

結合材の種類が遠心成形コンクリートの耐久性に及ぼす影響 その1 製造ラインで製造した供試体による外圧強さ試験の検討

中川ヒューム管工業(株) 正会員 ○村崎裕一, 人見隆, 鈴木輝男
住友大阪セメント(株) 正会員 齋藤尚, 中上明久
茨城大学 正会員 沼尾達弥, 木村亨

1. はじめに

遠心力鉄筋コンクリート管は下水道管として広く使われており, 下水道の管内では微生物による硫酸の発生で劣化する. また, 海岸付近でも利用されることから, 塩害によっても劣化する.

一般的なコンクリートは, 高炉スラグ微粉末を混和材に使用すると緻密な硬化体を形成するため, 耐硫酸性や耐塩害性が向上することが知られている. また, シリカフュームを混和材に使用した場合においても同様に有効であるという報告がある.

遠心力鉄筋コンクリート管に前述の混和材を用いる事ができれば耐久性の向上を期待できると思われるが, これらの管に高炉スラグ微粉末やシリカフュームを用いた場合の強度に対する検討はあまり行われていない.

そこで本研究では, 遠心力鉄筋コンクリート管の結合材に高炉セメントを使用した場合, また, 高炉セメントにシリカフュームを添加した場合の強度について検討を行った.

2. 実験方法

結合材には高炉セメント B 種を使用し, シリカフュームの添加の有無の影響を普通ポルトランドセメントのみのものと比較を含め検討した. 強度試験は JISA 1108 による円柱供試体の圧縮強度試験と, 製造ラインで製造した供試体による外圧強さ試験を行った.

表 1 に実験に使用した材料, 表 2 にコンクリートの配合条件を示す. 製造ラインでの供試体の製造は, 普通ポルトランドセメントを用いた配合 (以下, N), 高炉セメント B 種を用いた配合 (以下, BB), 高炉セメント B 種にシリカフュームを添加した配合 (以下, BBSF) の 3 種類とした. 供試体の形状は, 図 1 に示すように, JIS A 5372 「プレキャストコンクリート製品 推奨仕様 C-2」に規定される遠心力鉄筋コンクリート管 B 形 呼び 600×2430mm とした.

製造ラインでの遠心成形は, 表 3 に示す実際の製造方法に合わせ, 段階的に回転速度を上げて行った. この時に作用させた遠心力は, 最大で 47G である. BB は N と同じ成形時間で成形できたが, BBSF は内面の締め固めに時間を要

表 1 使用材料

区分	材料名	密度 (g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント	3.15
	高炉セメント B 種	3.05
水	上水道水	1.00
細骨材	砕砂 A	2.62
粗骨材	砕石 2005A	2.64
混和材	シリカフューム	2.25
混和剤	高性能減水剤	1.05

表 2 コンクリートの配合条件

水セメント比 (W/C)	35%
細骨材率 (s/a)	45%
単位水量 (W)	169kg/m ³
混和材添加量	C×0%, C×10%

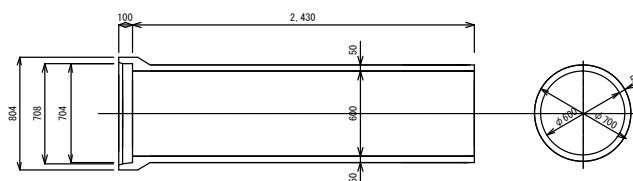


図 1 供試体の形状

表 3 製造ラインにおける遠心成形

段階	初速	中速 1	中速 2	高速
遠心力	6G	14G	19G	47G
継続時間 (min)	6	2	2	5

し, 高速段階を 15 分とした. 成形後, 蒸気養生を行い, 翌日脱型して材齢 14 日まで気中養生を行った. 供試体内面の出来上がり状態は BBSF, BB, N の順に良く, BBSF は遠心力によって管内面にシリカ分が密集したことで白色となっていた.

圧縮強度試験の供試体は, 製造ラインのミキサで混練を行った試料を採取して作成し, 製品同一養生を行った後, 圧縮強度を材齢 14 日, 28 日, 3 ヶ月で測定した.

3. 実験結果および考察

キーワード: 遠心成形コンクリート, 高炉セメント, シリカフューム, 圧縮強度試験, 外圧強さ試験

連絡先 〒300-0051 茨城県土浦市真鍋 1-16-11 中川ヒューム管工業(株) Tel:029-821-3611

3.1 圧縮強度試験

図2に圧縮強度試験の結果を示す。材齢14日での圧縮強度はN, BB, BBSFの順で大きかったが、材令が進むにつれNの強度の伸びが大きく、材齢3ヶ月ではNとBBSFはほぼ同等の強度となった。シリカフュームは粒径が $1\mu\text{m}$ 以下の非常に細かい粉体のため、ポズラン反応性が高いのが特長で、促進養生を用いる事で初期強度を高めることが出来る。しかし、一般的に蒸気養生を初めとする促進養生は、初期強度の増進を期待できるが、長期強度の伸びは期待できない場合が多いため、BBSFでは長期強度の増進が少なかったと思われる。

3.2 外圧強さ試験結果

写真1に外圧強さ試験状況を、表3および表4に外圧強さ試験の結果を示す。いずれの供試体も、ひび割れ荷重、破壊荷重共にJIS規格値を満足した。Nと比較してBBは同等の値となったが、BBSFはJIS規格値を満足したものの、NおよびBBの約85%のひび割れ荷重となった。シリカフュームはセメントの約70%の密度であり、遠心力によって内面中央に集まりやすい。BBSFは遠心力により内面にシリカフュームが密集したことで、内面位置のセメントに対するシリカフュームの比率が高くなり、ポズラン反応性が低下したものと推測される。ただし、セメントに対するシリカフューム置換率30%までは、蒸気養生温度を 80°C 程度とすることで、 $100\text{N}/\text{mm}^2$ 程度までの圧縮強度を期待できるという報告¹⁾があるので、蒸気養生温度を調整することにより、ひび割れ荷重および破壊荷重の増加も期待できると思われる。

4. まとめ

遠心力鉄筋コンクリート管に高炉セメントを使用した場合、また、そこにシリカフュームを添加した場合について外圧強さ試験を実施したところ、JIS A 5372における規格値を満足した。その結果を以下に示す。

- ① 円柱供試体による圧縮強度では、NとBBSFは同等の強度であったが、BBSFにおける長期強度の伸びが少なかった。
- ② 外圧強さの試験の結果、ひび割れ荷重および破壊荷重はNと比較してBBは同等の強度となったが、BBSFはJIS規格値を満足したものの、NおよびBBの約85%のひび割れ荷重となった。

参考文献

- 1) 米倉亜州夫：超微粒子シリカフュームのコンクリートへの利用，粉体工学会誌，26巻，7号，pp.512-519，1989

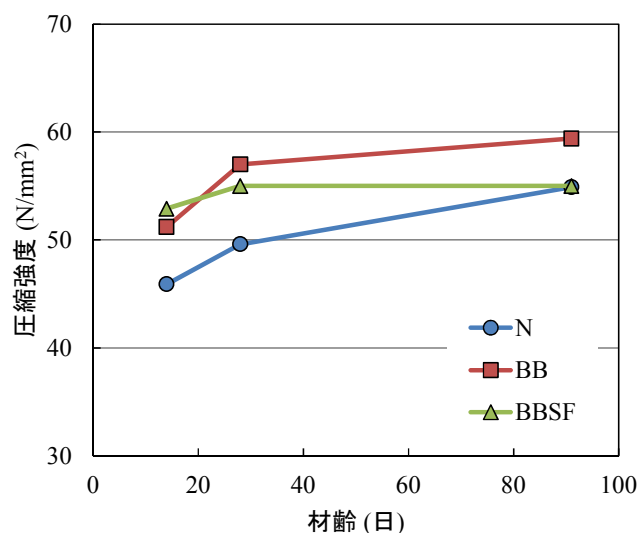


図2 圧縮強度試験結果



写真1 外圧強さ試験状況 (BBSF)

表3 外圧強さ試験結果 (ひび割れ荷重)

供試体 (L=2.43m)	ひび割れ荷重			備考
	(kN/L)	(kN/m)	(%)	
N	88	36.2	122.7	-
BB	88	36.2	122.7	-
BBSF	75	30.9	104.7	-
規格値*	71.7	29.5	100	JIS A 5372

* 規格値：B形1種 呼び600

表4 外圧強さ試験 (破壊荷重)

供試体 (L=2.43m)	破壊荷重			備考
	(kN/L)	(kN/m)	(%)	
N	120	49.4	111.8	-
BB	120	49.4	111.8	-
BBSF	108	44.4	100.5	-
規格値*	107.4	44.2	100	JIS A 5372

* 規格値：B形1種 呼び600

- 2) 石中正人，中山英明，鳴瀬浩康：シリカフューム混合セメントにおける加熱養生時の強度発現性に及ぼす最高温度の影響，コンクリート工学年次論文集，Vol.30，No.2，2008