

減圧練混ぜによる再生骨材を用いた転圧コンクリートの品質改善効果

全国生コンクリート工業組合連合会	正会員	○伊藤 康司
岐阜県生コンクリート工業組合中濃試験場		猿渡 祐一
全国生コンクリート工業組合連合会	正会員	辻本 一志
全国生コンクリート工業組合連合会	正会員	鈴木 一雄

1.はじめに 天然の良質なコンクリート用骨材の枯渇に伴い、粗骨材は砕石が主流に、細骨材も砕砂の使用が緩やかではあるが増加している [1]。また、国策としてリサイクル法の見直しや、再生骨材を用いたコンクリートに関する規格が JIS TR として制定されるなど、生コンクリート工場においても再生骨材の利用技術の導入が必要となりつつある。

本研究は、資源の有効利用を目的として、再生骨材を用いた転圧コンクリートに減圧練混ぜ[2]を適用し、品質改善効果を検討したものである。

2.使用材料および配合 実験に用いたセメントは、密度 3.16g/cm^3 、比表面積 $3,260\text{cm}^2/\text{g}$ の普通ポルトランドセメントである。再生骨材は、実際に 45 年間岐阜市の市道として使用されていたコンクリートと RC 建築物（4 階建ての民間住宅）に使用されたコンクリートを破碎し、製造したものである。これらの物理的性質は表 - 1 に示すようである。なお、再生骨材のほか、比較用として砕石及び川砂を用いた（物理試験結果は表 - 1 に併記）。混和剤はリグニスルホン酸を主成分とする AE 減水剤を用いた。

コンクリートの配合は、骨材の組合わせ、練混ぜ条件（減圧の有無）を変化させ、（社）日本道路協会の転圧コンクリート舗装技術指針（案）に従って決定した（表 - 2 参照）。

3. 減圧練混ぜおよび品質評価試験方法

減圧練混ぜは、強制練りミキサで練り混ぜたコンクリートを図 - 1 に示す容量 90l の傾胴ミキサに移し、密閉用のフラップを装着した後、ミキサ並びに真空ポンプを作動させて、ミキサ内をゲージ圧で 86.7kPa まで減圧し、1 分間アジテートした。その後、瞬時に大気圧に復圧して練り舟に排出して直ちに試験に供した。



図 - 1 減圧ミキサ

また、コンクリートの品質評価試験方法は表 - 3 に示すようである。

4. 試験結果および考察

キーワード 再生骨材、減圧練混ぜ、締固め率、締固め時間、曲げ強度、すりへり

連絡先 〒273-0012 船橋市浜町 2 - 1 6 - 1 全国生コンクリート工業組合連合会 TEL 047-433-9492

表 - 1 使用骨材の物理試験結果

種類	記号	産地又は原コンクリート	密度 (g/cm^3)		吸水率 (%)	単位容積質量 (kg/l)	実積率 (%)	微粒分量 (%)	F.M.	破砕値 (%)
			表乾	絶乾						
細骨材	再生A	舗装版	2.26	2.04	10.6	1.31	64.2	7.0	3.25	-
	再生B	建築物	2.30	2.10	9.33	1.39	65.9	7.8	3.32	-
	川砂	長良川	2.58	2.52	2.26	1.63	64.7	3.1	2.71	-
粗骨材	再生A	舗装版	2.39	2.26	5.76	1.33	58.7	0.96	6.58	20.8
	再生B	建築物	2.40	2.28	5.14	1.33	58.4	0.46	6.59	21.4
	砕石2005	加茂郡	2.66	2.65	0.56	1.61	61.0	0.90	6.79	8.6

注) 再生Aの原コンクリートの切取り供試体による曲げ強度は 4.3N/mm^2 、再生Bの原コンクリートのコア強度は 31.5N/mm^2 であった。

表 - 2 コンクリートの配合

配合No.	骨材の種類		減圧	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m^3)				
	粗骨材	細骨材				W	C	S	G	Ad
1	再生A	天然	無	33.3	41.9	96	288	835	1064	0.763
2	再生A	天然	有			99	297	829	1056	0.788
3	再生A	再生A	無		45.9	100	300	794	981	0.795
4	再生A	再生A	有			113	339	767	948	0.898
5	再生B	天然	無	43.9	43.9	98	294	871	1031	0.780
6	再生B	天然	有			101	303	864	1023	0.803
7	再生B	再生B	無		40.3	104	312	765	1016	0.828
8	再生B	再生B	有			107	321	759	1007	0.850
9	天然	天然	無			95	285	798	1238	0.755

Ad: AE 減水剤 (単位: l/m^3)

表 - 3 試験項目および方法

試験項目	方法
マーシャル締固め率	日本道路協会
含水比	転圧コンクリート舗装技術指針（案）
供試体成形（コンシステンシー）	ZKT-204（全生工組連試験方法）
曲げ強度	JIS A 1106
すりへり	日本道路協会 舗装試験法便覧
すべり抵抗性	

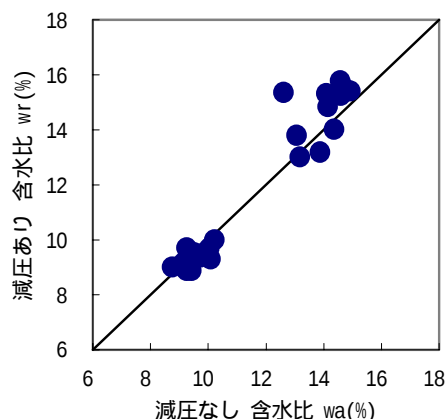


図 - 2 減圧の有無が含水比に及ぼす影響

1) コンシステンシー 減圧前後におけるコンクリートの含水比の関係を図 - 2 に示す。図において両者はほぼ等比線上にあり、含水比の高い領域においては減圧前に比べ減圧後の含水比が若干高い傾向が認められる。また、減圧前後におけるマーシャル締固め率ならびに ZKT-204 による供試体成形時間の関係を図 - 3 および図 - 4 に示す。図 - 3 において、マーシャル締固め率は、減圧後に小さくなる傾向が認められ、図 - 4 においても減圧後の締固め時間が長く、マーシャルと同様な傾向となっている。これは、復圧によるマトリクスの圧着および自由水の骨材内部への圧入による影響[2]と思われる。図 - 5 はマーシャル締固め率と ZKT-204 による締固め時間との関係を示したものであって、両者の間に

直線関係が認められ、マーシャル締固め率 95～96% の範囲は締固め時間で 12 秒～23 秒程度であることが示されており、供試体を作製しながらコンシステンシーの管理が可能[3]であることが示されている。

2) 曲げ強度 図 - 5 に減圧前後のコンクリートの曲げ強度の関係を示した。図において曲げ強度は減圧後のものが若干高く、減圧による品質改善効果が認められる。一般の有スランブのコンクリートにおける改善効果[2]に比べて小さい理由は、復圧時にマトリクスに作用する圧力は一定であるが、マトリクスの粘性が大きく相違することによるものと推測される。

3) 摩耗深さ及びすりへり量 ラベリング試験における摩耗深さ及びすりへり量は、表 - 4 に示したとおりであって、一部の例外的な値を除けば、骨材の種類による明瞭な差異は認められない。また、減圧することによりほとんどの場合摩耗深さ及びすりへり量が減少し、減圧によりコンクリートが緻密化することが示されている。

4) すべり抵抗性 すべり抵抗性の試験結果は、DRY の場合 73～80、WET が 69～77 であって、骨材及び減圧の有無による明瞭な差異は認められず、天然の骨材を用いた場合と同等の値となっている。

5. まとめ 再生骨材を用いた転圧コンクリートに減圧練混ぜを適用した。この結果、減圧練混ぜは、舗装コンクリートの要求品質の一つであるすりへり抵抗性と若干の曲げ強度の改善に寄与し、再生骨材を用いたコンクリートの一部機能が向上し、付加価値を与える可能性を有することが明らかとなった。

謝辞 本研究の実施にあたり、再生骨材をご提供いただきました株式会社アイコンの山下八起氏に謝意を表します。

参考文献

- 1) 全生工組連技術委員会：コンクリート用骨材に関する実態調査報告書骨材対策部会, 2001 年 10 月
- 2) 村田, 鈴木, 大内：減圧ミキサによって練り混ぜた高炉スラグ骨材コンクリートの諸性質, コンクリート工学論文集, 1991 年 1 月
- 3) 伊藤, 鈴木：転圧コンクリートのコンシステンシー試験方法の一提案, セメント・コンクリート論文集, 1994 年 12 月

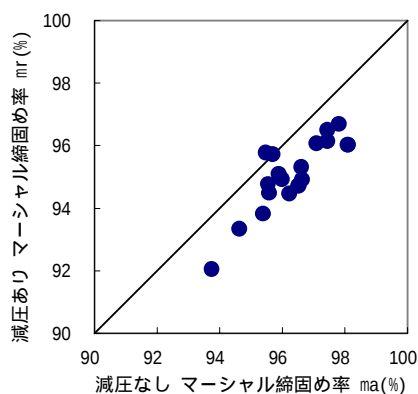


図 - 3 減圧の有無が締固め率に及ぼす影響

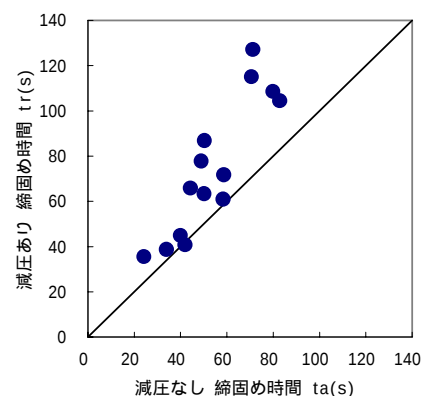


図 - 4 減圧の有無が締固め時間に及ぼす影響

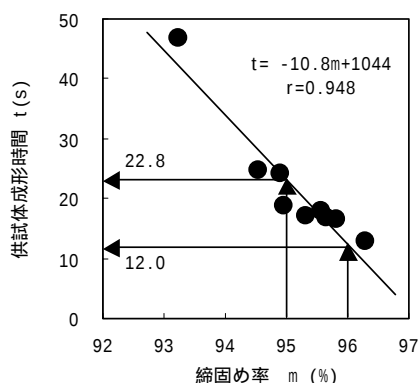


図 - 5 締固め率と供試体成形時間との関係

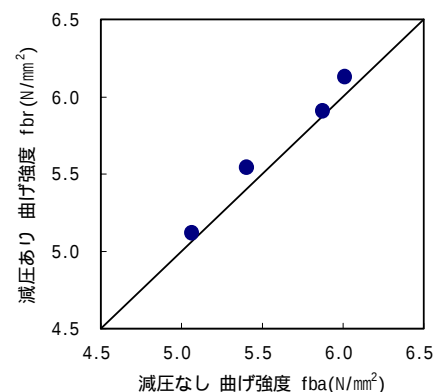


図 - 6 減圧の有無が曲げ強度に及ぼす影響

表 - 4 すりへり・すべり試験結果

配合 No.	ラベリング試験		すべり抵抗性 (BPN)	
	摩耗深さ (cm)	すりへり 量 (cm²)	DRY	WET
1	0.026	0.25	74	69
2	0.037	0.35	84	69
3	0.051	0.48	80	77
4	0.037	0.35	78	74
5	0.053	0.51	77	74
6	0.029	0.28	79	73
7	0.122	1.16	76	69
8	0.040	0.38	79	72
9	0.049	0.47	73	69