

一軸圧縮試験によるCSGの圧縮強度と変形特性

国土交通省土木研究所 正会員 豊田光雄

1. はじめに

CSG工法は、現場から発生する廃棄材料などに少量のセメントを添加混合し強度増加を図る工法で、仮締切などへの施工実績がある。

本報文では、CSGが最大粒径150mm以下の材料を含むことから大型供試体を用いた圧縮強度と変形特性についての検討結果を述べる。なお、変形特性については微小ひずみ時の挙動に着目した。

2. 試験概要

試験に用いたCSGの母材は、KUダムの仮締切堤に使用された細粒分をほとんど含まない砂礫（表乾比重2.6~2.7、吸水率1~3%）である。最大粒径 $D_{max}=150mm$ の母材に対して単位セメント量 $60kg/m^3$ を添加混合して、所定のふるいでウェットスクリーニングを行い、図-1に示すように最大粒径の異なる5種類の試験粒度を作製した。

供試体の作製は、供試体高さを5層に分割し、各層を振動（電気ハンマーによる30秒間の締固め）で締固めた。締固めエネルギー一定としたために、供試体密度は図-2に示すように、最大粒径の大きいもの（粒度分布の良いもの）ほど高い密度が得られた。

表-1 試験条件

母材の最大粒径	150mm
供試体寸法	$\phi 300 \times H600mm$
供試体最大粒径	9.5~53mm 5種
供試体含水比	10%
締固め方法	電気ハンマ 30秒/層
材令	28日、気中養生
ひずみ速度	供試体高さの0.05%/分

表-1に試験条件を示す。ばらつきを把握するため同一条件で3回の試験をくり返した。なお、ひずみの小さい領域での軸ひずみの測定精度の向上を図るために、図-3に示す位置に局所変位計LDTを配置し、供試体の軸方向の変位量を測定した。

3. 試験結果と考察

3.1 圧縮強度

図-4に、最大粒径ごとに応力ひずみ関係の一例を示す。図-5は $D_{max}$ と最大圧縮強度 $q_{max}$ の関係を、図-6は乾燥密度 $\rho_d$ と $q_{max}$ の関係を示す。 $D_{max}$ と $q_{max}$ の関係および $D_{max}$ と $q_u$ の関係において一義的な関係は認められない。一般的に同一粒度であれば密度と強度は比例関係にあると考えられるが、粒度が異なると図-6に示すように $\rho_d$ の小さいものが $q_u$ は大

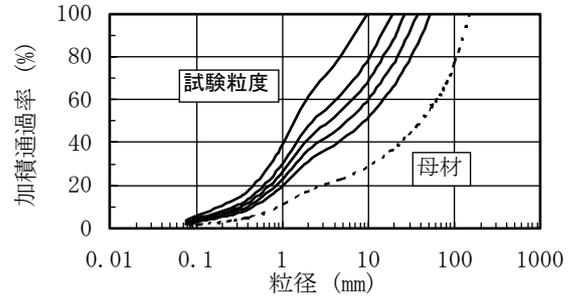


図-1 試験粒度

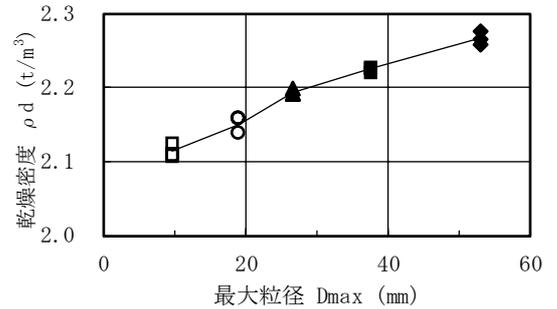


図-2 最大粒径と乾燥密度

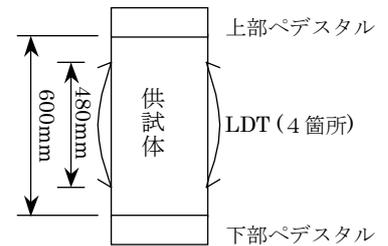


図-3 変位計LDTの位置

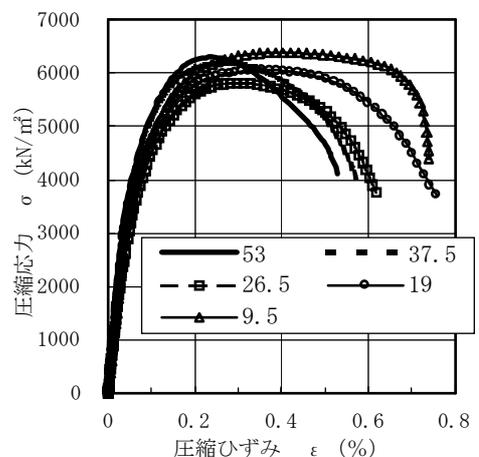


図-4 応力~ひずみ関係

キーワード：CSG、圧縮強度、変形特性、最大粒径、一軸圧縮試験

連絡先：〒305-0804 つくば市旭一番地, TEL(0298)64-2211, FAX(0298)64-0164

きくなる。この要因のひとつとして、所定のふるいでスクリーニング（オーバーサイズカット）することにより最大粒径が小さいほど材料に含まれる単位セメント量の割合が、初期混合状態（ $D_{max}=150\text{mm}$  で  $60\text{kg/m}^3$ ）より増加するためと考えられる。

試験値のばらつきは最大粒径の小さいものほど大きい。この要因としては、密度のばらつきよりセメント混合状態のばらつきの影響が大きいと考えられる。

3.2 変形特性

変形特性に着目すると図-4からも分るように、 $D_{max}$  の大きいものほど曲線の立ち上がりは急勾配となり、ピーク強度を生じる軸ひずみは小さい。言い換えれば変形係数は大きくなる。逆に、 $D_{max}$  の小さいものでは応力ひずみ関係において非線形性が目立つ。図-7は  $D_{max}$  と変形係数  $E_{50}$  の関係およびピーク強度を生じる破壊ひずみ  $\epsilon_f$  の関係を示している。変形係数にはばらつきはあるものの、平均値でみるとさきほど述べた傾向が定量的に把握できる。

図-8は、ピーク強度までの  $q_u$  と割線変形係数の関係を示している。 $q_{umax}$  の約半分である  $3000\text{kN/m}^2$  までは、割線変形係数は最大粒径の違いはあるものの、ほぼ一定（約  $10000\text{MN/m}^2$ ）であるが、その後は徐々に低下している。図-9に、 $D_{max}=53\text{mm}$  において、低側圧（約  $147\text{kN/m}^2$ ）領域の三軸圧縮試験の応力ひずみ関係で同様に求めた割線変形係数では、当然のことながら一軸よりも大きい傾向を示している。

4. まとめ

最大粒径に着目した材料（ウェットスクリーニング粒度）による一軸圧縮試験で次のことが分った。1) 圧縮強度において最大粒径と密度との一義的な相関はみられない。試験値のばらつきは最大粒径の小さい方が大きい。2) 変形係数は最大粒径の大きい方がやや大きくなる傾向にある。CSGはピーク強度の約半分まで弾性的性質を示す。また、低側圧領域での三軸試験における変形特性とほぼ同じ傾向を示す。

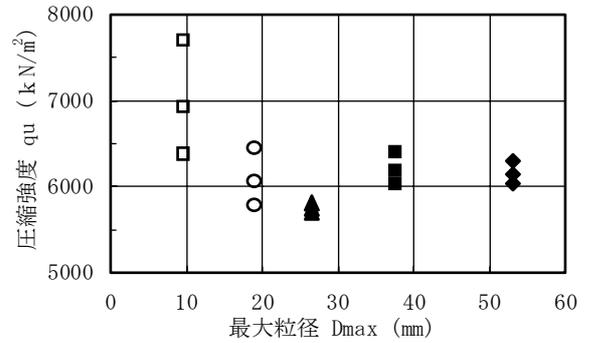


図-5 最大粒径と圧縮強度

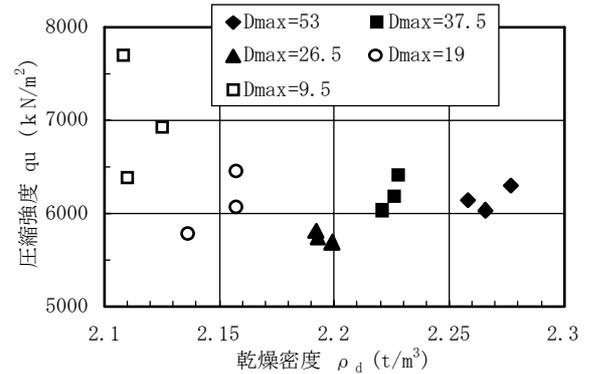


図-6 乾燥密度と圧縮強度

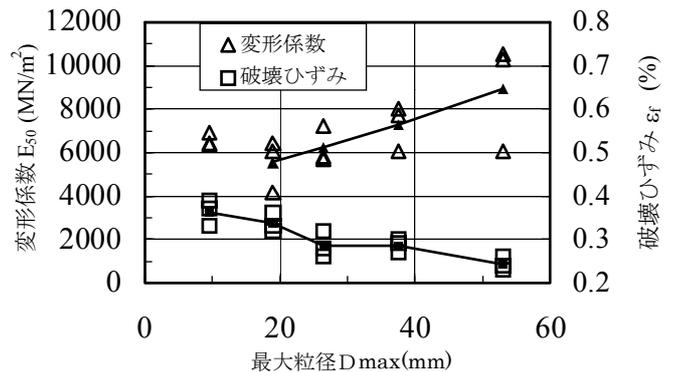


図-7 最大粒径と  $E_{50}$  および  $\epsilon_f$

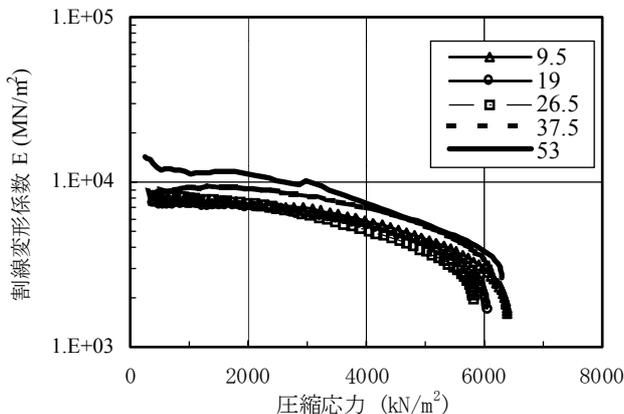


図-8 圧縮応力と変形係数

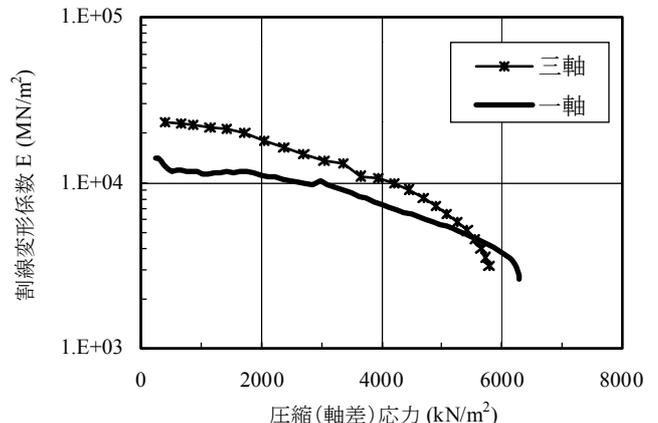


図-9 圧縮応力と変形係数 ( $D_{max}=53\text{mm}$ )