

フェロニッケルスラグ微粉末を用いた高流動コンクリートの充填性と硬化後の性質に関する研究

鳥取大学大学院

学生会員 ○吉田 敬一

鳥取大学 正会員 井上 正一

鳥取大学

正会員 吉野 公

鳥取大学 正会員 黒田 保

鳥取県建設技術センター 賛助会員 松井 信作

1 はじめに

本研究は、近年環境問題やリサイクルの声が高まる中、元来産業副産物であり、有効利用が望まれているフェロニッケルスラグ微粉末を高流動コンクリート用の粉体材料として実用化することを目指し、フェロニッケルスラグ微粉末が高流動コンクリートの充填性及び耐久性を含めた硬化後の性質に及ぼす影響について、従来から用いられている高炉スラグ及び石灰石微粉末を置換した高流動コンクリートの諸性質と比較検討し、フェロニッケルスラグ微粉末が高流動コンクリートに与える影響について説明することを目的としている。

2 実験概要

粉体材料として、フェロニッケルスラグ微粉末（以下 FNS）粉末度 2710, 3500 cm^2/g の 2 水準、高炉スラグ微粉末（以下 SG）、石灰石微粉末（以下 LS）、普通ポルトランドセメントを用いた。また、水粉体比を 0.30, 0.35 の 2 水準とし、混和材を置換しないコンクリートと混和材置換率を 30%（圧縮強度試験と静弾性係数試験に関しては、30%, 50% の 2 水準）とした高流動コンクリート

を練り混ぜ、試料練りあがり直後にスランブフロー試験、ボックス型充填試験（流動障害 R2）¹⁾を行い、その後、ウェットスクリーニングしたモルタルのレオロジー定数を、球引き上げ粘度計により測定した。また硬化コンクリートの試験として、圧縮強度試験、静弾性係数試験、長さ変化試験、凍結融解試験を行った。

3 試験結果と考察

図-1 に、W/P=0.35 における粉体の種類とスランブフロー（以下 SF）、高性能 AE 減水剤添加率（以下 SP 添加率）、充填高さ、モルタルのレオロジー定数を示す。すべての粉体において、SF はほぼ一定となっていることがわかる。また、一定の SF を得るために要した SP 添加率は粉末度の小さい FNS が最も多かった。これは混和材の中で粒子形状が FNS は鋭角的で段差も多く複雑な形状をしているため、同じコンクリートの変形特性すなわち同じスランブフローを得るために、SP 添加率が増加したためと考えられる。粉体の種類と充填高さの関係については水粉体比 0.30 の LS, 0.35 の SG および LS を使用したときに良好な充填を示

さなかったが、その他のものに関してはすべて充填高さ 300mm 以上で充填性良好と判断された。塑性粘度は良好な充填性を示した試料はすべて塑性粘度が 40Pa.s 以上であり、所定の充填性が得られなかった試料の塑性粘度は 20Pa.s 程度であった。したがって、本研究の骨材および鉄筋間隔条件においては、モルタルの塑性粘度 20~40Pa.s の間に充填性の良否を決める塑性粘度の値があると考えられる。

表-1 配合条件

W/P	0.30, 0.35
混和材置換率 (%)	30, 50
FNS 粉末度 (cm^2/g)	2710, 3500,
高炉スラグ微粉末粉末度 (cm^2/g)	6020
石灰石微粉末粉末度 (cm^2/g)	5010
スランブフロー (mm)	650±50
SP 添加率	S F 650±50 mm となるよう調整
単位粗骨材容積	0.52
単位水量 (kg/m^3)	165
空気量 (%)	4.5

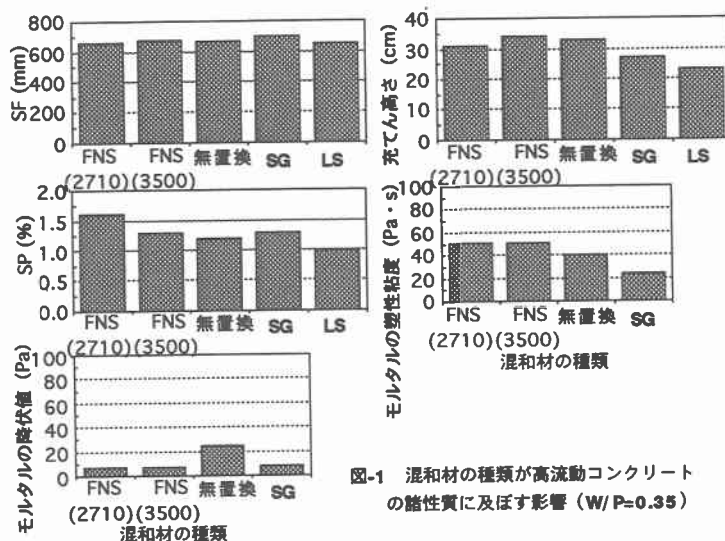


図-1 混和材の種類が高流動コンクリートの諸性質に及ぼす影響 (W/P=0.35)

図-2 にセメント水比(C/W)と圧縮強度との関係を示す。図に示す AE とは高流動コンクリートに使用した骨材と同じ骨材を使用し、空気量も同じだがスランピングが 8 cm の AE コンクリートである。FNS を用いた高流動コンクリート、SG を用いた高流動コンクリートおよび AE コンクリートともに、また FNS 微粉末の粉末度に関係せず圧縮強度はセメント水比と比例関係を示し、AE コンクリート、SG を用いた高流動コンクリート、FNS を用いた高流動コンクリートは同一直線上にある。FNS は潜在水硬性、水硬性をもたないため圧縮強度に影響を及ぼすのはセメント水比だけであるためと考えられる。

図-3 に圧縮強度と静弾性係数の関係を示す。図中の AE は前述と同じものである。圧縮強度の増加にともない静弾性係数は増加している。また AE コンクリートに比べて高流動コンクリートの静弾性係数は同じ圧縮強度に対して低い値を示している。これは、高流動コンクリートの粗骨材量が AE コンクリートに比べて少ないことが影響したと考えられる。

図-4 に混和材の種類が高流動コンクリートの長さ変化に及ぼす影響を示す。乾燥初期材齢においてはどの試料においても長さ変化に差は見られないが、材齢が長期になるほど長さ変化に差が生じ FNS を用いた試料が最も長さ変化が大きい。しかし材齢 100 日以降においては、各供試体の長さ変化の差はほとんど変化していない。FNS 微粉末を置換した高流動コンクリートは他のものに比べ長さ変化は大きい、高ピーライト系ポルトランドセメントを用いた高流動コンクリート及び普通ポルトランドセメントと混和材に LS を用いた高流動コンクリートの材齢 26 週における乾燥収縮ひずみの値は $600 \sim 800 \times 10^{-6}$ であるといわれていることから、一般的な高流動コンクリートの範囲内にある。

図-5 に凍結融解サイクル数と相対動弾性係数との関係を、図-6 に凍結融解サイクル数と質量減少率との関係を示す。相対動弾性係数についてはどの試料も大きな変化は見られなかった。また、FNS 微粉末を用いた高流動コンクリートは他の物に比べ質量減少率が一番大きい、1%にも満たなかった。以上より 300 サイクルまで各試料とも良好な耐凍害性を示した。

4 まとめ

FNS を用いた高流動コンクリートは他のものに比べ SP 添加率は増えるものの、良好な充填性を示した。また、乾燥収縮ひずみ、凍害耐性ともに良好な値を示した。

参考文献 1) 土木学会:高流動コンクリート施工指針, p.41, p.157

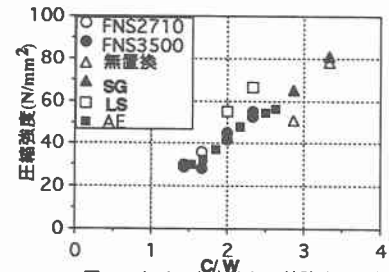


図-2 セメント水比と圧縮強度の関係

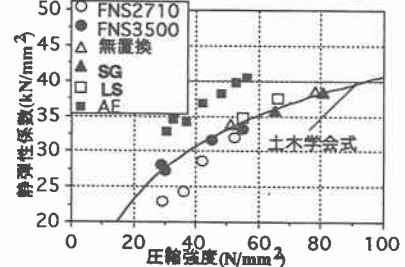


図-3 圧縮強度と静弾性係数との関係の関係

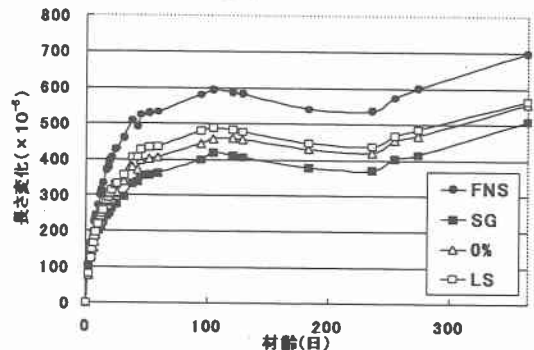


図-4 混和材の種類が高流動コンクリートの長さ変化に及ぼす影響

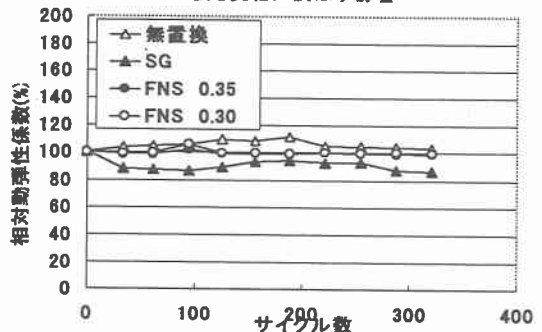


図-5 凍結融解試験 サイクル数と相対動弾性係数の関係

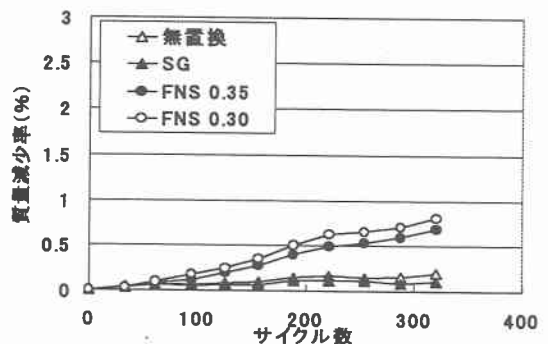


図-6 凍結融解試験 サイクル数と質量減少率との関係