

建設省土木研究所 正会員 山本裕之 正会員 川口昌尚 正会員 豊田光雄 中村 昭

1. はじめに

CSG (Cemented Sand and Gravel) 工法は、粗粒材料にセメントを添加混合することにより強度増加を図るものである。CSGはセメントで粗粒材料を固結させているために粘着力成分が存在し、引張強度を有すると考えられる。

本報文はCSGの引張強度について、コンクリートの引張試験で利用されている直接引張試験、割裂試験を行いこれらによる引張強度と一軸圧縮強度の関係を調べた結果を述べたものである。

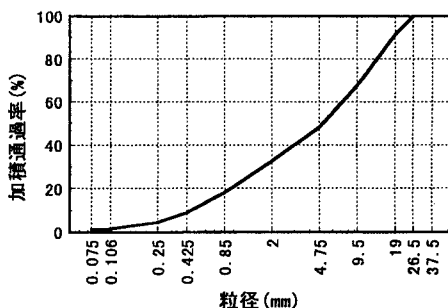


図-1 試験粒度

2. 試験概要

試験に用いた材料の母材は河床砂礫であり、試験粒度を図-1に示す。材料の比重 $G_b=2.632$ 、均等係数 $U_c=23$ である。供試体作製条件を表-1に示す。供試体の養生は 20°C の気中において7日間とした。

試験は直接引張試験、割裂試験、一軸圧縮試験の3種類を行った。

直接引張試験は、供試体の両端面に引張用載荷板をエポキシ系接着剤で接着し、これを引張試験機に取り付けて、引張荷重を載荷する方法を採用した。

割裂試験および一軸圧縮試験に関してはJISで規定されている要領で行った。

載荷速度 v に関しては一定とし、各試験とも $v=2\text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ とした。ただし、直接引張試験に関しては載荷速度の影響を検討するため、 $v=0.067\text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ でも行った。

試験数量は、各試験とも12供試体行い、載荷速度の異なる直接引張試験は3供試体ずつ行った。

表-1 供試体作製条件

材 料	河床砂礫
供試体寸法	$\phi 15\text{cm} \times h30\text{cm}$
最大粒径	26.5mm
含水比	6.0%
単位セメント量	60kg/m^3
締固め方法	突固め試験機
締固め層数	3層
締固めエネルギー	1 Ec
養生日数	7日

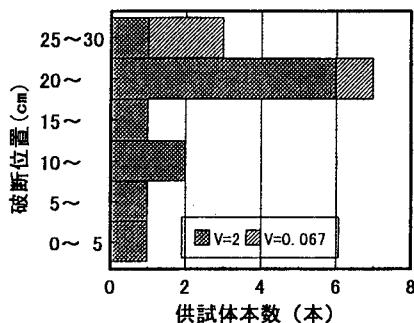


図-2 直接引張供試体破断位置

3. 試験結果および考察

3.1 直接引張試験による破壊状況と強度について

直接引張試験後の供試体を観察したところ、破断面は礫が集中しているところであった。供試体破断位置は、図-2に示すように供試体の上面より1/3付近で破断しており、転圧面での破断や供試体と載荷板の境界面での剥脱はなかった。

図-3に直接引張強度を度数分布で示す。強度は $0.3 \sim 2.1\text{ kgf/cm}^2$ の範囲にあり、平均値は 1.343 kgf/cm^2 、標準偏差は 0.517 、変動係数は 0.385 であった。破断位置と強度の関係を図-4に示す。

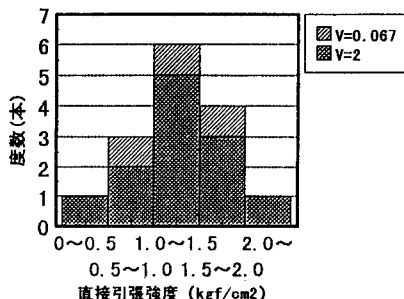


図-3 直接引張強度と度数の関係

この破断位置と強度の間には特に相関関係はなかった。

3.2 載荷速度の違いによる直接引張強度の比較

直接引張試験の載荷速度の違いについて、 $v=2\text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ での直接引張強度は平均 1.109 kgf/cm^2 （変動係数 0.12 ）、 $v=0.067\text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ での直接引張強度は平均 1.200 kgf/cm^2 （変動係数 0.30 ）であり、載荷速度の違いによる強度の増加はなかった。例えば、CSGより単位セメント量が多いが、コンクリートの中では貧配合であるRCDコンクリート（セメント量 160 kg/m^3 ）の場合、載荷速度 $v=0.067\text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ 時に対する $v=2\text{ kgf/cm}^2/\text{s}$ 時の直接引張強度は約 10% 増となり、載荷速度が速くなるにつれ強度は増加するという結果が得られている¹⁾。CSGの場合それらの傾向が見られなかった理由としては、直接引張強度のばらつきが大きいため、増加に関する傾向は試験値のばらつきの範囲内であり確認することができなかったと考えられる。

3.3 各試験強度の比較

一軸圧縮強度は $21\sim 31\text{ kgf/cm}^2$ の範囲にあり、平均値は 26.649 kgf/cm^2 、標準偏差は 3.341 、変動係数は 0.125 であった。図-5に一軸圧縮強度と直接引張強度の関係を示す。各ケース毎の強度比について、直接引張強度は一軸圧縮強度の $1/66\sim 1/13$ の範囲であり、平均すると約 $1/20$ であった。

割裂引張強度は $3.2\sim 4.5\text{ kgf/cm}^2$ の範囲にあり、平均値は 3.694 kgf/cm^2 、標準偏差は 0.364 、変動係数は 0.099 であった。図-6に一軸圧縮強度と割裂引張強度の関係を示す。各ケース毎の強度比について、割裂引張強度は一軸圧縮強度の $1/10\sim 1/5$ の範囲であり、平均すると約 $1/7$ であった。

図-7は割裂引張強度と直接引張強度の関係を示す。多少ばらつきはあるが、直接引張強度は割裂引張強度の約 $1/3$ の値を示すことがわかる。

4. まとめ

- 1) 直接引張強度は単位セメント量が 60 kg/m^3 の場合、平均値で 1.3 kgf/cm^2 （変動係数 0.125 ）であった。また、他の試験と比べると試験値のばらつきが大きい。
- 2) 載荷速度の違いによる強度の差は確認されなかった。
- 3) 強度比に関して、直接引張強度は一軸圧縮強度の約 $1/20$ 、割裂引張強度の約 $1/3$ 、割裂引張強度は一軸圧縮強度の約 $1/7$ であった。

今後の課題としては、異なったセメント量での試験等を行って、データの蓄積を行い、強度特性を把握するとともに割裂試験より直接引張強度を推定できるよう両者の関係を明確にすることである。

参考文献

- 1) 永山 功、渡辺和夫、首藤美誠、尾畑伸之：ダムコンクリートの直接引張強度についての実験的検討（その2）建設省土木研究所資料 第3193号

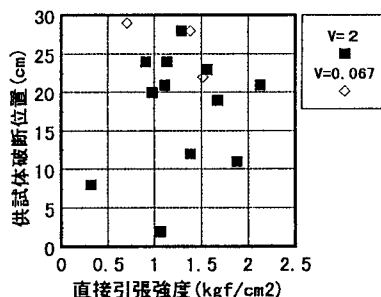


図-4 直接引張強度と破断位置の関係

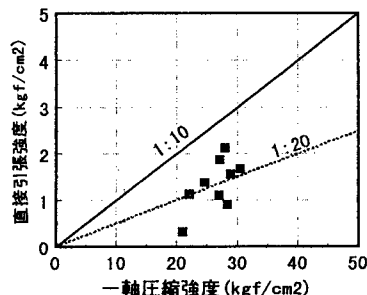


図-5 一軸圧縮強度と直接引張強度の関係

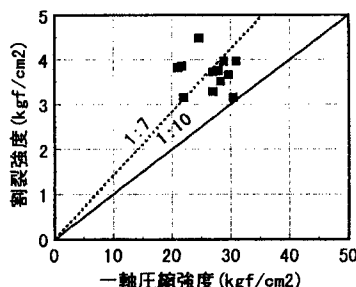


図-6 一軸圧縮強度と割裂引張強度の関係

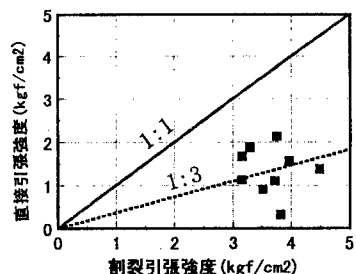


図-7 割裂引張強度と直接引張強度の関係