

第V部門

コンクリートの二面せん断強度に及ぼす粗骨材の大きさの影響

高田機工(株) 正会員 ○有馬博人, 神戸市立高専 正会員 上中宏二郎, 杉本義博
近畿大学 正会員 東山浩士, 大阪大学大学院 正会員 石川敏之, 日立造船(株) 正会員 田原潤

1. はじめに

周知の通りであるが、コンクリートは水、セメント、粗骨材、細骨材で構成された複合材料の一種であり、そのせん断強度 (τ) は圧縮強度 (f'_c) の $1/6 \sim 1/4$ とされており、 f'_c が大きくなるに従ってその値は小さくなるとされている¹⁾。また、コンクリートのせん断強度は粗骨材による影響が大きいと指摘されながら²⁾、その大きさを変数に選んだ既往の実験は著者らの知る範囲では見られない。さらにコンクリートジベルにモルタルを用いた付着せん断強度は、コンクリートのそれと比較して 40～50%低下すると報告されている³⁾。

そこで、本研究では 5～10mm, 10～15mm, 15～20mm の三種類の粗骨材を用いたコンクリートの二面せん断実験⁴⁾を行い、粗骨材の径が二面せん断特性に与える影響について、実験的に検討することを目的としている。

2. 実験方法

まず、荷重方法を図-1 に、荷重状況を写真-1 にそれぞれ示す。これは、上の荷重板に荷重を与え、上下荷重板より供試体にせん断力を与える二面せん断荷重法である。

供試体の形状は $B100 \times D100 \times L225$ の直方体であり、それぞれの粗骨材径 1 回の実験で合計 6 体荷重を行い、最大と最小を除いた 4 供試体の結果を平均 (τ_{ave}) した。また、コンクリートの配合は $W/C = 50\%$ とし、細骨材率を 41%、スランプを 150mm 程度とした。なお、供試体は 1 回の配合で圧縮強度 (f'_c) と引張強度 (f_t) を測定し、モールの応力円により表-1 に示す純せん断強度 ($\tau_b = 0.5 \cdot (f'_c \cdot f_t)^{0.5}$) を推定した。

測定項目は、せん断強度 (τ)、ならびにせん断力作用方向変位 (δ) である。なお、供試体一覧を表-1 に示す。

3. 実験結果と考察

(1) 破壊形式

モルタルの破壊形式は最大耐力に到達後ひび割れが発生し、二面せん断破壊に至った。一方、コンクリートでは、荷重点近傍でひび割れが入り、モルタル同様二面せん断破壊形式であるものの、粗骨材のかみ合いにより急激な破壊を抑制する傾向が観察された。なお、詳細は後述のせん断応力-変位関係を参照されたい。

(2) せん断応力-変位

図-2 にせん断応力 (τ) と変位の関係を示す。なお、縦軸はせん断力 (τ) をコンクリート強度 (f'_c) で無次元化している。

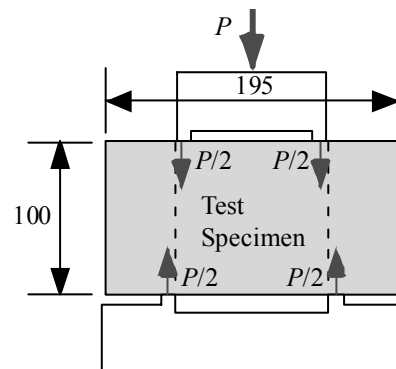


図-1 荷重方法

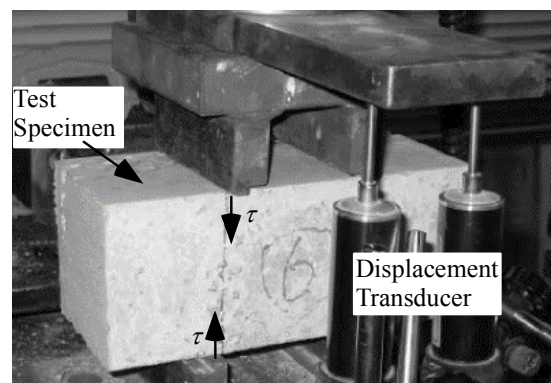


写真-1 荷重風景

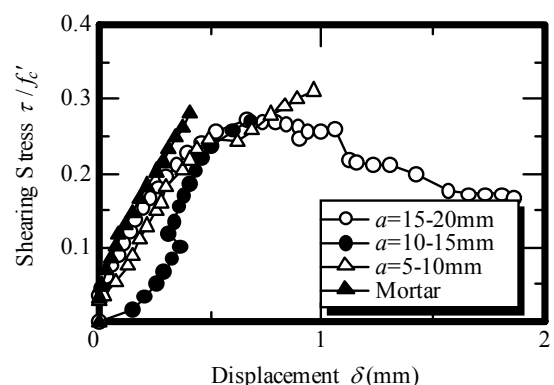


図-2 せん断応力と変位

同図より、モルタル(▲)は変形が進行するに従って最大強度到達後、破壊に至った。一方、コンクリート供試体においては、骨材が入ることにより、最大強度到達後、モルタルのように急激に耐力低下を起こすことが無く、勾配を変え 1mm 程度まで変形が進行し破壊に至った。すなわち、骨材のかみ合い効果により、じん性が確保されたことが理解できる。

表-1 供試体と実験結果

No.	Tag.	a (mm)	f_c' (N/mm ²)	f_t (N/mm ²)	τ_b (N/mm ²)	τ_{ave} (N/mm ²)	τ_{ave} / τ_b	τ_{ave} / f_c'
1	Mortar	-	36.3	2.9	5.1	8.55	1.67	0.24
2	Mortar	-	30.0	2.5	4.3	8.83	2.04	0.29
3	Concrete	5-10	27.4	2.8	4.4	8.33	1.90	0.30
4	Concrete	10-15	28.9	3.0	4.7	9.23	1.98	0.32
5	Concrete	10-15	22.5	1.7	3.1	7.25	2.34	0.32
6	Concrete	10-15	30.5	2.7	4.5	9.00	1.98	0.30
7	Concrete	15-20	32.4	2.9	4.8	11.80	2.43	0.36
8	Concrete	15-20	23.0	2.7	3.9	8.13	2.06	0.35

(3) セン断強度

表-1 に実験で得られたせん断強度を示す。また、実験せん断強度(τ)は、下式から求めた。

$$\tau = P / 2 / (BD) \quad (1)$$

ここで、 P : 最大荷重、 B : 供試体の幅、 D : 供試体高さをそれぞれ示す。

図-3 に全供試体のせん断強度 (τ / f_c') と粗骨材径(a)を供試体高さ(D)で除した値の関係を示す。ここで、図-3a)は実験値を、図-3b)は対数正規分布により整理したものである。粗骨材径(a)とは、それぞれ供試体の骨材径の小さい径を指しており、例えば骨材径が10~15mmなら $a=10\text{mm}$ としている。ただし、モルタルの場合の骨材径は0としていることに注意されたい。

同図より、粗骨材径 (a/D) とせん断強度 (τ / f_c') の関係を、最小二乗法で近似することにより(2)式を、対数正規分布により整理することにより(3)式を、それぞれ得ることが出来る。

$$\tau / f_c' = 0.26 + 0.63(a / D) \quad (2)$$

$$\tau / f_c' = 0.26 + 0.67(a / D) \quad (3)$$

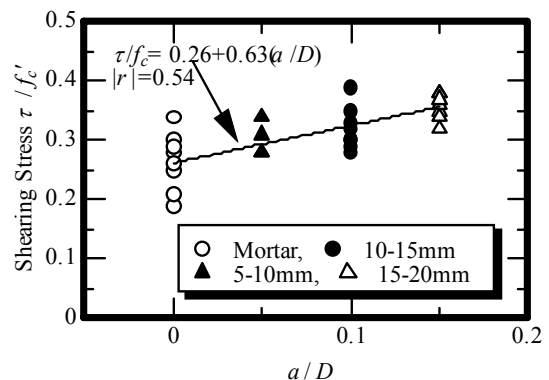
ここで、 f_c' : コンクリート強度、 τ : セン断強度、 a : 粗骨材径、 D : 供試体高さ(=100mm)をそれぞれ示す。(2)、(3)式より、骨材径とせん断強度の関係の推測が概ね可能であると思われる。

4. まとめ

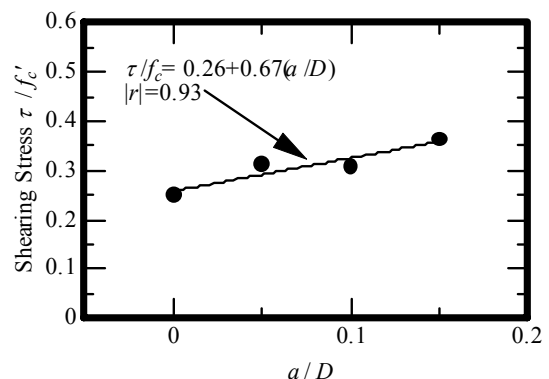
本研究では5~10mm、10~15mm、15~20mmの三種の粗骨材を用いたコンクリートの二面せん断実験を行い、粗骨材の径(大きさ)が二面せん断特性に与える影響について実験的に検討したものである。結論づけられる事項を以下に列記する。

(1) 破壊形式は上下荷点を結ぶひび割れが発生するせん断破壊であった。

(2) モルタル供試体と比較してコンクリート供試体は



a) 実験せん断強度



b) 対数正規分布による強度

図-3 セン断強度と粗骨材の大きさの影響

骨材のかみ合いにより、変形性能が上昇した。

(3) 二面せん断強度 (τ / f_c') と粗骨材径 (a / D) には線形関係が見られた。したがって、粗骨材径を変数に選んだせん断強度推定式を提案した。

参考文献

- 1) 西村他: 最新土木材料第2版, 森北出版, pp. 121-122, 1991.
- 2) 田辺他: コンクリート構造, 朝倉書店, pp. 107-133, 1998.
- 3) 新谷他: 第9回プレストレストコンクリートコンクリートの発展に関するシンポジウム講演論文集, プレストレストコンクリート技術協会, pp. 91-96, 1999.
- 4) 野口: コンクリート工学, 日本コンクリート工学協会, Vol. 39, No. 9, pp. 110-114, 2001.