

モード 型を考慮したコンクリートの実用せん断強度と定式化に関する研究

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

1. はじめに

コンクリートのせん断強度に関する設計用値¹⁾は、普通強度範囲($f_{ck}=40\text{N/mm}^2$ 以下)の許容応力度が与えられているのみであり、近年の高強度化に対応した設計用値とその定式化が望まれている。そこで本研究では、円柱管理供試体を試験体とし、新規に開発した「モード 型一面せん断試験装置」を用いた一面せん断試験と、従来のスリット入り供試体を用いた場合の一面せん断試験^{2),3)}とを並行的に行い、コンクリートの圧縮強度範囲が、普通強度から高強度域までのせん断強度特性値の定式化を図った。また、終局せん断強度から実用的許容せん断応力度を求めた。

2. 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の粗骨材等を使用し、材齢は28日である。供試体寸法は、通常のコンクリートの圧縮試験に用いる管理供試体 100×200mmの円柱を基本とし、モード 型一面せん断試験および圧縮試験に用いた。また、従来の一面せん断試験には、モード 型一面せん断試験および圧縮試験と同様の円柱供試体(100×200mm)に、上・下縁より75mmの位置に幅3mmのスリット(ダイヤモンドカッターを使用)を切削し、せん断面を50×100

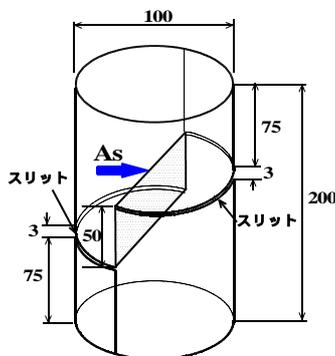


図-1 スリット入り一面せん断試験用供試体

mm とした。従来のスリット入り一面せん断試験試験体を図-1に示す。

3. 試験方法

一面せん断試験は、モード 型一面せん断試験装置を使用した方法と従来のスリット入り供試体を使用した方法とにより行った。モード 型一面せん断試験(以下、モード 型と称する)は図-2に示す試験装置を使用して圧縮载荷を行う。モード 型試験装置は次のような特徴を示す。供試体にスリットを入れる必要がない。円柱管理供試体を用い、簡易に一面せん断試験を行うことができる。モード 型の破壊形状を考慮した試験装置である。また、従来の一面せん断試験(以下、従来型と称する)は図-1に示すスリット入り供試体を用い、圧縮载荷を行う。これら2種類の一面せん断試験により、破壊荷重(P)とせん断破壊面積(A_s)をそれぞれ実測した。次に、圧縮試験は一面せん断試験に用いた供試体と同一配合の供試体を使用して、コンクリート圧縮試験法JIS A 1108の規定にもとづき行った。

4. 実せん断強度の算定法

2種類の一面せん断試験により得られるせん断強度を“実せん断強度”と定義し、 $u_r = P / A_s$ により算出した。ここで、 u_r : 実せん断強度、

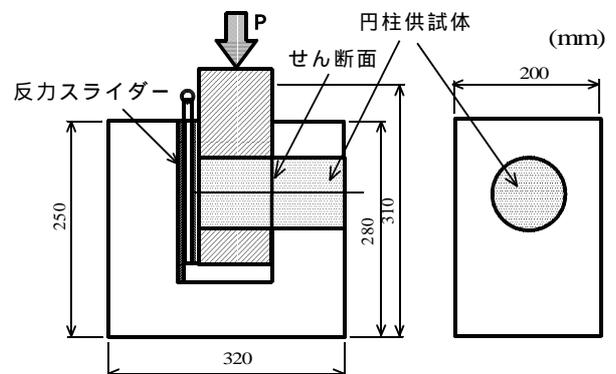


図-2 モード 型一面せん断試験装置

キーワード：せん断強度，一面せん断試験，モード 型，高強度コンクリート，設計用値

連絡先：〒275-8575 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

P：破壊荷重， A_s ：一面せん断破壊面積

5. コンクリートのせん断強度特性値

実験により得られたコンクリートの圧縮強度と実せん断強度との関係を図-3に示す。なお図-3より，モード型と従来型とではきわめて近似した結果が得られた。現行規定¹⁾では，せん断強度特性値については特記されていない。したがって，せん断強度についても，曲げ，引張，付着強度と同様に定式化し，汎用性を付与することが望まれている。そこで，図-3に示した圧縮強度と実せん断強度との関係により，せん断強度特性値を定式化することとする。モード型，従来型ともに圧縮強度が20～70N/mm²の範囲において，よく一致したせん断強度が得られたため，両結果を総合した結果よりせん断強度特性値を求めることとする。なお，圧縮強度が70N/mm²以上に関しては，今後補充実験を行うこととし，本論文においては，従来法¹⁾に準じて一定値とすることを提案する。図-3の関係により，構造コンクリートの終局せん断強度は式(2)のように表すことができる。

$$f_{sk}=0.57f'_{ck}{}^{2/3} ; 20\text{N/mm}^2 \leq f'_{ck} \leq 70\text{N/mm}^2 \quad (2)$$

$$f_{sk}=9.6\text{N/mm}^2(\text{Const.}) ; f'_{ck} > 70\text{N/mm}^2$$

次に，この終局せん断強度により実用許容せん断応力度の定式化を図る。現用示方書¹⁾に規定するコンクリートの設計基準強度(f'_{ck} 40N/mm²)と許容曲げ圧縮応力度(f'_{ca})との関係は式(3)として与えられている⁴⁾。

$$f'_{ca}=0.283+0.3883f'_{ck}-0.00130f'_{ck}{}^2 \quad (3)$$

また，現用のコンクリートの設計基準強度を式(3)で除した値(f'_{ck}/f'_{ca})と設計基準強度(f'_{ck})との関係より，安全率(F_s)は式(4)で表される。

$$F_s=2.3611+0.0157f'_{ck}-0.5 \times 10^{-4}f'_{ck}{}^2 \quad (4)$$

式(2)の終局せん断強度を式(4)の安全率で除した値を“実用許容せん断応力度”(Practical allowable shearing stress)と定義し，式(5)で与える。

$$f_{ao} = f_{sk} / F_s = 0.21f'_{ck}{}^{2/3} \quad (5)$$

“実用許容せん断応力度”は，他の特性値と同様に，終局せん断強度より慣用的安全率をクリアした特性値であり，適度な安全性をもつものであるといえる。“実用許容せん断応力度”を図-3に併記した。また，せん断強度特性値により算出した“実用許容せん断応力度”と現用の許容せん

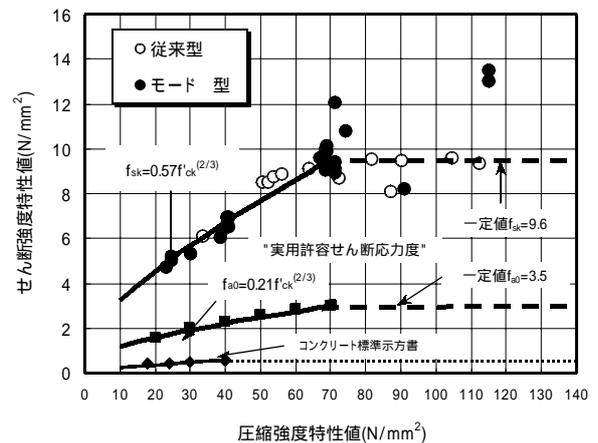


図-3 せん断強度特性値

断応力度とを比較すると，現用の許容せん断応力度は，ねじりや振動等の外的不確定要因を含んでいることを考慮するならば，小さな許容応力度にするという考え方もある⁵⁾。しかし，本研究では許容応力度算定と安全率とを採用することとしているが，この種の要因を取り込んでいるものと考えても，なお，図-3に示すように過小であるといえる。したがって，現用の許容せん断応力度を見直す必要性を感じるとともに，実用的かつ経済的には，設計上“実用許容せん断応力度”の使用が望まれる。

6. まとめ

モード型一面せん断試験器と従来的一面せん断試験方法ともほぼ一致したせん断強度が得られた。また，せん断強度特性値を定式化した。

せん断強度特性値と設計基準強度との関係から“実用許容せん断応力度”を求めた。

このせん断強度特性値に“安全係数”を併用するならば，許容応力度法および使用限界状態設計法ならびに終局限界状態設計法における設計用値等に寄与するものとする。

参考文献：1)土木学会：コンクリート標準示方書〔設計編〕，2000 2)加藤清志：コンクリートの面内せん断じん性とAE特性に関する実験研究，セメント技術年報40,pp277~280,1986 3)高野真希子，木田哲量，阿部忠，加藤清志：コンクリートの圧縮応力場におけるせん断強度と一面せん断強度との多要因相関に関する研究，セメント・コンクリート論文集55,pp.227~232,2001 4)加藤清志，河合紘茲，加藤直樹：鉄筋コンクリート工学，共立出版，1999 5)日本コンクリート工学協会：コンクリート工学便覧，技報堂，1982