

廃棄コンクリートを全量用いた高流動再生コンクリートの耐凍害性

高知工業高等専門学校専攻科 学生員○小栗晶子
高知工業高等専門学校 正会員 横井克則
徳島大学大学院 学生員 西川浩史
徳島大学大学院 フェロー会員 水口裕之

1. はじめに

天然資源の枯渇化と廃棄コンクリートの増大より、資源の再利用が課題となっている。廃棄コンクリートより製造される再生骨材は品質にばらつきがあるため、現在は主に路盤材として再利用されている。さらに、製造時に発生する微粉末はほとんど利用されていない¹⁾。そこで本研究では、再生骨材及び再生微粉末を全量用いたコンクリートを開発することを目的とし、微粉量が多いということから高流動コンクリートを対象とし、そのコンクリートの圧縮強度特性及び耐凍害性を調べた。なお、使用用途としては、建築用コンクリートを想定とした。

2. 実験方法

2.1 使用材料およびコンクリートの配合

本研究のコンクリート配合を表-1に示す。再生骨材は東京の新丸ビルの壁面より採取し、製造したものとし、粒度の大きいものから再生粗骨材(密度 2.50g/cm³、吸水率 4.23%)、再生細骨材大(密度 2.19g/cm³、吸水率 12.3%)及び再生細骨材小(密度 2.42g/cm³、吸水率 9.51%)の3種類に分けて使用した。再生骨材を用いた配合は高炉セメントB種(密度 3.04g/cm³)、低熱セメント(密度 3.22g/cm³)及び普通セメント(密度 3.16g/cm³)の3種類とし、比較のために普通骨材に混和材としてフライアッシュを配合したものを設定した。また、これまでの研究において、廃棄コンクリートを全量用いた場合、長さ変化率が大きくなる傾向が見られた²⁾ことから、エトリンガイト系膨張材(密度 2.85g/cm³)を用いた配合もそれぞれ設定した。混和剤には、単位水量を小さく、かつ流動性を高めるために高性能減水剤(SP剤)及びAE助剤を使用した。また、空気量を調整するため消泡剤を使用した。すべての配合で目標スランプフローは 65±5cm とし、目標空気量は 4.5±1.5% と設定した。

表-1 コンクリートの配合表

配合名	水結合材比(%)	細骨材率(%)	単位量(kg/m ³)										
			水	セメント	膨張材	フライ アッシュ	細骨材	再生 細骨材小	再生 細骨材大	粗骨材	SP剤	AE助剤	消泡剤
普通高炉	30	50	160	453	0	80	796	—	—	796	6.4	0.03	—
再生普通	40	75		400		—	—	404	732	418	12	—	0.32
再生高炉				400				401	726	415	10		
再生低熱				400				406	735	419	10		
普通高炉膨張	30	50	160	423	30	80	795	—	—	795	6.4	0.03	—
再生普通膨張	40	75		370		—	—	405	734	418	10	—	0.32
再生高炉膨張				370				403	731	417	10		
再生低熱膨張				370				401	725	415	12		

2.2 試験方法

コンクリートの練り混ぜは骨材、セメント、混和材の順に投入し、30秒間練り混ぜてから、所要の混和剤を混ぜた水を投入し、さらに150秒間練り混ぜた。なお、膨張材はセメントと同時に投入した。養生方法は、成型した供試体を実験室で24時間静置後に脱型し、所定材齢まで20±3℃の水槽中で養生した。硬化コンクリートの試験としては、JIS A 1108に従って圧縮強度を測定した。また、JIS A 1148に従って凍結融解試験を行った。凍結融解条件として、凍結温度は-18±2℃、融解温度は5±2℃とし、凍結融解1サイクルに要する時間は3時間以上4時間以内、試験サイクルは300回で終了となるように設定した。30サイクルごとに、相対動弾性係数及び重量減少率を算出した。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

圧縮強度試験結果を図-1に示す。再生骨材を用いた配合の強度は、普通骨材を用いた配合の50～60%程度

であった。これは、表-1 に示すように水結合材比の違いによる影響もあると思われるが、再生骨材に付着していたモルタルが強度を低下させたと考えられる。また、再生骨材を用いたものは、材齢 91 日から 182 日までの強度増加は見られなかった。セメントの種類の影響として、低熱セメントを用いた配合は、膨張材の有無に関係なく 7 日強度は最も小さかったが、それ以降の強度増進は大きく、低熱セメントの特性が現れている。膨張材の有無について比較すると、すべての配合で膨張材を使用した配合が不使用の配合よりも大きくなっている。

日本建築学会の JASS 5 における高流動コンクリートの品質規格では、再生骨材を用いた高流動コンクリートを建築工事に適用する条件として、圧縮強度は 25N/mm^2 要求されており、再生高炉及び再生低熱ではこの規格を満足しているが、再生普通は若干小さい値となった。

3.2 凍結融解試験

相対動弾性係数の結果を図-2 に示す。再生骨材を使用したコンクリートは、普通骨材を用いたコンクリートより耐凍害性は劣っているのがわかる。この理由として、再生骨材の吸水率が大きいことから、コンクリート中の自由水が多くなっているためと考えられる。また、セメントの種類で比較すると、普通セメントを用いた配合が凍結融解作用に対して最も強く、高炉セメントを用いた配合が最も劣化が激しかった。膨張材を使用した配合は、膨張材不使用の配合よりも全体的に耐凍害性は劣る結果となった。膨張材を用いた場合、図-1 より、強度は大きくなっており、耐凍害性が劣る原因については今後の検討課題とする。

重量減少率は図-3 に示すように相対動弾性係数と同様、普通高炉は終始変動がなかった。再生骨材を用いた配合において、セメントの種類で比較すると、膨張材不使用の場合は高炉セメントが最も重量の減少が大きく、膨張材を使用した場合には低熱セメントの重量の減少が最も大きい。また、膨張材を使用した配合は、膨張材不使用の場合よりも早期に重量に変化がみられた。

4. まとめ

- (1) 再生骨材及び再生微粉末を全量用いた配合で作製した高流動コンクリートは、高炉セメント B 種および低熱セメントを用いた場合、JASS 5 の品質規格である圧縮強度 25N/mm^2 をほぼ満足することができた。
- (2) 再生骨材を用いた場合、普通骨材を用いたコンクリートより耐凍害性は劣る。また、膨張材を用いるとその傾向はさらに顕著となった。

参考文献

- 1) 三浦誠司、他：再生骨材を用いた構造用コンクリートに関する研究、廃棄物のコンクリート材料への再資源化に関するシンポジウム論文集、pp. 31-36、2002 年 9 月
- 2) 筒井博之：廃棄コンクリートを全量用いた高流動再生コンクリートの力学特性、土木学会四国支部 第 12 回技術研究発表会講演概要集、pp. 360-361、2006 年 5 月

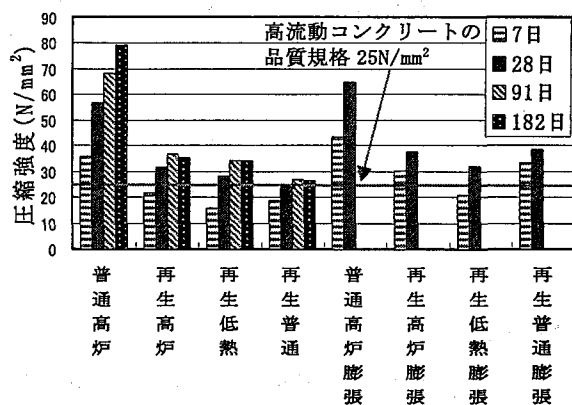


図-1 圧縮強度

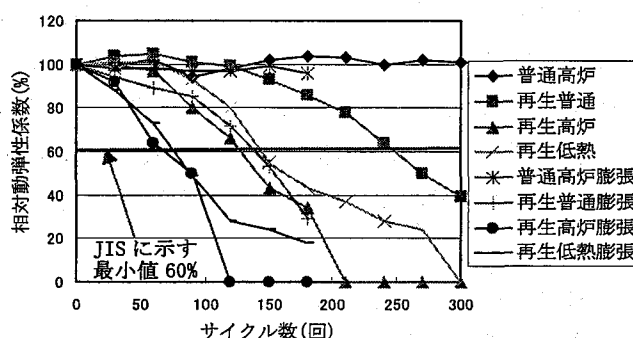


図-2 凍結融解試験結果(相対動弾性係数)

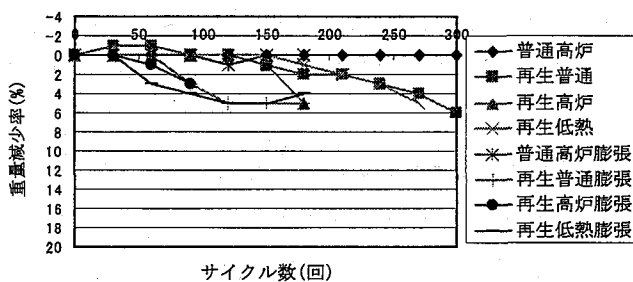


図-3 凍結融解試験結果(重量減少率)