

函館工業高等専門学校 学生員 大 館 早
 函館工業高等専門学校 学生員 金田一 智規
 函館工業高等専門学校 正 員 今野 克幸
 北海道大学工学部 正 員 佐藤 靖彦

1. はじめに

近年、地球規模の環境汚染や資源枯渇が問題となっており、資源の再利用が重要視されている。土木の分野においても、主たる土木材料の一つであるコンクリートを再利用する必要性が高まっている。

コンクリートは建設事業にとって不可欠な材料であり、使用量も多くその生産量は年々増加しており骨材の採取が次第に困難になってきている。また、都市再開発や老朽化した構造物の建て替えによりコンクリート廃棄物も年々増加するとともに、解体材の処分場が減少していることもありコンクリートの再利用に関する技術開発が求められている。しかしながら、現時点では再生骨材コンクリートの力学的性質や耐久性などコンクリート解体材を再生骨材として実用化するため明らかにされなければいけない問題が山積みされている。その一つとして、再生骨材を用いたコンクリートの諸強度の評価方法の確立がある。

本研究は諸強度の評価方法を確立する上で必要となる基礎的なデータを得ることを目的とし、再生骨材の粒径が再生骨材コンクリートの圧縮強度、ヤング係数、引張強度及び曲げ強度に与える影響に関する検討を行った。

2. 実験概要

2.1 実験パラメータ及び実験項目

実験供試体は6種類用意した。基準供試体 TT300 は、表-1 に示す示方配合によって製作され、設計強度は 30MPa である。表-2 は各供試体に用いている骨材の種類を示しており、表中の記号 V はヴァージン骨材を表し、記号 R は再生骨材を表している。表-2 に示すように供試体 TT301～TT304 はそれぞれ基準供試体 TT300 の骨材寸法 5～10、10～15、15～20、20～25mm のヴァージン粗骨材をすべて同じ粒度の再生骨材に重量が等しい条件で置換したものである。供試体 TT301～TT304(以降供試体シリーズ TT という)は再生骨材を用いたことによる強度の変化を明確に現すために、再生骨材を制作するためのコンクリート(以降原コンクリートという)の圧縮強度(材令 28 日)を 8.64MPa と極端に低くした。実験項目は圧縮強度、ヤング係数、引張強度、曲げ強度及びポアソン比である。

表-1 供試体シリーズ TT の配合

単位セメント量 (kg/m ³)	単 位 水 量 (kg/m ³)	単 位 粗 骨 材 量 (kg/m ³)	単 位 細 骨 材 量 (kg/m ³)	AE 剤 (g/m ³)
408.6	160.0	1155.6	611.3	20.4

表-2 各供試体に用いた骨材の種類

粒 径(mm)	5～10	10～15	15～20	20～25
TT300	V	V	V	V
TT301	R	V	V	V
TT302	V	R	V	V
TT303	V	V	R	V
TT304	V	V	V	R
TT305	R	R	R	R

2.2 使用材料

セメントは普通ポルトランドセメント（アサノセメント）を使用し比重は3.16であった。水は実験室の水道水を使用し、混和剤にはビンソルを用いた。細骨材は大野産の山砂、粗骨材は静内産の川砂利を使用した。なお、それぞれの骨材の材料試験結果を表-3 と表-4、細・粗骨材の粒度曲線を図-1 に示す。供試体シリーズ TT に用いた再生骨材の各骨材寸法ごとの比重と吸水率を骨材の材料試験結果とともに表-4 に示す。

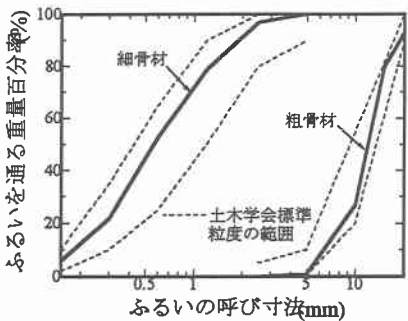


図-1 細・粗骨材の粒度曲線

表-3 粗骨材試験結果

種 別	粗骨材の 最大寸法 (%)	比重	吸水率 (%)	単位容積 重量 (kg/m ³)	実績率 (%)	安定性試験 損失量 (%)	粒度分布(残留率%)							粗粒率
							40	30	25	20	15	10	5	
静内産川砂	20	2.79	1.14	1694	61.4	10.764	0	0	0	7	13	53	26	6.79

表-4 細骨材試験結果

種 別	比重	吸水率 (%)	単位容積 重量 (kg/m ³)	実績率 (%)	洗い 損失量 (%)	安定性試験 損失量 (%)	粒度分布(残留率%)						粗粒率
							5.0	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
大野産山砂	2.48	4.39	1502	63.2	0.235	9.971	0	3	18	26	31	16	2.43

表-5 再生骨材 TT 試験結果

種 別	粗骨材の 最大寸法 (%)	単位容積 重量 (kg/m ³)	実績率 (%)	安定性試験 損失量 (%)	比 重				吸 水 率 (%)			
					5~10	10~15	15~20	20~25	5~10	10~15	15~20	20~25
再生骨材	20	1260	58.9	20.100	2.22	2.30	2.17	2.19	7.17	6.27	6.83	6.90

2.3 再生骨材コンクリートの製作

再生骨材は、30×30×20cm の直方体に制作された原コンクリートをアムスラー型試験機を用いて破碎することによって制作された。再生骨材コンクリートの制作は2.1 で記したように、供試体 TT300 の粗骨材を 5～10、10～15、15～20、20～25mm ごとに同重量の再生骨材に置き換え 4 種類の供試体を制作した。表-6 は再生骨材コンクリートの供試体のスランプと空気量を示しており、再生骨材を比較的多く用いた供試体 TT302 と TT303 が特にスランプが小さくなった。

表-6 供試体シリーズ TT のスランプと空気量

供試体名	TT300	TT301	TT302	TT303	TT304	TH300
スランプ	3.7	5.7	3.5	2.0	5.2	1.0
空気量	5.7	5.6	4.9	4.7	5.0	2.7

3. 実験結果と考察

図-2 と図-3 はそれぞれ各供試体の圧縮強度とヤング係数を示している。基準供試体 TT300 に比較して供試体 TT301 と TT302 の圧縮強度とヤング係数ともに小さい値を示し、供試体 TT303 と TT304 の圧縮強度は供試体 TT300 と同程度であった。供試体 TT301 と TT302 は他の供試体に比べヴァージン骨材を再生骨材に置換した割合が大きかったために圧縮強度の低下が顕著に現れたと思われる。再生骨材コンクリートの強度に与える再生骨材の粒径の影響はみられなかった。図-4 と図-5 に割裂試験と曲げ試験の結果を示す。引張強度と曲げ強度に関しては供試体 TT300 に比べて供試体 TT301～304 は同程度かあるいは大きな値を示している。これは、再生骨材は表面形状が粗いために骨材とセメントペースト間の付着力が大きく、再生骨材を用いたことによる引張強度と曲げ強度の低下が小さくなったと思われる。図-6 に示すポアソン比に関しては実験結果のばらつきが大きく、各供試体ごとの差が見られなかった。以上より、再生骨材を用いることが再生骨材コンクリートの強度に与える影響は圧縮強度と引張強度、曲げ強度では異なるといえるとも考えられる。この場合、骨材とセメントペースト間の付着力の強度に及ぼす影響が圧縮強度に対してよりも引張強度に対して大きく現れると考えることにより説明できそうである。ただし、本実験データ数は非常に少なく、強度の相違はばらつきとも考えられるため、今後、破壊のメカニズムの違いにより再生骨材が再生骨材コンクリートの諸強度に与える影響が異なるかどうかに関する検討を進めていく必要がある。

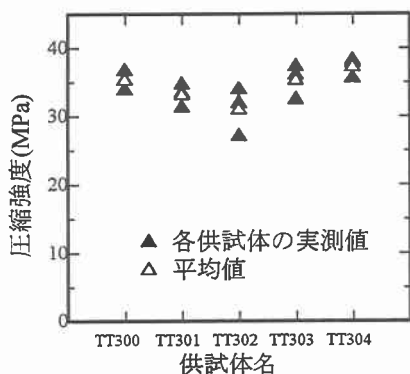


図2 圧縮強度

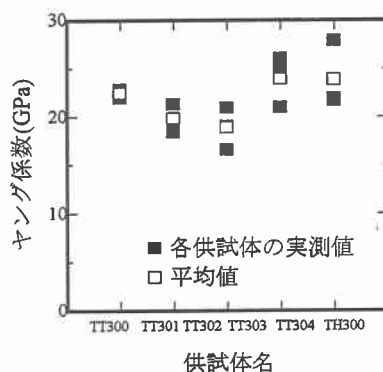


図-3 ヤング係数

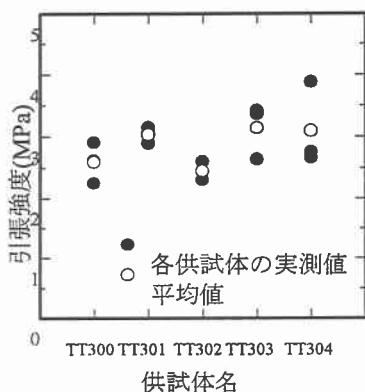


図-4 引張強度

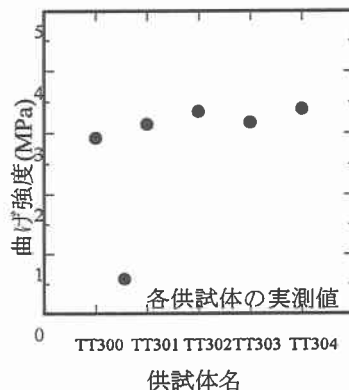


図-4 曲げ強度

4. まとめ

骨材寸法が 10～15, 15～20, 20～25mm の粗骨材をヴァージン骨材から再生骨材に置換し、各種強度を比較した結果、圧縮強度に関しては全てヴァージン骨材を用いた場合と大きな差異がないものと考えられた。しかし、引張強度に関しては若干、再生骨材を用いたものの方が大きくなる傾向にあった。これは、実験データのばらつきであるとも考えられるが、以下のようにも考えることができる。すなわち、コンクリートが圧縮力を受ける場合と引張力を受ける場合とでは、破壊のメカニズムが異なるために、再生骨材がそれらの強度へ及ぼす影響の度合いは、等しくない可能性があるということである。残念ながら本実験では、データ数も少なく明言することはできず、今後さらなる検討が必要である。

再生骨材の置換率と諸強度の増減の関係を定量的に表すことにより、再生骨材が再生骨材コンクリ

ートに与える影響や再生骨材コンクリートの粒径が再生骨材コンクリートの強度に与える影響を把握することが容易になると考えられる。しかしながら、現在までに再生骨材の置換率が大きいと再生骨材コンクリートの強度が低下することは明らかにされているが、それらの関係は定量的には示されていない。したがって、再生骨材の置換率と諸強度の増減の関係を定式化することが急務であると考ええる。

謝辞：本研究において、供試体を製作するにあたり日本セメント株式会社に多大なる協力を得た。ここに謝意を表す。また、本実験において助力を賜った伊藤佳美技官に感謝の意を表す。

参考文献

1) コンクリート廃材 菊池雅史 道正泰弘 p33～p37 コンクリート工学 Vol.33, No.3, 1995.3

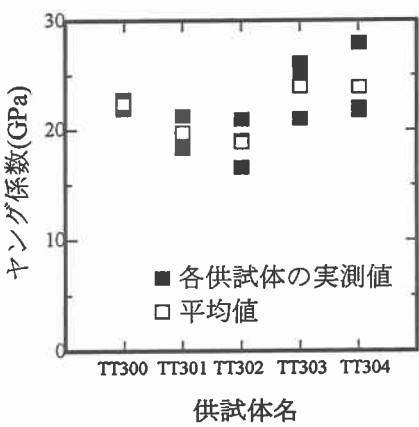


図-6 ポアソン比