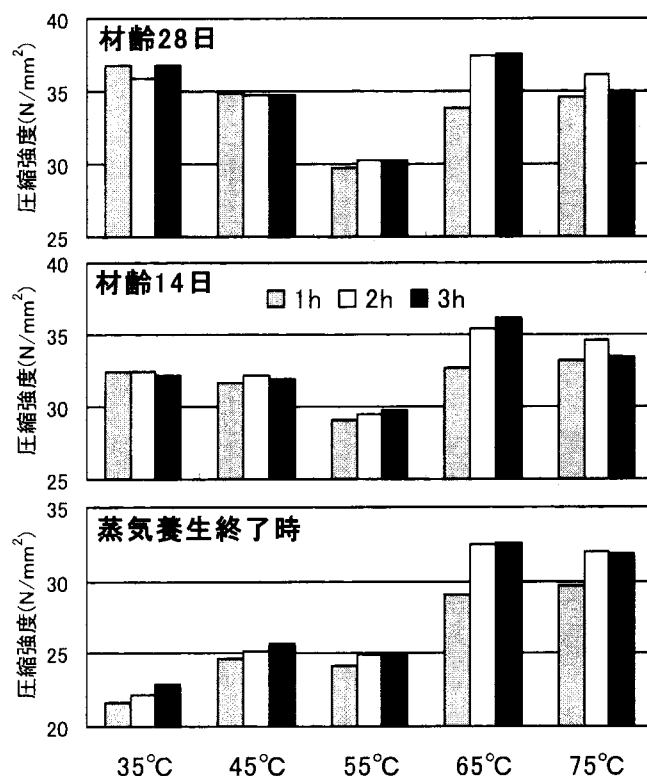


図-2 前養生時間の圧縮強度に与える影響

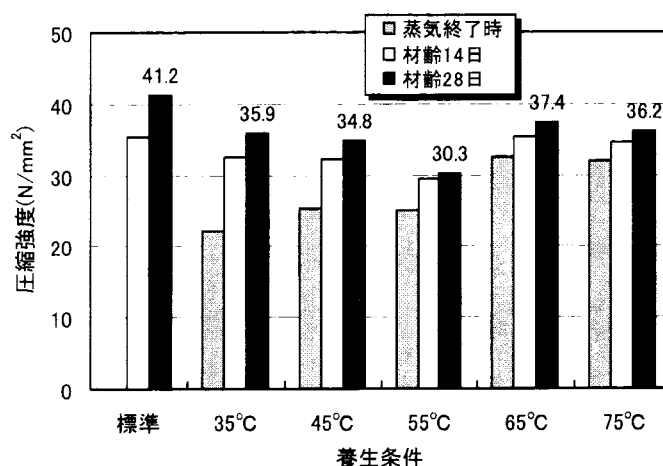


図-3 養生条件と圧縮強度の関係