

圧縮載荷によるコンクリートの実用せん断強度決定法に関する研究

日本大学大学院 学生会員 高野真希子 日本大学 正会員 木田哲量 日本大学 正会員 阿部 忠
日本大学 正会員 加藤清志 浅野工専 正会員 加藤直樹

1. はじめに

本研究は、一面せん断試験法による実せん断強度を基本理念として、通常の圧縮試験法による圧縮強度とせん断傾斜角とから、簡易なせん断強度の推定式とせん断試験法を提案するものである。なお、普通強度コンクリートのせん断応力について論じた報告¹⁾もあるが、現今の高強度コンクリート化に対応し得る120N/mm²程度に拡張して考察するものである。

2. 圧縮応力場におけるせん断破壊

Navier 説によって、図-1 に示す応力状態を想定するならば、式(1)を満すときにすべり面が形成される。

$$(\tau - \mu \sigma)_{\max} \equiv \tau_u \quad (1)$$

ただし、 $\sigma = P/A (\cos 2\theta)$ 、 $\tau = P/A (\sin \theta \cdot \cos \theta)$

ここで、 μ : すべり面上の見掛けの摩擦係数、 τ_u : せん断強度

そこで、 $\Omega \equiv \tau - \mu \sigma = (\sin \theta \cos \theta - \mu \cos^2 \theta) P/A$ を得るので、 $\partial \Omega / \partial \theta = 0$ より、 μ に対する摩擦角を ϕ とすると、次式が成立する。

$$\cot 2\theta = -\mu = -\tan \phi = \cot(\pi/2 + \phi) \quad (2)$$

$$\theta = \pi/4 + \phi/2 \quad (3)$$

したがって、せん断強度 τ_u は式(1)~(3)より、次式となる。

$$\tau_u = f_c' \cdot \cot \theta/2 \quad (4)$$

ここに、 f_c' : コンクリートの圧縮強度

すなわち、理論的にはコンクリートの圧縮強度 f_c' とせん断傾斜角 θ_c を実測すれば、せん断強度 τ_u が推定できることになる。

3. 供試体の材料および寸法

供試体のコンクリートには、普通ポルトランドセメントと最大寸法 20mm の粗骨材を使用し、高強度コンクリートにはシリカフューム、混和剤を加えた。材令は 28 日とする。圧縮試験に用いる供試体は形状効果の影響を考慮し、円柱($\phi 100 \times 200$ mm)、短角柱($\square 100 \times 200$ mm) および長角柱($\square 100 \times 400$ mm) の 3 タイプとした。また、一面せん断試験用供試体には、図-2 に示すように各供試体にスリットを挿入した。

4. 圧縮試験および一面せん断試験方法

圧縮試験は、コンクリート圧縮試験法 JIS A 1108 の規に基づき、荷重載荷速度を毎秒 0.6 N/mm² で行い、圧縮強度 f_c' と破壊傾斜角 θ_c を計測した。また、一面せん断試験は基準とする実せん断強度 τ_{ur} を算出するために行うこととし、図-2 に示す供試体を用いた圧縮試験により、一面せん断強度 P とせん断破壊面積 A_s を実測した。

5. 実せん断傾斜角と実せん断強度の関係

圧縮試験によるコンクリートの圧縮強度とせん断傾斜角との関係を図-3 に示す。圧縮試験より得たせん

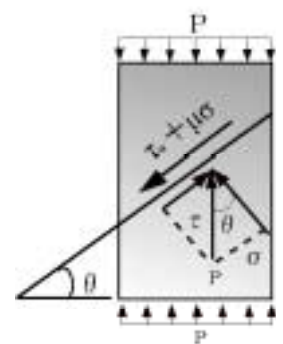


図-1 圧縮部材内力とすべり抵抗力

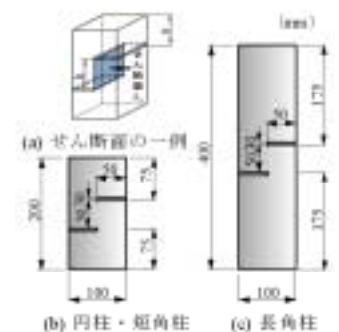


図-2 一面せん断試験用供試体

キーワード：せん断強度，Navier 則，管理供試体，圧縮強度比，実用せん断強度

連絡先：〒275-8475 習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL (047)-474-2460

断傾斜角は、コンクリートの圧縮強度が $10 \sim 120 \text{ N/mm}^2$ の範囲での相関式は式(5)として与えられる線形関係にある。

$$\theta_c = 0.136f_c' + 55.18 \quad (\gamma = 0.87) \quad (5)$$

ここで、 θ_c ：せん断傾斜角($^\circ$)、 f_c' ：コンクリートの圧縮強度(N/mm^2)、 γ ：相関係数

形状効果に対しては本実験では、ほとんど影響ないことがわかる。よって、常用管理供試体を使用する妥当性が示される。

6. 実せん断強度と圧縮強度の関係

一面せん断試験より求めた実せん断強度 τ_{ur} と圧縮強度 f_c' との関係を図-4に示した。その時の相関式は次式となる。

$$\tau_{ur}/f_c' = -0.0014f_c' + 0.22 \quad (\gamma = 0.96) \quad (6)$$

式(4)、(6)より、実せん断傾斜角は式(7)として与えられる。

$$\theta_r = \cot^{-1}(-0.0028f_c' + 0.44) \quad (7)$$

これらのデータによれば、供試体寸法と端面拘束等の影響を受けて強度差が生じている。したがって、簡易せん断試験法を提案するためには、圧縮試験法によるせん断傾斜角 θ_c を実せん断傾斜角 θ_r に補正する必要がある。図-5に補正傾斜角と圧縮強度との関係を示す。これによれば、実用的には $10.0^\circ \sim 11.5^\circ$ の範囲で、 $\Delta\theta_c \div 10.0^\circ (= \text{const.})$ の補正が必要となる。よって、本研究の圧縮試験より求める“補正せん断強度”は式(8)、(9)で与えられる。なお、補正傾斜角と圧縮強度との関係を図-3に併記する。

$$\tau_{uc} = 1/2 \cot(\theta_c + \Delta\theta_c) \cdot f_c' \quad (8)$$

$$\div 1/2 \cot(\theta_c + \Delta 10.0^\circ) \cdot f_c' \quad (9)$$

また、供試体形状寸法比によるせん断傾斜角の影響をマクロ的に評価すると、全平均傾斜角は 64° となる。それ故に、近似的には式(9)を用いるならば圧縮強度のみの関数で表され、式(10)で与えられることになる。

$$\tau_u \div \cot(64^\circ + 10.0^\circ)/2 \times f_c' = 0.143f_c' \div 1/7f_c' \quad (10)$$

実測傾斜角に図-5の補正せん断傾斜角 $\Delta\theta$ を加えて求めた補正せん断強度 τ_{uc} は、一面せん断試験より得られた実せん断強度との等価直線によく収束している。

7. まとめ

- ①圧縮強度試験より、せん断強度を求める場合は、厳密には式(8)で求める。また、概略的には式(9)または式(10)を適用することができる。
- ②普通強度コンクリートの場合のせん断強度は圧縮強度 f_c' の $1/6$ ($\tau_u = f_c'/6$) によっても推定できる。
- ③高強度コンクリートの場合のせん断強度は圧縮強度 f_c' の $1/7$ ($\tau_u = f_c'/7$) によっても推定できる。
- ④せん断試験専用型わくを使用しなくても、圧縮試験と同時に斜めすべり角を実測し、補正することによりせん断強度の推定が可能となった。

参考文献：1) 加藤清志：コンクリートの面内せん断じん性とA/E特性に関する実験研究，セメント技術年報 40，pp.277～280，1986，2) 加藤清志：圧縮載荷法によるコンクリートのせん断強度推定に関する研究，セメント技術年報 41，pp.323～326，1987。

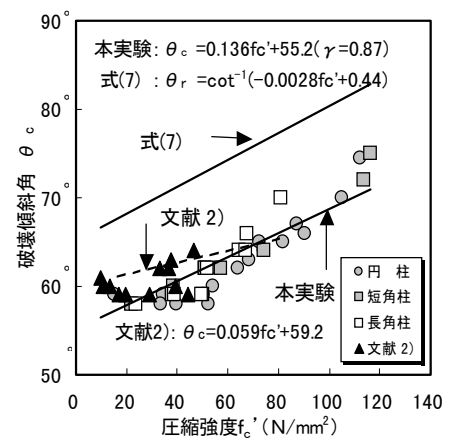


図-3 圧縮強度と破壊傾斜角

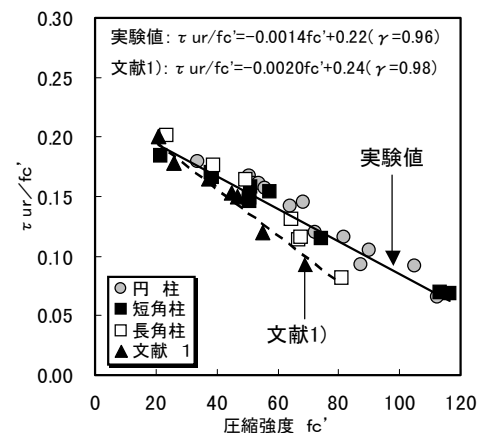


図-4 実せん断強度と圧縮強度

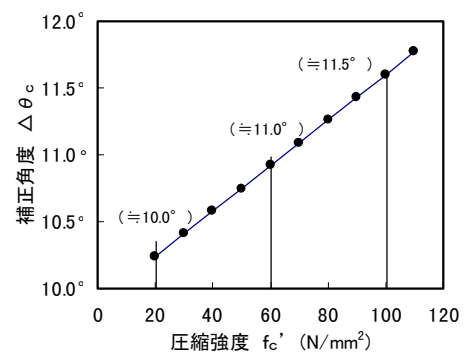


図-5 補正傾斜角と圧縮強度