

都市ごみ焼却灰等各種廃棄物を原料とした環境低負荷型エコ混合セメントの開発

鹿児島高専 正 ○金子 和久 正 岡部 圭子 正 前野 祐二
正 長山 昭夫 学 大田 昌孝

1 はじめに

現在、一般廃棄物の排出量は年間 5000 万 t に及びほぼ横ばいとなっている。またごみ処理施設から排出される焼却灰は年間 800 万 t に及ぶ。このままでは 9 年弱で満杯となると予想されている。このことから焼却灰の有効利用が緊急の課題となっている。そのため、焼却灰の有効利用方法の一つとして熔融処理があるが、莫大なコストが必要である。そこで本研究では焼却灰を主とした各種廃棄物の安価な有効利用を目的として、高温処理をしないエコ混合セメントの製造開発を行い、このエコ混合セメントで硬化体を作製した。本論では特に強度特性について明らかにする。

2 エコ混合セメントの試料と作製方法

エコ混合セメントの原料は、焼却灰・セメント・石炭灰・骨灰・廃石膏である。骨灰は K 市の屠畜場で排出された屠畜残さを 800 度以上で焼却した焼却灰である。焼却灰は M 市のごみ焼却場から排出されたものである。この焼却灰の前処理は 5mm 篩の容器内で高圧洗浄を行い、通過試料を 100 度の乾燥炉で乾燥する。セメントは普通ポルランドセメントである。廃石膏は廃石膏ボードの紙を剥離後 150 度以上で焼成したものである。

上記エコ混合セメントで作製した硬化体の強度は比較的小さいので、さらに高強度にするために、Si を多く含むしらす及び陶器片を新たに混合させることにした。しらすと陶器片は、乾燥後ボールミルで 12 時間粉碎して添加した。しらすは K 市から採取したものである。陶器片は焼却灰と同じく S 市のごみ処理場から排出されたものである。

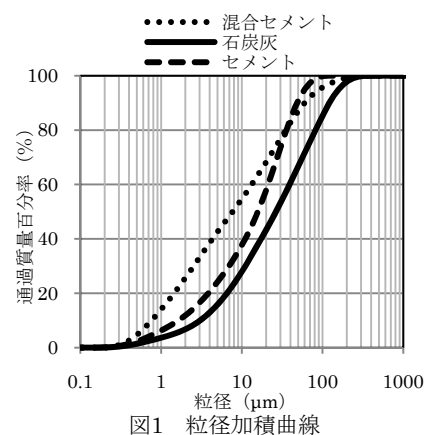


図 1 にエコ混合セメントと石炭灰とセメントの粒径加積曲線を示す。測定装置は、Sysmex 社製のレーザー回折式乾式型 Mastersizer2000+Sirocco2000 である。平均粒径は、エコ混合セメント $8\mu\text{m}$ 、石炭灰 $26\mu\text{m}$ 、セメント $15\mu\text{m}$ である。エコ混合セメントとセメントを比較すると、平均粒径はほぼ同じであるが、エコ混合セメントは僅かに大きな粒径を多く含んでいる。

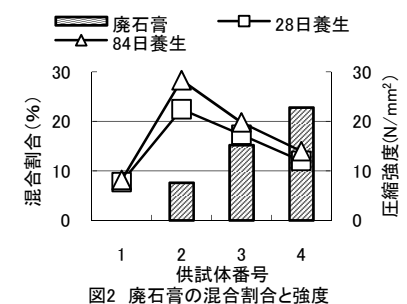
3 供試体の作製方法

エコ混合セメントの練混ぜは、モルタルミキサーでエコ混合セメントと水を 1 分半練り混ぜ、 $40\times40\times160\text{mm}$ の型枠に流し込み、振動を加えて締固めた。このペースト硬化体を養生室で養生する。

4.強度特性

4.1 廃石膏混合量が強度に及ぼす影響

廃石膏の混合割合を増やすことで、エトリンガイトの生成を促進し、密度が密になることで強度が増加すると考察した。そこで廃石膏の混合割合と圧縮強度の関係について検討した。混合割合が焼却灰 60%、セメント 24%、石炭灰 8%と骨灰 8%の混合試料に廃石膏を混合試料に対して 0~23%混合してエコ混合セメントを作製した。これを、W/C35%でペースト硬化体を作製した。図 2 に強度試験の結果を示す。28 日養生の圧縮強度に着目すると、廃石膏の混合割合 0%では 7.7N/mm^2 、7.5%では 22.5N/mm^2 、15%では 17.3N/mm^2 、22.5%では 12N/mm^2 と 8%が最も高くまた養生日数による強度の伸びも大きい。また、8%を超えると 2 つの強度は、低下している。



4.2 しらすを混合したエコ混合セメント

4.1 に示すように強度は無筋コンクリートの基準強度の 18N/mm^2 を超えるが、比較的強度が弱いので、強度増加を図るためにエコ混合セメントにしらすを混合した。焼却灰 54%、セメント 21%、石炭灰と骨灰 11%、廃石膏 7%のエコ混合セメントに、さらにしらすをエコ混合セメントに対して 50%と 100%を混合した。なお W/C35%としてこれとは別に、添加したしらすに対する混合水をしらす水比 W/S(しらす)として、しらす水比の影響も考察した。しらす混合割合 50%のとき、しらす水比を 0 と 15%、しらす混合割合 100%のとき、しらす水比を 10%とした。強度比較をするためにしらすの代わりに粉砕しない砂を混合割合 200%で混合した。砂を混合した時の砂と水の混合水比は 4%とした。その試験結果を図 3 に示す。28 日養生と 84 日養生の圧縮強度を比較すると、砂を混合した場合 $26 \rightarrow 29\text{N/mm}^2$ に増加した。しらすの混合割合 50%では、しらす水比 15%は $27 \rightarrow 37\text{N/mm}^2$ に増加、0%は $36 \rightarrow 50\text{N/mm}^2$ に増加した。しらすの混合割合 100%、しらす水比 10%では $35 \rightarrow 38\text{N/mm}^2$ に増加した。しらす 50%混合したエコ混合セメントの圧縮強度は他のエコ混合セメントに比べて 28 日から 84 日にかけて大きく伸びている。しらすとエコ混合セメントは水和反応があると考えられる。しかし、しらすの量が多すぎると水和反応が小さくなると考えられる。また、混合水量が少ない方が強度増加すると考えられる。

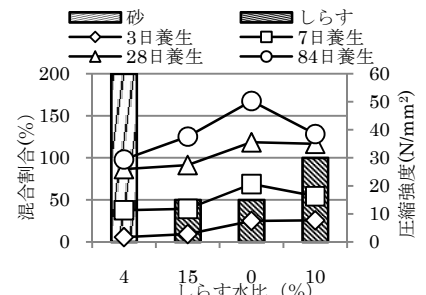


図3 混合割合と圧縮強度

4.3 しらすと廃石膏を混合したエコ混合セメント

短期間で高強度を得るため、しらすと廃石膏の混合も試みた。焼却灰 44%、セメント 29%、石炭灰 15%、骨灰と廃石膏 6%のエコ混合セメントに対して、しらす 70~85%、廃石膏 15~30%を混合し、W/C35%のペースト硬化体を作製した。図 4 にしらすと廃石膏の混合割合と圧縮強度の関係を示す。28 日養生の圧縮強度に着目すると、混合割合がしらす 85%、廃石膏 15%では 46N/mm^2 、しらす 80%、廃石膏 20%では 41N/mm^2 、しらす 75%、廃石膏 25%では 50N/mm^2 、しらす 70%、廃石膏 30%では 51N/mm^2 となり、しらす 70%、廃石膏 30%が最も高い。すべての混合割合とも養生日数 7 日で 20N/mm^2 、28 日で 40N/mm^2 を超え、コンクリート二次製品を製造するときには有利になると考えられる。

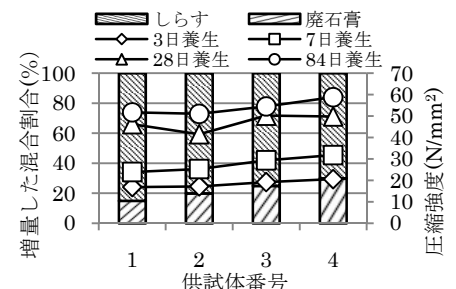


図4 増量した混合割合と圧縮強度

4.4 陶器片と廃石膏の混合量

しらすとほぼ同様の化学組成であり、廃棄物である陶器片をしらすの代替として検討した。エコ混合セメントと陶器片と廃石膏の最適な混合割合を得るため、陶器片と廃石膏を 75 : 25 の割合であらかじめ混合し、エコ混合セメントに対してこれを 15~60%混合した。エコ混合セメントの混合割合は焼却灰 57%、セメント 23%、石炭灰 8%・骨灰 4%・廃石膏 8%とし、W/C35%のペースト硬化体を作製した。図 5 に陶器片と廃石膏の混合割合と圧縮強度の関係を示す。28 日養生の圧縮強度に着目すると、混合割合が 15%では 35N/mm^2 、30%では 36N/mm^2 、45%では 38N/mm^2 、60%では 45N/mm^2 となり、60%が最も高い。他の養生日数も含めて考察すると、ややばらつきがあるものの陶器片と廃石膏の混合割合が多い方が、圧縮強度は高くなる傾向がある。

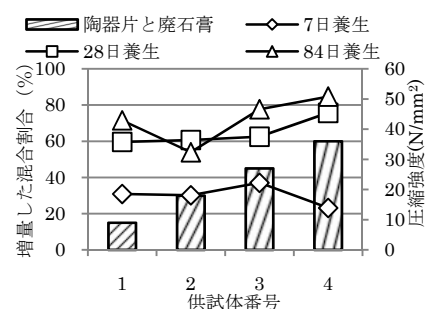


図5 増量した混合割合と圧縮強度

5. おわりに

本研究結果より、エコ混合セメントにさらにしらすまたは陶器片と廃石膏を添加することで、コンクリート二次製品として短期間で高強度を得ることができることが分かった。

【参考文献】 1) 環境省ホームページ (旧厚生省情報) ごみの話