

フェロクロムスラグ粗骨材を用いたコンクリートの強度特性に関する基礎的検討

富山県立大学  
JFE マテリアル  
日本コンクリート技術

学生会員  
正会員  
正会員

○俵 瑞貴  
浅田 博樹  
篠田 佳男

富山県立大学  
JFE マテリアル  
金沢工業大学

正会員  
山城 圭一  
正会員

伊藤 始  
宮里 心一

1. はじめに

コンクリート用スラグ骨材は、JIS A 5011 に規定され、設計や施工の指針類が整備されている。スラグ骨材の利用は、産業副産物の利用促進ならびに天然骨材の枯渇や低品質化の課題解決に有効である<sup>1), 2)</sup>。

本研究では、フェロクロムスラグ骨材<sup>3)</sup>を対象に、コンクリートへの適用を目指して、骨材自体の基礎的な物性やその変動、粗骨材として混合したコンクリートのフレッシュ性状、強度特性、収縮特性、耐久性能などを調査している。

本検討では、セメント種類と水セメント比、スラグ骨材の混合率を変えたときの圧縮強度、引張強度、ヤング係数への影響を検討した。

2. 試験方法

(1) 試験ケースと供試体製作

スラグ骨材の混合率がコンクリートの強度特性に与える影響を検討するために、圧縮強度試験と割裂引張強度試験を実施した。試験ケースを表-1 に示す。セメント種類、水セメント比、スラグ骨材の混合率を変えた 18 ケースとした。セメント種類は普通ポルトランドセメント (N) と高炉セメント B 種 (BB)、水セメント比は 40, 50, 65%, 混合率は 0, 50, 100%とした。配合条件として、混合率 0%の目標スランブを 12 cm, 目標空気量を 4.5%に設定し、単位水量を 163 kg/m<sup>3</sup> で一定にした。作製した供試体は材齢 28 日まで水中養生した。表-1 には、圧縮強度の補正で使用する空気量の試験値も提示した。

(2) 圧縮強度試験

圧縮強度試験は、材齢 28 日に JIS A 1108 に基づいて実施した。試験時には供試体に箔ゲージを貼付して、ひずみを測定した。

(3) 割裂引張強度試験

割裂引張強度試験は、材齢 28 日に JIS A 1113 に基づいて実施した。供試体 3 本の試験値が平均値の

±10%を超えたときには、供試体を 1 本追加し 4 本の試験値を平均した。

3. 試験結果

(1) 圧縮強度

図-1 にスラグ骨材の混合率ごとのセメント水比  $C/W$  と圧縮強度の関係を示す。N と BB の圧縮強度を比較すると、 $C/W$  が 1.54 ( $W/C$  65%) と 2.0 (同 50%) で BB の値が大きく、2.5 (同 40%) で N の値が大きくなった。N の関係は  $C/W$  2.0 で若干屈曲し、BB の関係は直線関係になった。

次にスラグ骨材の混合率の影響を検討した。供試体作製の際の空気量試験において、スラグ骨材の混合率が大きくなると空気量が大きくなる傾向があり、最大で 2.0%大きくなった。圧縮強度は、空気量が大きい場合に、小さくなる傾向がみられた。そこで、空気量 0.1%あたり圧縮強度が 0.5%低下すると仮定して、空気量の補正值とした。図-2 に混合率ごとの空気量

表-1 ケースごとの配合条件と空気量

| ケース        | 配合条件       |              |            |              | 空気量<br>(%) |
|------------|------------|--------------|------------|--------------|------------|
|            | セメント<br>種類 | $W/C$<br>(%) | 混合率<br>(%) | $s/a$<br>(%) |            |
| S-N40-0    | 普通<br>(N)  | 40.0         | 0          | 43.0         | 4.3        |
| S-N40-50   |            |              | 50         |              | 5.3        |
| S-N40-100  |            |              | 100        |              | 5.3        |
| S-N50-0    |            | 50.0         | 0          | 45.1         | 5.0        |
| S-N50-50   |            |              | 50         |              | 5.4        |
| S-N50-100  |            |              | 100        |              | 5.6        |
| S-N65-0    |            | 65.0         | 0          | 47.0         | 5.3        |
| S-N65-50   |            |              | 50         |              | 5.5        |
| S-N65-100  |            |              | 100        |              | 5.9        |
| S-BB40-0   | 高炉<br>(BB) | 40.0         | 0          | 43.0         | 4.7        |
| S-BB40-50  |            |              | 50         |              | 5.4        |
| S-BB40-100 |            |              | 100        |              | 5.0        |
| S-BB50-0   |            | 50.0         | 0          | 45.1         | 4.0        |
| S-BB50-50  |            |              | 50         |              | 4.9        |
| S-BB50-100 |            |              | 100        |              | 6.0        |
| S-BB65-0   |            | 65.0         | 0          | 47.0         | 4.5        |
| S-BB65-50  |            |              | 50         |              | 4.8        |
| S-BB65-100 |            |              | 100        |              | 5.0        |

キーワード フェロクロムスラグ、粗骨材、圧縮強度、引張強度、ヤング係数

連絡先 〒939-0398 富山県射水市黒河 5180 富山県立大学 環境・社会基盤工学科 TEL0766-56-7500

で補正した圧縮強度の混合率 0%に対する比(強度比)を示す。S-N65 では、混合率 0%と 50%が同程度、100%が 10%程度の減少であった。この S-N65 ケースを除く 5 シリーズの空気量補正の圧縮強度は、スラグ骨材を混合することで増加した。S-N40 と S-N50 では、混合率 50%で強度比が最大になった。BB の各シリーズでは、ケースによらず混合率の増加にともない強度比がおおむね直線的に増加して、混合率 100%で 5%程度の増加であった。

## (2) 引張強度

図-3 にケースごとの圧縮強度と引張強度の関係を示す。引張強度は、圧縮強度の増加にともない増加し、土木学会コンクリート標準示方書の算定式(示方書式)に沿った位置に分布した。引張強度は、示方書式に比べて 1.2 倍程度であった。

試験後の供試体の割裂面を観察したところ、 $W/C$ が 50%と 65%において、天然骨材では粗骨材とモルタル界面が割裂面になり、スラグ骨材では粗骨材自体が割れる場合が多かった。 $W/C$ が 40%では、いずれの骨材も粗骨材自体が割れる場合が多かった。

## (3) ヤング係数

図-4 にケースごとの圧縮強度とヤング係数の関係を示す。ヤング係数は、圧縮強度の増加にともない増加し、 $W/C$ が 40%と 50%のケースではおおむね示方書式と一致し、 $W/C$ が 65%のケースでは示方書式を 1 割程度上回った。混合率が 0%の S-N40-0 と S-BB40-0 のヤング係数が他のケースや示方書式に比べて若干小さくなった。

## 4. まとめ

- (1) S-N65 を除くケースの空気量補正の圧縮強度は、スラグ骨材を混合することで増加した。
- (2) 引張強度は、圧縮強度の増加にともない増加し、示方書式の 1.2 倍程度の位置に分布した。
- (3) ヤング係数は、圧縮強度の増加にともない増加し、 $W/C$ が 40%と 50%のケースではおおむね示方書式と一致した。

## 参考文献

- 1) 土木学会：フェロニッケルスラグ骨材を用いたコンクリートの設計施工指針，コンクリートライブラリー，No. 146，2016
- 2) 日本コンクリート工学会：骨材の品質と有効利用に関する研究委員会報告書，pp. 13-19，2007
- 3) 浅田，山城，伊藤，俵，篠田，宮里：フェロクロムスラグ粗骨材の骨材物性とコンクリートのフレッシュ性状に関する基礎的研究，土木学会年次学術講演会，2021

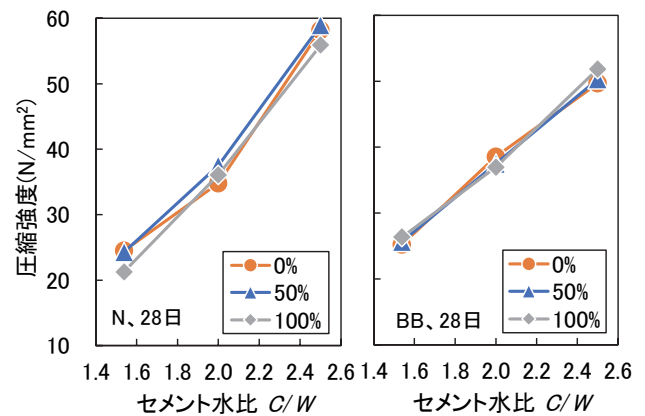


図-1  $C/W$ -圧縮強度関係 (左：N，右：BB)

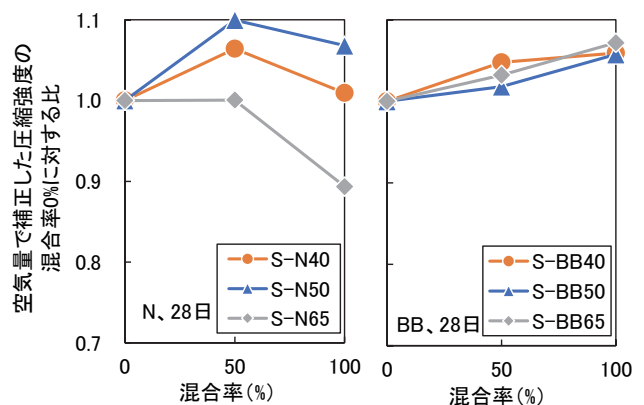


図-2 空気量補正の圧縮強度比 (左：N，右：BB)

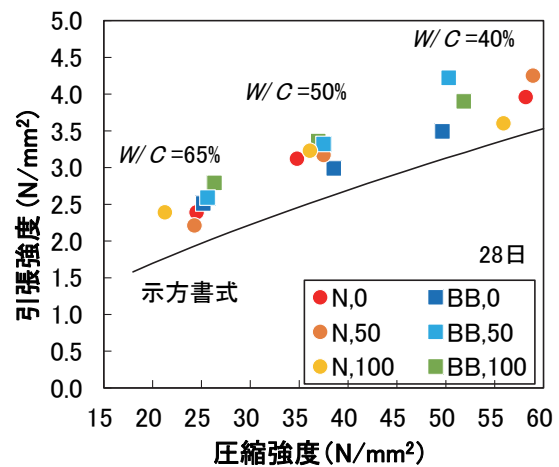


図-3 圧縮強度と引張強度の関係

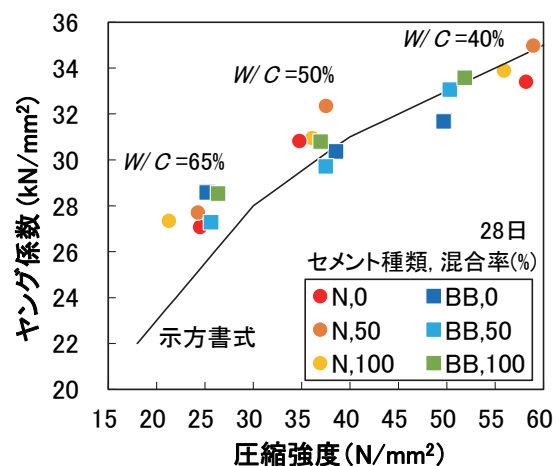


図-4 圧縮強度とヤング係数の関係