

再生骨材コンクリートの強度特性に関する研究

福岡大学 学生会員 ○尾下英孝 福岡大学 正会員 大和竹史
 福岡大学 正会員 江本幸雄 福岡大学 正会員 添田政司

1. まえがき

近年、都市圏ではコンクリート塊を主原料とする再生路盤材（再生クラッシャーラン、再生粒度調整碎石）の出荷量が増加している。しかし、コンクリート塊はコンクリートに再利用するのが本来のリサイクルと考える。再生路盤材として出荷されている再生骨材はかなりの付着モルタルを含むので、比重が2.4程度で吸水率は数%の低品質の範疇に入る。したがって、これを用いた再生骨材コンクリートの基本的性状も普通コンクリートに比べ劣ることが分かっている。しかし、今後は骨材自体の品質規定でなく、コンクリートの性能規定が指向され再生骨材コンクリートの利用が拡大していくものと思われる。本研究は減圧混練により再生骨材コンクリートの品質改善がどの程度得られるかを検討したものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

実験に用いたセメントは普通ポルトランドセメント（比重3.15）である。細骨材には十分に脱塩した海砂（比重2.55、吸水率1.26%）を、粗骨材には再生骨材（最大寸法20mm、比重2.40、吸水率5.40%）を用いた。混練水には水道水を、AE減水剤にはボゾリス No.70 を、空気量調整剤にはボゾリス No.303を用いた。

2.2 コンクリートの示方配合

コンクリートの示方配合を表-1に示す。水セメント比を45、52、60%の3通りにした。これらの配合は常圧混練による目標スランブを $14 \pm 1.0\text{cm}$ 、目標空気量を $7.0 \pm 1.0\%$ となるように試験練りによって求めた。

表-1 コンクリートの示方配合

種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (N/mm ²)				AE減水剤 (cc/m ³)	空気量調整剤 (cc/m ³)
			W	C	S	G		
常圧45	45	42		379	684	890	3.79	5.31
常圧52	52	43	171	328	719	896	3.28	4.59
常圧60	60	45		284	768	883	2.84	3.98

2.3 コンクリートの練混ぜ

常圧混練で用いたミキサーは強制練りミキサー（100l容量）である。練混ぜは骨材とセメントの空練りを90秒間行った後、混和材を含む混練水を加え90秒間練混ぜた。

減圧混練で用いたミキサーは可傾式ミキサー（90l容量）である。まず、混練水を2割残して全材料を20秒間練混ぜた後、残りの混練水を加え2分間混練した後、スランブ及び空気量を測定した。次いで、復圧後再びスランブ及び空気量を測定した。

2.3 試験項目

- (1) フレッシュコンクリートの性質：練り上がったコンクリートを練り板上で手スコップで切り返した後スランブ及び空気量を測定した。
- (2) 圧縮強度： $\phi 10 \times 20\text{cm}$ の円柱供試体を作成し、24時間後脱型を経て約20℃にて水中養生を行った。材齢7日及び材齢28日の圧縮強度を測定した。
- (3) 乾燥収縮試験及び凍結融解試験：乾燥収縮試験はコンタクトゲージ法により材齢28日以降、恒温恒湿室で開始した。また、材齢28日以降にASTM C666の水中凍結融解試験を開始した。試験に用いた供試体はいずれも $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ の角柱供試体である。

3 実験結果及び考察

3.1 フレッシュコンクリートの性質

表-2に常圧・減圧混練後のスランブ及び空気量を示している。ただし、表に示す減圧の下端は減圧後に測定したものである。常圧コンクリートのスランブ及び空気量は当初目標とした範囲内（ $14 \pm 1.0\text{cm}$ 、 $7.0 \pm 1.0\%$ ）に入っている。減圧混練は常圧混練で求めた配合と同配合で行った。減圧スランブは減少するのが一般的で、減圧45及び減圧60のスランブ減少はそれぞれ8cm、6cmであった。減圧混練によるスランブ

表-2 スランブ及び空気量測定結果

種類	スランブ (cm)	空気量 (%)
常圧45	15.0	6.0
減圧45	17.0 9.0	4.7 2.9
常圧52	13.2	7.7
減圧52	14.0 15.5	7.5 4.8
常圧60	14.2	6.5
減圧60	15.0 9.0	4.7 2.9

の減少は再生骨材が多孔質であるため水で満たされていない空隙に、復圧時に骨材表面部の水分が圧入されることが原因と思われる。空気量は減圧混練により1.8~2.7%減少している。空気量の減少は減圧混練時にエントランドエア及び大きな気泡径のエントレインドエアの一部が消滅したためだと考えられる。

3. 2 圧縮強度

減圧混練コンクリートの圧縮強度は常圧混練コンクリートより材齢7日、材齢28日でそれぞれ3.6~4.3 (N/mm²)、3.8~7.8 (N/mm²) 増加した。減圧混練コンクリートの強度増加の理由は減圧によるマトリクスの緻密化、モルタル・骨材の付着強度の向上等によると考えられる。図-1に7日、28日の常圧混練コンクリートと減圧混練コンクリートの圧縮強度-W/Cの直線回帰式を示している。図-1において、常圧混練コンクリートと減圧混練コンクリートの回帰式の傾きは同程度である。これは、低C/WすなわちW/Cの大きいコンクリートほど減圧混練の効果があることを示している。図-1より常圧混練の直線回帰式で、 $f_{c28}' = 30$ (N/mm²) に対応するC/Wは2.08となるが、減圧混練ではC/Wは1.79となる。したがって、単位水量を一定(約170kg)にすると減圧混練では常圧混練と同じ強度を出すために必要な単位セメント量は約49kg程度少なくすむことになる。

3. 3 乾燥収縮

減圧混練により作製したコンクリート供試体の質量減少率及び乾燥収縮量をそれぞれ図-2、図-3に示す。図-2より、W/Cが60、52、45%に対応する。28日間の質量減少率は28日でそれぞれ3.18%、2.76%、2.52%である。水セメント比が大きいコンクリートほど質量減少率が大きいことが分かる。図-3より乾燥収縮量に大差は認められない。測定を今後継続し検討する必要がある。また、常圧混練との比較を実験的に比較する必要がある。

3. 4 耐凍害性

図-4に減圧混練によるコンクリートの水中凍結融解試験結果を示す。図よりW/C=60%のコンクリートでは100サイクル終了時で供試体隅角部にひび割れが生じ、120サイクル終了時で相対動弾性係数が60%を割った。一方W/C=45%、W/C=52%の相対動弾性係数は120サイクルでそれぞれ88%、81%である。300サイクルまで終了していないので全体的な検討は無理であるが現段階でW/C=60%では耐凍害性が低下する傾向にある。常圧混練と現圧混練によるコンクリートの耐凍害性の比較については今後実験を行い検討したい。

4 まとめ

減圧混練を行った再生骨材コンクリートの諸特性に関して以下の見が得られた。

1) コンクリートを減圧混練すると、スランプ及び空気量が低下する。これは、復圧時の骨材中の空隙への水分吸収及び減圧時粗大径を有する空気泡の消滅によるものと考えられる。

2) 再生骨材コンクリートは減圧混練を行うことで常圧混練より大きな強度が得られる。この強度増大の要因は減圧によるマトリクスの緻密化、骨材・モルタルの付着強度の向上等が考えられる。

3) 減圧混練コンクリートは水セメント比が大きくなるほど、乾燥収縮量及び重量百分率が大きくなる。また、耐凍害性は水セメント比が大きいほど小さい。

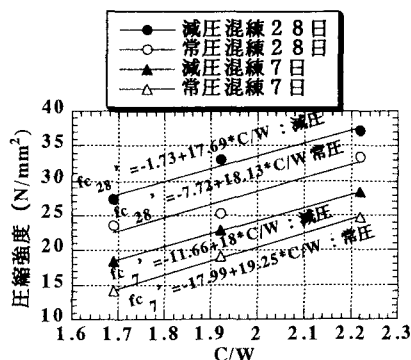


図-1 圧縮強度とC/Wとの関係

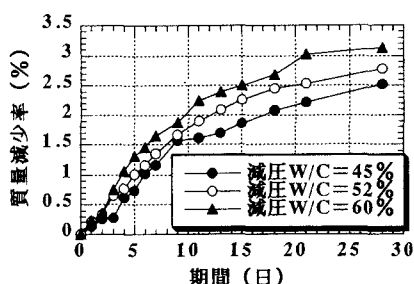


図-2 質量減少率と期間との関係

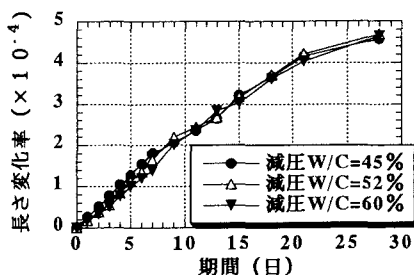


図-3 長さ変化率と期間との関係

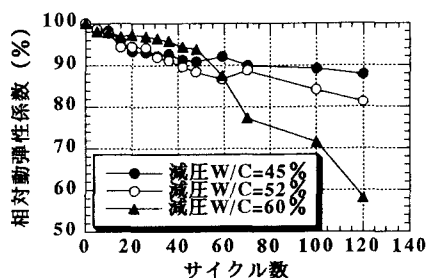


図-4 水中凍結融解試験結果