

一次元圧縮装置を用いた細粒分を含むコンクリート廃材の力学特性

中央大学 正会員 國生 剛治
中央大学 学生会員 小菅 達矢
中央大学 学生会員 ○森川 貴教

1. はじめに

この先、高度成長期に建設された構造物の「建て替え」が迫っており、膨大な量のコンクリート廃材が発生すると予想されている。その上最近、建設工事に必要とされる良質の自然材料が、需要の増大や環境保護の問題のために、入手・利用することが困難となってきた。わが国では、産業廃棄物の処理・処分問題が年々深刻さを増しており、限りある資源を有効に利用することが重要である。コンクリート廃材は主にコンクリート骨材としての利用が考えられているが、大量の低品質のコンクリート廃材は埋土材や裏込め充填など土質材料として利用する場合が考えられる。コンクリート廃材は再生時の破碎処理に伴ってコンクリート廃材の微粉末（細粒分）が発生してくる。したがって、土質材料としての再利用を図る場合、コンクリート塊のみではなく細粒分についても十分考えていく必要がある。

本研究では、細粒分の含有率が $F_c=0, 2.5, 5, 10, 20\%$ のコンクリート廃材の一次元圧縮試験を行うことにより、主にその細粒分が強度変形特性に与える影響を調べることを目的としている。

2. 実験装置

実験装置は図1に示す通りである。土槽は内径 302mm、肉厚 4mm、高さ 311mm の鋼製の薄肉円筒容器を用いている。この容器は6層に分かれていて、それぞれの層の間にはゴムが挟まれ、容器の壁面摩擦の影響を軽減させている。また、円筒容器とペDESTALとの間が載荷時には非接触になるよう特殊な加工をすることにより、さらに壁面摩擦の影響を軽減する改造をしてある¹⁾。容器の金属製部分の外側には各層ごとにひずみゲージが4ゲージでブリッジを組んで貼られており、これによりひずみ量を測定し、測定されたひずみ量により水平応力を算出している。

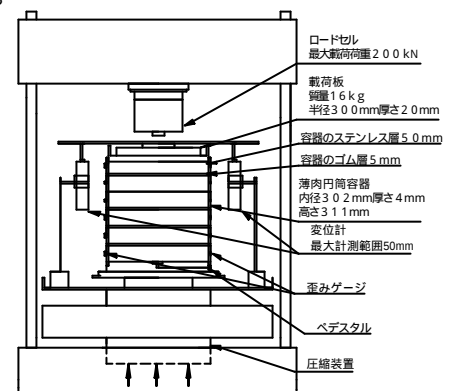


図1 実験装置詳細図

3. 試料と実験方法

実験で用いた試料の物理特性は次の表1、粒度分布は図2に、さらに元のコンクリートの配合条件は表2に示すとおりである。コンクリート廃材に含まれる細粒分を5段階に変化させた試料を用意し、各試料ともに初期相対密度 D_r を30%から70%まで10%ずつ変化させて、それぞれ4回ずつ行った。試料は各リングの高さごとに調整しながら入れ、層による密度の違いをできる限りなくすようにした。上載荷重は段階ごとに150kNまでとし、供試体内の鉛直応力 σ_v は、壁面摩擦の影響を考

表1 試料の物理特性 密度単位(g/cm^3)

細粒分含有率	ρ_s	ρ_{dmax}	ρ_{dmin}	e_{max}	e_{min}
$F_c=0\%$	2.673	1.933	1.469	0.889	0.437
$F_c=2.5\%$	2.677	2.016	1.59	0.746	0.377
$F_c=5\%$	2.679	2.042	1.623	0.711	0.359
$F_c=10\%$	2.679	2.182	1.638	0.695	0.272
$F_c=20\%$	2.685	2.121	1.638	0.695	0.309

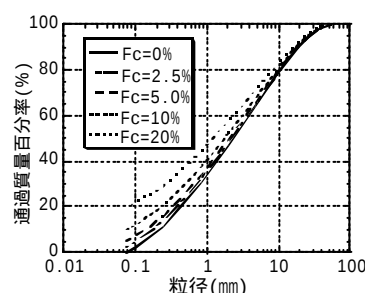


図2 試料の粒径加積曲線

表2 試料の配合条件

水セメント比 (%)	46.7	
最大骨材寸法 (mm)	25	
スランプ (cm)	10	
細骨材率 (%)	41	
水	単位量 (kg/m^3)	147.9
セメント		317
細骨材		735
粗骨材		1056

キーワード：コンクリート廃材、細粒分、相対密度、静止土圧係数、割線変形係数

連絡先：中央大学理工学部土木工学科土質研究室 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 Tel03-3817-1799

えないことから上載荷重を円筒容器の内法面積で除して求めた。鉛直応力の最大値は $\sigma_v=2\text{MPa}$ に達しており、高さ 100m 程度の盛土の上載圧を再現している。沈下量の測定は、容器の底面に対しての載荷板の変位を対角の 2 力所で測定し、平均した。この平均した沈下量を供試体高さで除して鉛直ひずみ ε_v を求めた。

4. 実験結果及び考察

図 3 は $F_c=0\%$ コンクリート廃材の鉛直土圧と鉛直ひずみの関係を初期相対密度ごとに示したものである。試験では載荷、除荷、再載荷と 1.5 サイクル繰り返すことにより、再載荷時の沈下の増加率は減少する。図 3 における原点と最初の載荷時最大荷重を結んだ割線勾配 λ を求め、それぞれ細粒分含有率 F_c ごとにまとめたものが図 4 である。データ点のバラツキは非常に大きい、それらを直線で回帰したものが図中の直線である。相対密度が小さい場合はデータ点のバラツキは小さく、直線回帰し得ると考えられるのに対して、相対密度が大きなものはデータ点のバラツキが大きく、直線回帰は難しいが、今回は相対密度が小さい場合にならいうべて直線で回帰した。密度の大きな場合に特にバラツキが大きくなる原因については、粒子間の応力の伝わり方や粒子の破碎などが関わっていると考えられるが、今後検討が必要である。いずれの初期相対密度の場合も、細粒分含有率が高くなるにつれて割線勾配は減少傾向にあり、また初期相対密度が高いものほど値は大きくなっている。表 1 から分かるように、試料の最大乾燥密度のピークは $F_c=10\%$ から $F_c=20\%$ の間に存在しているので、この間のどこかで試料の骨格構造が変化し、最大の鉛直ひずみ・最小の割線勾配をとる可能性も考えられる。

図 5 は $F_c=0\% \cdot Dr=30\%$ のコンクリート廃材の鉛直土圧と水平土圧の関係を例示したものである。図 5 における原点と最初の載荷時最大荷重の割線勾配を求め、それを静止土圧係数 K_0 と見なし、これと細粒分含有率 F_c との関係を異なる相対密度について示したものが図 6 である。やはりデータ点のバラツキは大きく初期相対密度によっては増加傾向を示しているものもあるが、一方では減少傾向を示しているものもある。細粒分含有率による明瞭な変化傾向は見られないが、平均的に $K_0=0.2\sim 0.3$ であると言えよう。

最後に図 4、6 の結果から割線変形係数 E を求め、細粒分含有率ごとに示したものが図 7 である。やはり、細粒分が増える程、変形係数は低下する傾向が表れている。

5. まとめ

- (1) コンクリート廃材の一次元圧縮試験の結果、いずれの初期相対密度の場合も、細粒分含有率が高くなるにつれ割線勾配・割線変形係数は減少傾向にある。
- (2) 静止土圧係数 K_0 については細粒分含有率による明瞭な変化傾向は見られず、ほぼ $K_0=0.2\sim 0.3$ の値をとることが分かった。

参考文献：1) 國生剛治、小林正和、野尻敏弘、小嶋龍太：一次元圧縮装置の改良による壁面摩擦の軽減と砂礫の試験への適用、土木学会関東支部平成 12 年度第 28 回技術研究発表会、pp.480～481

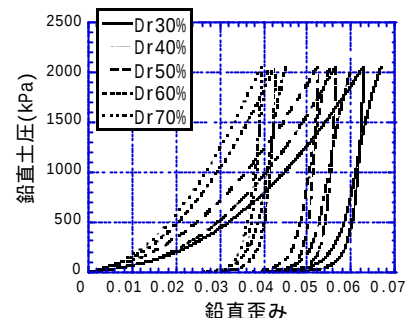


図 3 $F_c=0\%$ 試料の鉛直土圧と鉛直ひずみの関係

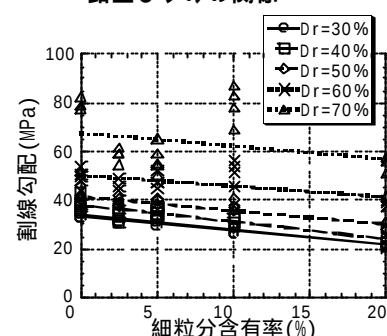


図 4 細粒分含有率と割線勾配の関係

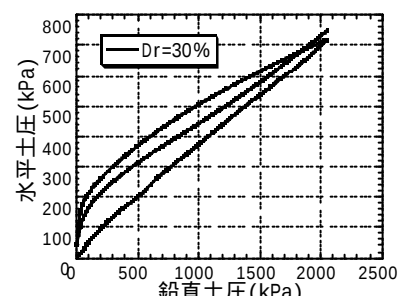


図 5 $F_c=0\% \cdot Dr=30\%$ 試料の鉛直土圧と水平土圧の関係

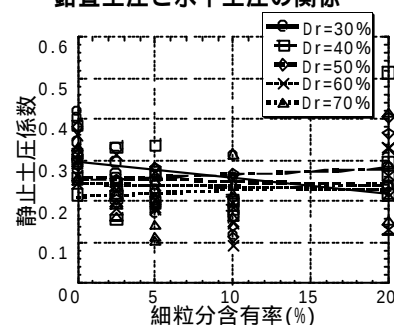


図 6 細粒分含有率と静止土圧係数の関係

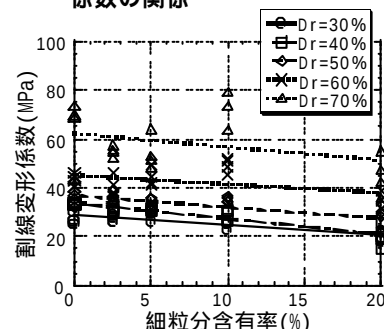


図 7 細粒分含有率と割線変形係数の関係