

鉄鋼スラグ水和固化体の pH が強度および耐久性に及ぼす影響

岡山大学大学院 学生員 ○藤井 隆史
岡山大学大学院 正会員 綾野 克紀
岡山大学大学院 フェロー 阪田 憲次

1. はじめに

鉄鋼スラグ水和固化体は、製鉄所の副産物である製鋼スラグおよび高炉スラグ微粉末を主原料とし、必要に応じてアルカリ刺激材を添加して製造される。鉄鋼スラグ水和固化体の結合材は、主に高炉スラグ微粉末であり、骨材は製鋼スラグである。製鋼スラグは、精錬設備、精錬方法等の違いにより様々な製鋼スラグが発生する。鉄鋼スラグ水和固化体の配合は、普通コンクリートと同様に、強度推定指標として、水粉体比が用いられている。しかし、鉄鋼スラグ水和固化体の性能は、使用する材料のばらつきにより通常のコンクリートよりもばらつくことも知られている。従って、本研究では、鉄鋼スラグ水和固化体を安定に製造することを目的に、フレッシュ時の pH が、鉄鋼スラグ水和固化体の強度、中性化および鉄筋腐食に及ぼす影響を調べた。

2. 実験概要

鉄鋼スラグ水和固化体には、高炉スラグ微粉末（ブレン値：4,000cm²/g）、溶銑予備処理スラグ（密度：3.14g/cm³）および石灰集塵微粉末（密度：3.14g/cm³）を用いた。単位水量は 150kg/m³ で、単位溶銑予備処理スラグ量は 1,915kg/m³ である。混和剤には、ポリカルボン酸系高性能減水剤を用いた。天然骨材を用いた水和固化体は、鉄鋼スラグ水和固化体中の溶銑予備処理スラグを、川砂および碎石に容積一定で置換した。セメントコンクリートは、水セメント比を 60%、細骨材率を 47.7%、単位水量を 175kg/m³ とした。中性化試験は、温度 30℃、湿度 60%、CO₂ 濃度 20% の条件で行った。鉄筋腐食試験は、塩分濃度 3% の人工海水に 3 日間浸漬し、温度 60℃ の乾燥炉で 4 日間乾燥させる 7 日間を 1 サイクルとした。練混ぜ直後の pH の測定には、フレッシュ時のペースト部分を 20g 採取し、質量比で 10 倍に希釈した溶液を用いた。

3. 実験結果および考察

図 1 に、鉄鋼スラグ水和固化体および天然骨材を用いた水和固化体の練混ぜ直後の pH と材齢 28 日における圧縮強度の関係を示す。いずれの固化体も練混ぜ直後の pH が高いほど、強度が高くなる傾向にある。図 2 は、天然骨材を用いた水和固化体の中性化試験結果を示したものである。この図から、中性化に石灰集塵微粉末の添加量が及ぼす影響の大きいことが分かる。ところが、図 3 に示す鉄鋼スラグ水和固化体の結果では、単位石灰集塵微粉末量による影響が小さいことが分かる。図 4 に、練混ぜ直後の pH と中性化速度の関係を示す。天然骨材を用いた水和固化体では、練混ぜ直後の pH が低くなると中性化速度が大きくなるのに対し、鉄鋼スラグ水和固化体では、練混ぜ直後の pH の影響が小さいことが分かる。図 5 は、水洗処理した溶銑予備処理スラグおよび水洗処理を行っていない溶銑予備処理スラグを精製水に浸漬させた溶液の pH の経時変化を示したものである。水洗処理を行った溶銑予備処理スラグも、時間が経つにつれ、溶液の pH が上昇することが分かる。図 6 は、練混ぜ直後の pH と固化体中の鉄筋の腐食面積率の関係を示したものである。鉄鋼スラグ水和固化体は、練混ぜ直後の pH が低い場合においても、天然骨材を用いた水和固化体に比べて鉄筋腐食に対する抵抗性が大きいことが伺われる。

4. まとめ

鉄鋼スラグ水和固化体の強度は、水粉体比の他に、練混ぜ直後の pH にも依存することが分かった。さらに、練混ぜ直後の pH をセメントコンクリートと同程度にすることで、強度のばらつきが小さく、安定して鉄鋼スラグ水和固化体を製造できることが分かった。また、鉄鋼スラグ水和固化体の耐中性化および耐鉄筋腐食性は、製鋼スラグのアルカリ性によって、長期にわたって高い性能を示すことが分かった。

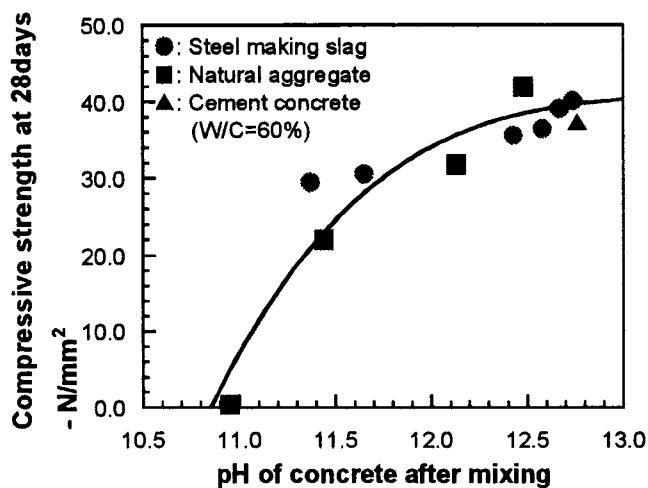


図1 練混ぜ直後の pH と圧縮強度の関係

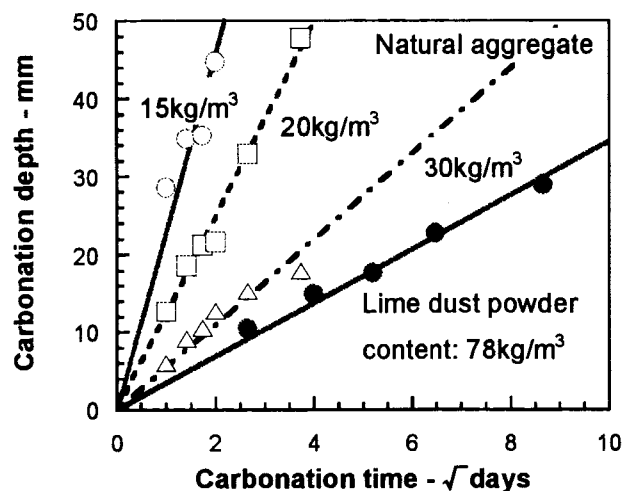


図2 天然骨材を用いた水和固化体の中性化試験結果

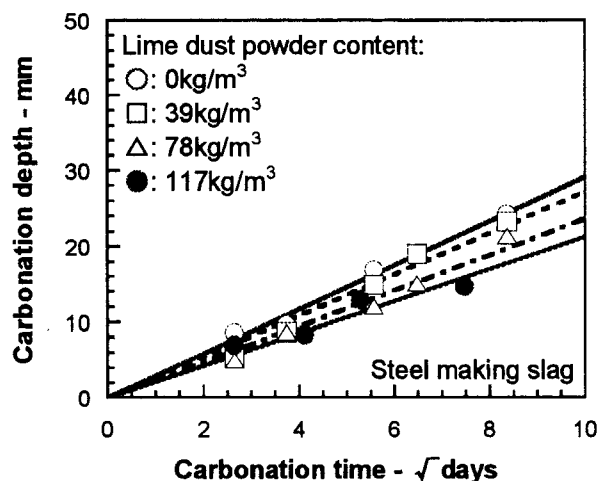


図3 鉄鋼スラグ水和固化体の中性化試験結果

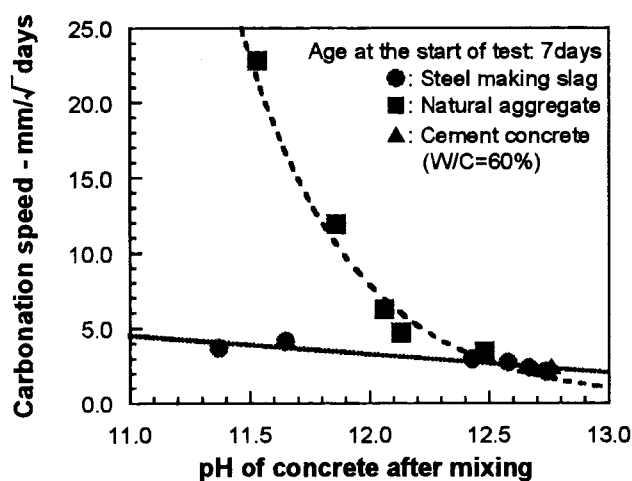


図4 練混ぜ直後の pH と中性化速度の関係

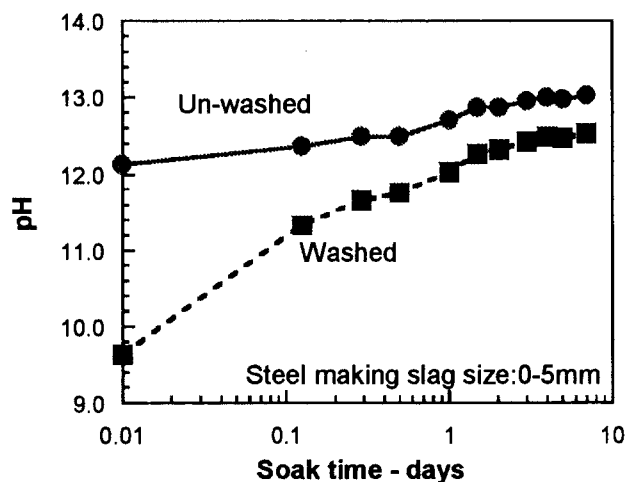


図5 溶銑予備処理スラグを精製水に浸漬させた溶液の pH の経時変化

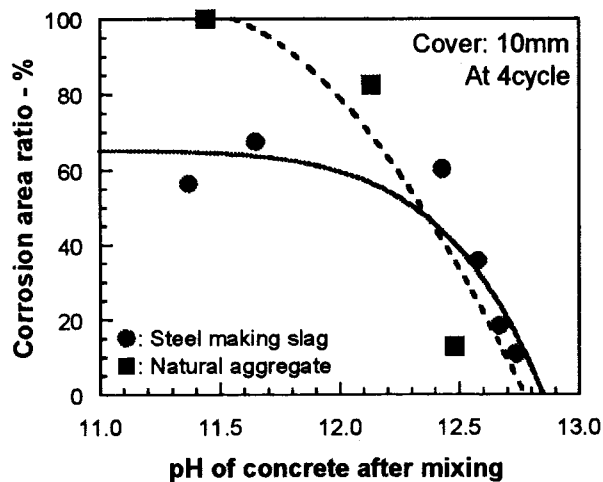


図6 練混ぜ直後の pH と鉄筋腐食面積率の関係

参考文献

松永久宏ほか:鉄鋼スラグを利用した環境に優しい固化体の開発, コンクリート工学, Vol.41, No.4, pp47-54, 2003