

# 環境省公害防止等試験研究費による研究開発

## - 1 都市型総合廃棄物を原料とした環境負荷低減型セメントの 建設事業への適用技術に関する研究

### Application of Environmental Loading Reduction Type Cement in Construction

(研究期間 平成 11～13 年度)

材料研究グループ

Dept. of Building Materials and Components

鹿毛忠継

Tadatsugu Kage

濱崎 仁

Hitoshi Hamasaki

Synopsis - In this study, it was investigated that the application of Environmental Loading Reduction Type Cement (herein called Eco-Cement:EC) in the field of construction. It was confirmed that performance of concrete using EC, strength development under some curing condition, durability of concrete, etc., and field test. And it was investigated that the application of EC to fiber reinforced wooden board and precast concrete block using EC. Some conclusions was shown as follows:

1) Strength development in long term or durability of concrete using EC was possible to evaluate in the same way as Ordinary Portland Cement (OPC). 2) Production and casting of concrete using EC in the field was shown no problem comparison with concrete using OPC. 3) Fiber reinforced wooden board and precast concrete block using EC show good properties about strength and durability. It was possible to use EC instead of OPC. 4) As the results, we could show the recommendation for practice of concrete with Eco-Cement.

#### 【研究目的および経過】

近年、都市ごみ焼却灰、下水汚泥等の生活廃棄物を大量に原料として使用したセメントの製造技術が開発され、ごみを資源として有効利用する一方策として期待されている。この環境負荷低減型のセメントを建設資材として活用可能とするためには、安全性や使用する用途に応じた品質の確保が必要である。

本研究では、環境負荷低減型セメント（以下、エコセメント）を普通セメントと同様に建築構造用コンクリートに使用する上で問題となる塩分含有量、有害物質溶出、強度発現性及び耐久性等に関する検討を行った。また、塩分および有害物質抑制技術や各種混和剤による硬化速度の制御方法について検討し、コンクリート以外の適用方法の検討、繊維補強板材やブロックなどの 2 次製品やそれら充填材への適用技術の開発と利用ガイドラインの提案を行うものである。

#### 【研究内容】

平成 13 年度までに、国土技術政策総合研究所と連携し、以下について検討を行った。

- (1) 建築構造用コンクリートへの適用技術の検討
  - ・硬化速度制御技術、鉄筋防錆技術、強度発現性、中性化抵抗性などの技術的検討
  - ・耐久性と実大施工の実験的検討およびコンクリートの調合・施工ガイドラインの作成
- (2) 繊維補強板材の利用技術の検討
  - ・木質繊維との親和性や硬化不良樹種の利用可能性などの技術的検討

・熱特性と耐久性能の実験的検討および繊維補強材の利用ガイドラインの作成

(3) コンクリートブロック等 2 次製品の利用技術の検討

・物理、力学などの基本特性や有害溶出物質拡散の有無などの技術的検討

・補強材保護性能と耐久性能の実験的検討およびコンクリートブロックの利用ガイドラインの作成

#### 【研究結果】

(1) 建築構造用コンクリートへの適用技術の検討

平成 11～12 年度までの成果の概要については、平成 11, 12 年度年報等を参照されたい。平成 13 年度は、エコセメントを使用したコンクリートの強度発現性状に及ぼす養生温度の影響、エコセメントを使用したコンクリートによる実施工実験に関して検討を行った。

結果として、エコセメントは普通ポルトランドセメントと比較した場合の長期の強度増進が小さくなるが、強度発現に及ぼす塩化物物の影響は確認されなかった。5～35 の範囲での養生温度が強度発現に及ぼす影響はエコセメントおよび普通ポルトランドセメントとも同等であり、強度の温度補正や養生方法による補正も同様に考えることができる。また、実施工試験については、製造、打設ともに問題はなく、品質の変動も小さいことが確認された。

なお、本研究の最終成果として、エコセメントを建築分野に適用するための貴重な技術資料ならびエコセメントを使用した建築用コンクリートの使用マニュアルを提示することができた。3 年間の本研究の成果をとりまとめた最終報告書ならびに「エコセメントを使用するコンクリー

トの調合設計・施工指針(案)・同解説」の目次を以下に示す。詳細はこちらを参照されたい。

#### 「最終報告書」(目次)

・概要(1.研究目的、2.全体研究計画、3.研究体制、4.エコセメントの概要)

・エコセメントおよびエコセメントを使用したモルタルに関する実験的検討(1.はじめに、2.試験方法、3.試験結果および考察)

・エコセメントを使用したコンクリートに関する実験的検討(1.はじめに 2.実験概要 3.フレッシュコンクリートに関する実験結果および考察 4.硬化コンクリートに関する実験結果および考察 5.まとめ)

・エコセメントを使用したコンクリートによる施工実験(1.はじめに、2.実験計画、3.実験結果、4.まとめ)

#### 「エコセメントを使用するコンクリートの調合設計・施工指針(案)・同解説」(目次)

1章総則、2章コンクリートの種類および品質、3章材料、4章調合、5章発注・製造および受入れ、6章運搬および打込み・締固め、7章コンクリートの養生および型枠、8章品質管理および検査、9章特別の仕様のコンクリート

#### (2)繊維補強板材の利用技術の検討

##### 1)高塩素型エコセメント(タイプ )に関する検討

タイプ の硬化性状と力学特性に関する検討

タイプ を用いることにより、従来、木質系セメント板の製造において不適とされていた杉等の樹種の使用の可能性が高まったと考えられる。また、木質系セメント板の難燃性においては普通セメントを用いるより優位性が認められた。硬化促進剤としては、消石灰が高い効果を示した。また、収縮率が大いなどの問題は残るが、タイプ の速硬性に伴せて、硬化促進剤を使用すれば早期の解板が可能になり、木質系セメント板の生産性向上につながると考えられる。

タイプ の水和反応熱と硬化に関する検討

硬化速度や強度性状はエコセメントの鉱物組成によるものであり、これらを有効に利用することで、タイプ を用いた木質系セメント板においては、早期解板による生産性向上が可能であると考えられる。また、解板時間はエコセメントの水和熱に依存し、最高温度に到達する以前においても解板可能であり、早期解板においても JIS 品質規定の強度性状および寸法安定性を満たした。特に、難燃性は著しく向上し、普通セメントより多くの木質繊維を混入しても準不燃材料の規定を満たした。今後においては、生産性が高く安定した品質の木質系セメント板の製造を工場で実現化させることが課題となる。

##### 2)低塩素型エコセメント(タイプ )に関する検討

異なる木質形状の混入は、単一種類で用いるよりも混合することで繊維補強効果が認められた。鉋屑セメント板に僅かに木毛を混入することで強度増加および寸法安定性が向上した。また、タイプ 同様タイプ においても難燃性は著しく向上し、普通セメント板よりも多くの可燃物量を混入しても準不燃材料の基準を満たした。鉱物組成により長期材齢の強度増加率が低いものの、硬質木毛セメント板としての曲げ強度規定値(換算値 5.23N/mm<sup>2</sup>厚さ 15mm)は、成形プレス圧の増加もしくは木質の混合により満たすことが出来る。よって、普通セメントの代替として木質系セメント板の製造にタイプ の使用が可能であると考えられる。

#### (3)コンクリートブロック等 2 次製品の利用技術の検討

普通型エコセメントを用いた建築用コンクリートブロックの製造、物理・力学特性および耐久性の検討結果を纏めると以下のようである。

製造：エコセメントを使用した場合でも、普通ポルトランドセメントと同様の方法で製造可能であった。

基本性能、他：エコセメントを用いた建築用コンクリートブロックについて基本物性試験と有害物質溶出試験を実施した結果、それらの諸物性はどれも既存建築用コンクリートブロックと同等以上であることが確認された。

乾湿繰返し試験：a)著しい強度低下やひびわれ、欠け等による質量減少は認められなかった。b)鉄筋腐食は、80 サイクルまでは確認されなかった。

凍結融解試験：120 サイクルまでは強度低下や試験体の破損等は生じなかった。

屋外暴露試験(材齢 2 年)：a)試験体の外観にひび割れや欠け等による破損は認められなかった。b)塩害地を想定した沖縄における自然電位測定では、すべて -200mV 以上を示し鉄筋の腐食はないと推測される。

#### (4)まとめ

エコセメントの TR(タイプ :有効期限 3 年間)はすでに公表されており、現在、社団法人セメント協会において、エコセメントの JIS 化に向けた検討が行われており、平成 14 年度中に JIS 化される予定となっている。本研究の最終成果として、エコセメントに関する技術資料と建築用コンクリートの使用マニュアルを提示することができ、当初の目標を達成したといえる。