

## JCI 四国支部

### 各種混和材料のコンクリートへの積極利用による高性能の付与に関する研究委員会 (第3回) 議事録 (案)

■日時 平成 27 年 3 月 26 日 (木) 14:00~17:00

■場所 サンポールホール高松 55 会議室

■出席者：

氏家委員長 (愛大), 橋本先生 (徳大), 水越先生 (香専) 横井先生 (高工専), 高野委員 (四電), 濱田委員 (住友共電), 亀井氏 (住友共電), 近藤氏 (ゼロテックノ四国), 山内氏 (四国経産局) 田中委員 (三菱マテリアル), 小林委員 (住金鉱山), 馬越委員 (四総研), 石井委員 (石井技術士) 牛尾委員 (セイア), 小原委員 (香生コン), 重見委員 (愛生コン), 横山委員 (キクノ), 梅ヶ谷委員 (BASF), 河合 (愛大, 議事録担当)

(欠席)

吉田委員 (香碎石), 西川氏 (加茂碎石), 谷脇委員 (国交省)

■配布資料

資料 3-1 銅スラグ細骨材を多量に用いたフライアッシュⅡ種併用コンクリートの基礎的性状 コンクリート工学年次論文集, Vol.36, No.1, 2014 水越先生

資料 3-2① 非鉄スラグ細骨材の混合率がコンクリートの施工性能に与える影響

資料 3-2② 非鉄スラグ細骨材を用いたコンクリートの収縮特性の検討

資料 3-2③ 細骨材の種類がポーラスコンクリートの強度特性や耐久性に与える影響  
土木学会四国支部技術研究発表会講演概要集 橋本先生

資料 3-3 非鉄金属スラグ等の利用状況ヒアリング (平成 27 年 1~3 月) 山内氏

資料 3-4 鹿島建設による高品質フライアッシュ評価実験報告概要 濱田委員

■議事

#### 1. 開会挨拶

氏家委員長より, 第3回委員会開催の挨拶があった。今年度中に混和材の使用方法に関する講習会を行うことが確認された。また, 委員交代・退任について連絡があった。

- ・野見山委員 (麻生セメント) が転勤により退任
- ・青木委員⇒梅ヶ谷委員 (BASF ジャパン) へ交代

#### 2. 話題提供について (質疑応答を含む)

2.1 水越先生による「銅スラグ細骨材を多量に用いたフライアッシュⅡ種併用コンクリートの基礎的性状」について研究発表があった。使用材料には, 粒の大きさが 2.5mm 以下の CUS2.5 および 5~0.3mm の CUS5-0.3 を使用している。特に, スランプ, 空気量, ブリーディング量, 凝結時間を含めたフレッシュ性状及び凍結融解抵抗性について

での検討結果が提供された。

- ・スランプについては、銅スラグ細骨材を 50%以上として用いた配合においても、フライアッシュを細骨材全量に対する容積混合率で 10~20%混和すると銅スラグの種類に関係なく良好なワーカビリティが得られる。フライアッシュを用いていない配合では、ブリーディング水がスランプコーンから漏れ出すなど、実質的には材料分離を起こしているため適正なスランプが測定されているとは限らない。

- ・ブリーディングについては、50%以上で使用した CUS2.5 に対しては 10%のⅡ種 FA,また CUS5-0.3 に対してはⅡ種 FA を 20%併用することでブリーディング量を  $0.3\text{cm}^3/\text{cm}^2$  程度に抑制できる。ただし、ブリーディング試験結果のばらつきは比較的大きい。

- ・銅スラグ細骨材の置換率が高くなるほど、また AE 減水剤（ポリカルボン酸系）の添加量が多いほど凝結時間が遅延する傾向がある。さらに、フライアッシュを併用することにより凝結時間はさらに遅延する。

- ・凝結遅延の原因は、銅スラグ細骨材に含まれる亜鉛が関係しているという既往の研究結果がある。また、CUS を 50%以上の割合で使用しフライアッシュを併用したコンクリートでも、AE 減水剤の添加率を小さくすれば、普通コンクリートと同等の凝結特性が得られることが報告された。

- ・圧縮強度は、CUS 混合率が高くなるほど低下する傾向がある。骨材の組み合わせによって、必ずしも同様の傾向は得られるとは限らない。

- ・銅スラグ細骨材を多量に使用したコンクリートでも凍結融解試験開始前の水中養生期間を 28 日とすることで耐凍害性を確保できる。これに対して、水中養生期間を 28 日とするのは実施工では難しいのではないかという意見が出た。また、銅スラグ細骨材を使用したコンクリートではスケーリングによる劣化が厳しくなるようである。

2.2 橋本先生による、「非鉄スラグ細骨材の混合率がコンクリートの施工性能に与える影響」、「非鉄スラグ細骨材を用いたコンクリートの収縮特性の検討」、細骨材の種類がポーラスコンクリートの強度特性や耐久性に与える影響」について研究結果の発表があった。

- ・施工性能の評価には加振ボックス充填試験を採用している。ボックス容器内のコンクリートの密度分布を測定した結果、非鉄スラグを混合した配合でも水セメント比を 47%、単位セメント量を  $350\text{kg}/\text{m}^3$  程度とすることで間隙通過による材料分離は普通骨材を使用した配合と同程度となる。また、これらの配合条件では CUS 置換率を 100%とした配合においてもブリーディングはそれほど多くない。

- ・フェロニッケルスラグ細骨材は粒形が銅スラグ細骨材と比較して丸いことから間隙通過速度が速くなる（ $10\text{mm}/\text{s}$  より大きい）と考えられる。なお、参考として徳島産の細骨材を用いると  $1\sim 2\text{mm}/\text{s}$  程度であり非常に遅くなる。

- ・フェロニッケルスラグ骨材のコンクリート材への利用は、アルカリ骨材反応に対する検討が必要となる。
- ・銅スラグ細骨材は密度が大きいため、当該材料を混合したコンクリートの弾性係数も大きくなるようである。また銅スラグ細骨材自身の弾性係数を測定したデータがあったら提供してほしいという意見が出た。
- ・自由収縮で 400 $\mu$  程度であった銅スラグ細骨材（小名浜産）を 100%置換で混合した配合ではリング試験においてひび割れの発生が確認されていない。AE 法による結果を踏まえると、モルタル部のひび割れが分散して形成されたためと考えられる。
- ・モルタルと骨材の弾性係数に違いによる応力集中や破壊メカニズムの違いについて検討してはどうか。
- ・海砂代替としてスラグ系細骨材（高炉スラグ、フェロニッケルスラグ、銅スラグ）を用いたポーラスコンクリートでは、圧縮強度は高く凍結融解抵抗性も向上する。
- ・スラグ系骨材を用いたコンクリートであっても、乾湿繰り返しに対する抵抗性は海砂を使用したコンクリートと同様の傾向を示すことから問題無いといえる。

2.3 山内氏より、非鉄金属スラグ等の利用状況ヒアリング結果（平成 27 年 1～3 月）について発表があった。特に、東北復興需要や一部の生コンクリート工場の動向についてご紹介頂いた。

#### 非鉄金属精錬所

- ・小名浜精錬（福島県小名浜市）：銅スラグをケーソン中詰材、重量コンクリート（細骨材の全量が銅スラグ）として活用している。
- ・太平洋金属（青森県八戸市）：フェロニッケルスラグのうち、徐冷スラグはサンドコンパクション材、風砕スラグは重量コンクリートとして活用。なお、関東方面への供給は鉄鋼スラグ土壌汚染の影響で激減している。

・日本冶金工業（京都府宮津市）：船便は、松山港（約 13 万トン/年）が最大出荷先

#### 生コンクリート工場

- ・二葉建設（神奈川県足柄上郡）：銅スラグ細骨材を 30% で使用。第 2 東名高速道路の附帯工事で使用実績有り。
- ・知多中央生コン（愛知県知多郡）：骨材不足を補うため銅スラグ細骨材を 30% で使用。
- ・大開産業（兵庫県三木市）：値上げされた海砂の代替として銅スラグ細骨材を 30% で使用。フライアッシュ・サイロ準備済。

2.4 濱田委員より、「鹿島建設による高品質フライアッシュ評価実験報告概要」について情報提供頂いた。なお、配合は高品質フライアッシュ（CfFA）を内割で 20% 混和したコンクリートに対する試験結果である。

・単位水量の低減，安定した空気量，またポゾラン反応による長期強度の増進，水密性の向上や水和熱低減に効果的であることなどが報告された。

■次回予定：

次回は，サンポールホール高松にて5，6月中に開催予定していることが連絡された。

以上