

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2 硫酸浸漬試験および塩分浸透性試験の検討

茨城大学

正会員 ○木村亨, 沼尾達弥

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

1. 研究背景と目的

遠心成形コンクリートで製造された遠心力鉄筋コンクリート管は、下水道管として利用され、下水道管内に生息している微生物が介在して発生する硫酸により劣化する。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。

一般的な振動成形コンクリートは、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、耐塩害性に対して有能である¹⁾。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な結果が得られるという報告がある²⁾。

しかし、遠心成形コンクリートでは、高炉スラグ微粉末やシリカフュームを混和材に使用した場合の耐硫酸性、耐塩害性に対する検討は行われていない。

そこで本研究では、遠心成形コンクリートの結合材に高炉セメントを使用した場合と、高炉セメントにシリカフュームを添加した場合の耐硫酸性、耐塩害性に及ぼす効果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単体と比較検討した。なお、実験に使用した材料、コンクリートの配合、遠心成形コンクリートの成形および養生方法は、本報のその1と同様である。

図1に硫酸浸漬試験と塩分浸漬試験の試験体を示す。試験には、JIS A 1136(粗骨材の最大寸法 20 mm)に規定されている外形 200mm、高さ 300mm、厚さ 40mmの円筒型供試体を作成し、蒸気養生した後に、八等分したものをを用いた。また、試験体内側および外側以外の面は、各試験に適した樹脂塗料を用いて被覆した。

硫酸浸漬試験は、JIS 原案の「コンクリートの溶液浸せきによる耐薬品性試験方法(案)」に準じて行い、試験体を濃度 5%の硫酸に浸漬させた。質量変化率を 1, 2, 3, 4, 6, 13, 26, 52 週に、中性化深さを 4, 13, 26, 52 週に測定した。

塩分浸透性試験は、JSCE-G572-2003 に準じて行い、切断した断面に濃度 0.1%のフルオレッセインナトリウム溶液を噴

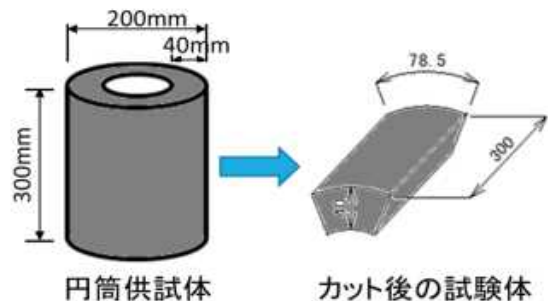


図1 硫酸浸漬試験と塩分浸漬試験で使用した試験体

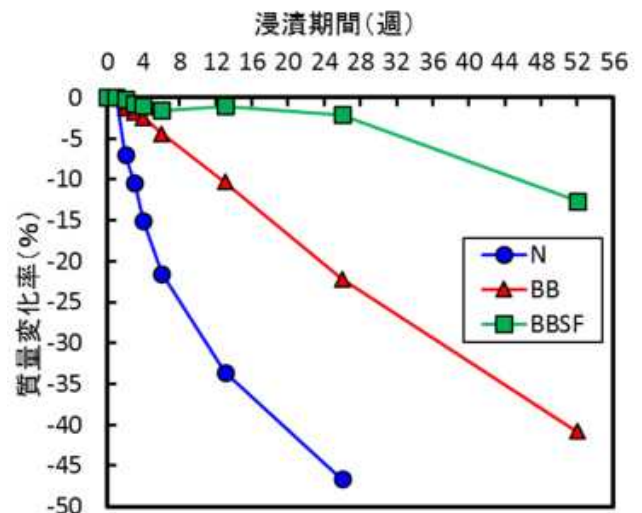


図2 質量変化率と浸漬期間の関係

霧した後、濃度 2.0%の硝酸銀溶液を噴霧し、発色部分をノギスで測定し、塩分浸透深さとした。塩分浸透深さを 4, 13, 52 週に測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1. 硫酸浸漬試験

図2に質量変化率と浸漬期間の関係を示す。質量変化率は、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)の順に減少した。なお、Nの浸漬期間 52 週の試験体は、硫酸による浸食によって破壊していた。

図3に浸漬期間 26 週の中性化深さの結果を示す。中性化深さは、内側および外側ともに、N, BB, BBSF の順に大きい。

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、硫酸浸漬試験、塩分浸透性試験

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学 Tel:0294-38-5274

内側と外側を比較すると、BB および BBSF は内側よりも外側が大きく、N は内側よりも外側が小さい。

図 4 に浸漬期間 13 週における試験体の状態を示す。BB および BBSF は、試験体の内側に緻密な石膏が形成され、外側は硫酸により浸食していた。これは、BB および BBSF は、高炉セメント B 種内の高炉スラグ微粉末が遠心成形により内側に密集したことで、緻密な石膏を生成したと考えられる。なお、外側は高炉スラグ微粉末が少ないため、緻密な石膏が生成されず浸食したと考えられる。また、N は内側が大きく浸食した。硫酸による劣化は、セメントの水和反応で生成された水酸化カルシウムが硫酸と反応することで、もろい石膏が形成され、その石膏が剥がれることで浸食される。N は遠心成形により内側にセメント微粒分が密集したため、反応が促進され、外側より浸食が大きかったと考えられる。

3.2. 塩分浸透性試験

図 5 に浸漬期間 52 週の塩分の浸透深さの結果を示す。塩分浸透深さは、内側と外側ともに N, BB, BBSF の順に大きく、配合に関わらず内側よりも外側が大きい。これは、遠心成形により、セメント微粒分、高炉セメント B 種内の高炉スラグ微粉末、添加したシリカヒュームが内側に密集することで、水和が促進されるとともに、潜在水硬性やポゾラン反応が起こり、緻密なコンクリートになったためと考えられる。

4. まとめ

遠心成形コンクリートに高炉セメント B 種を用いた場合と、高炉セメント B 種にシリカヒュームを添加した場合、高炉セメント B 種内の高炉スラグ微粉末や添加したシリカヒュームは試験体の内側に密集するため、硫酸浸漬試験や塩分浸透性試験において、内側と外側に顕著にその影響が現れた。その結果を以下に示す。

- ① 硫酸浸漬試験の場合、内側に緻密な石膏を生成し、硫酸による浸食を防ぐ。
- ② 塩分浸透性試験の場合、内側のコンクリートに潜在水硬性やポゾラン反応が起こり、緻密な組織を形成し、塩分の浸透を抑制する。

<参考文献>

- 1) 藤井隆史, 細谷多慶, 松永久宏, 綾野克紀: 高炉水砕スラグを用いたセメント硬化体の耐硫酸性に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol. 31, No. 1, pp. 847-852, 2009.
- 2) 増田裕, 堺孝司, 石井光裕, 塚常圭介: コンクリートの硫酸塩抵抗性に及ぼすフライアッシュ及びシリカフュームの影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 29, No. 1, pp. 297-302, 2007.

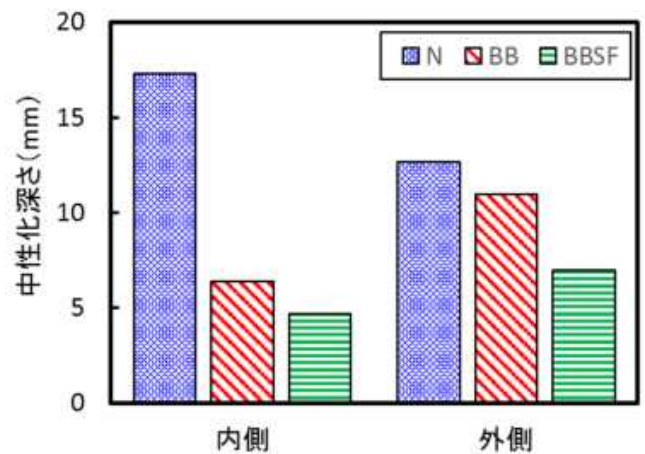


図 3 硫酸浸漬試験の中性化深さ結果(26 週)

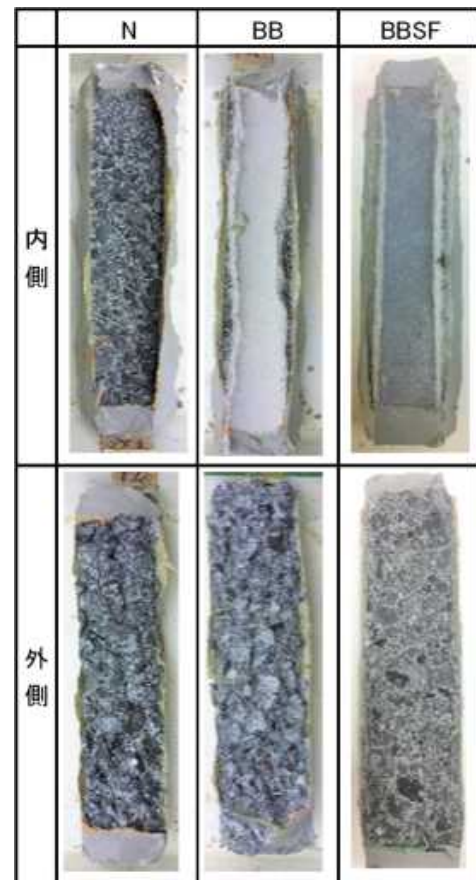


図 4 浸漬期間 13 週の試験体断面

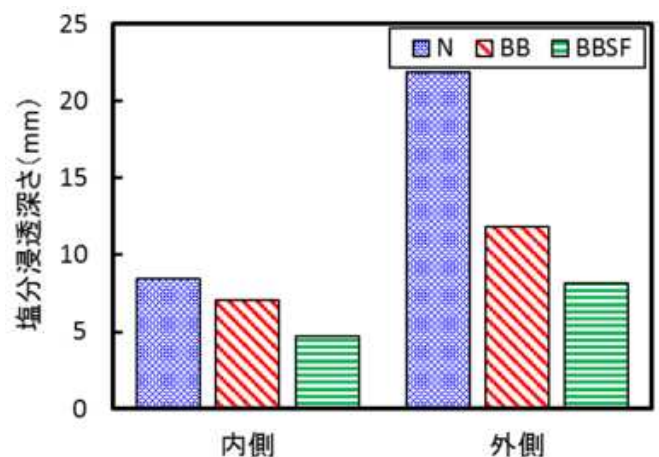


図 5 塩分浸透性試験の塩分浸透深さ結果