

論文 あと施工アンカーのせん断剥離破壊耐力についての研究

河村博之*1・矢野哲也*2

要旨：あと施工アンカーによりコンクリートがせん断剥離破壊をする場合、耐力はへりあきの影響を受けるが、現在の耐震改修指針は言及していない。既報の河村・浜田の耐力実験式も、その適用範囲はへりあき32mm～64mmとなっており、そのままの形で拡張し、外挿することが出来ない。そこで本研究は、耐震改修指針の規定内で、へりあきや埋込みピッチ、コンクリート強度等を変化させた実験を行い、既存RCはり又は増設壁に剥離破壊を生じる場合の河村・浜田式を、同指針の規定範囲内で使用出来るように、修正した耐力推定実験式を求めたものである。

キーワード：あと施工アンカー、剥離破壊、せん断耐力

1. まえがき

現在、あと施工アンカーのせん断耐力推定式として、耐震改修設計指針¹⁾では、アンカー筋が降伏する場合 $Q_{a1} = 0.7 \cdot \sigma_y \cdot s_{ae}$ 、コンクリートが支圧破壊する場合 $Q_{a2} = 0.4 \cdot \sqrt{E_c \cdot \sigma_B} \cdot s_{ae}$ の2式が示されている。しかし、この推定式には、へりあきの影響については触れていない。筆者等は、既往の実験結果から、へりあきが小さく、加力の面外方向に剥離破壊を生じる場合は、指針式では危険側になることがあることを報告した²⁾。しかし、河村・浜田の剥離破壊時の耐力推定式³⁾ $P = 0.69 \cdot \sigma_t \cdot Se$ (σ_t : コンクリート引張強度, Se : 剥離破壊有効側面積) は、適用範囲がへりあき32mm～64mmで、これを超えた場合の適応性についてはデータがないだけでなく、 Se 式はへりあき90mm以上では減少する形になっており、そのまま範囲を拡張することが出来ない。そこで本研究は、耐震改修指針における

規定内で、再度へりあき、ピッチ、コンクリート強度を変化させた実験を行い、剥離破壊を生じる場合の河村・浜田式を、もっと大きなへりあきまで使用可能なように、へりあきの指数関数で表した耐力推定実験式を求めたものである。

2. 実験方法

2.1 供試体形状

供試体の形状は、図-1に示すように、300mm×350mm×1500mmのはり部分と、450mm×1700mm

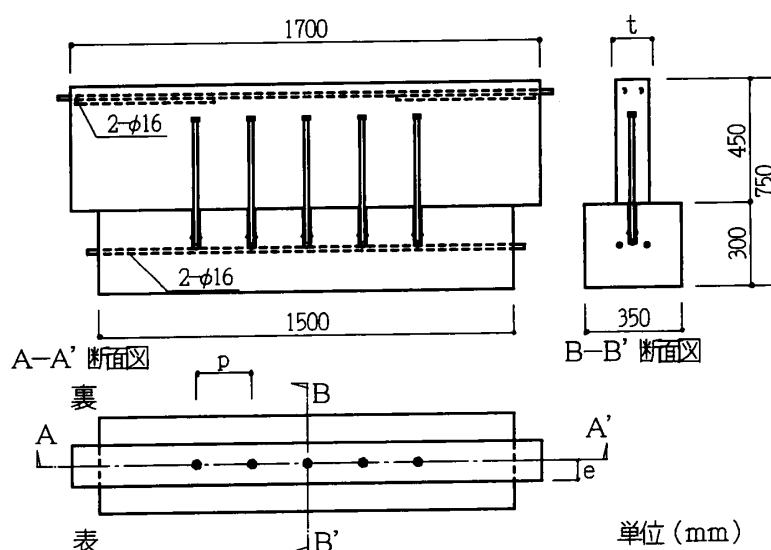


図-1 供試体形状

*1 九州産業大学教授 工学部建築学科, 工博 (正会員)

*2 九州産業大学大学院 工学研究科建築学専攻 (正会員)

変形だけが大きくなっているのに対し、定着が不足していると(左図)、荷重が減少し始めてから剥離破壊を生じた。また、へりあきが大きくなると、破壊時には1cm程度のアンカー筋の拔出も見られた。

4. 考察

4.1 へりあきについて

まえがきで述べたように河村・浜田等は、せん断耐力

$$Q_u = 0.69 \cdot \sigma_t \cdot S_e \quad (1)$$

ここで σ_t : 母材コンクリート強度 (kg/cm²)

S_e : 剥離破壊有効側面積 (cm²)

$r = e \cdot \tan \alpha + d/2$ (図-4 参照)

ここに e : へりあき (3.2cm $\leq e \leq$ 6.4 cm)

d : アンカー径 (cm²)

r : 側面破壊円半径 (cm²)

$\alpha = -5e/16 + 80^\circ$

式により求めることが出来ることを既に報告し

た³⁾。しかし、この式は e を適応範

囲外に外挿すると不都合が生じる。

そこで、既往の実験も含めて、式(1)

は成り立つものとし、 $r = \mu \cdot e^n$

とおけば、 $S_e = \eta (\mu^2 e^{2n})$ 、ここ

に η , μ , n は係数となり、実験

値を σ_t 及び S_e に比例させ $\sigma_t =$

200kg/cm², S_e は $\pi r^2/2$ の値に換算

した値と e との関係から μ , n を求

めると、

$$r = 35.2 e^{0.295} \quad (2)$$

が得られた。この式(2)を用

いて最大荷重とへりあきの

関係と比較してみる。耐力

はコンクリートの引張強度

に比例するものとし、赤沢

式による引張強度式 $\sigma_t =$

$0.396 \sigma_{p0.73}$ を用いて、圧縮

強度200kgf/cm²時の最大荷

重に補正したものとへりあ

きについて比較してみると

図-6 のようになり、壁-はり接合面の付着がなく、割裂補強筋がない場合は実験値と良く符合する。

4.2 埋込みピッチについて

式(1)(2)を用いて推定した耐力と、実験値を

比較してみると、図-7 のように埋込みピッチ

が変化した場合でもほぼ満足のいく推定ができる

が、アンカー筋の埋込みピッチを $2r$ より大き

くした場合、アンカー筋1本分の耐力の本数倍

にならず、やや危険側になった。これは、本実

験のような片押し加力の場合、加力側のアンカ

ー筋の応力が大きく逐次破壊するためと考えら

れる。

4.3 コンクリート強度について

既往の実験も含めた、200kgf/cm²~360kgf/cm² の

範囲で、最大荷重とコンクリート強度の関係を

比較してみる。各供試体のへりあきやピッチが

異なるために直接比較出来ないで、最大荷重

を式(1)右辺の $0.69 S_e$ で除した値と実験時のコ

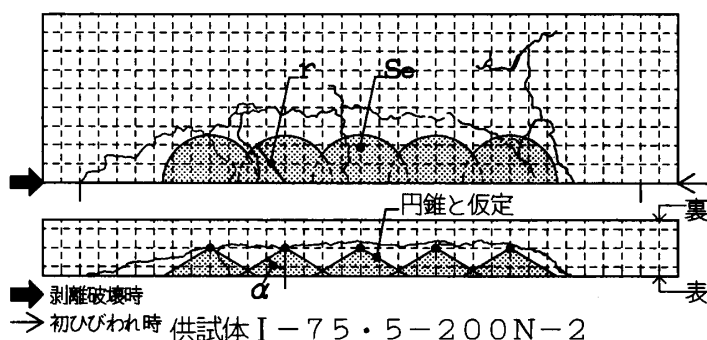


図-4 代表的な破壊形状

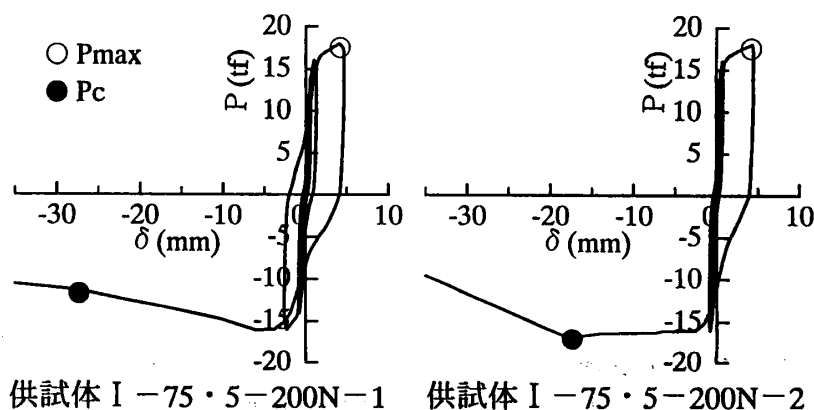


図-5 代表的な荷重-ずれ変形量曲線

ンクリート強度について比較してみると、図-8のようになり、概ね引張強度に一致する。

4.4 壁筋の種類による影響

耐震改修指針では、壁厚 t が180mmを越える場合、壁筋をダブル配筋するように規定されている。そこで、 $t=180\text{mm}$ の供試体について配筋しないもの、シングル及びダブル配筋をしたものの3種類について比較してみると、図-9のようになり、ほとんど耐力差はなかった。壁にダブル配筋をすると、破壊形状は、剥離破壊でなく割裂破壊を示した。割裂防止筋を挿入したとしても、壁側の剥離破壊で耐力が決まることがあるので注意が必要である。

4.5 剥離破壊側面積と耐力

あと施工アンカーが剥離破壊を生じる場合の河村・浜田の耐力推定式 $P=0.69 \cdot \sigma_t \cdot Se$ は、剥離破壊半径を式(2)とすれば、図-10のようになる。参考のために、指針式 $Qa1$ 、 $Qa2$ の E_c 、 σ_B に壁コンクリートの値を入れたときの値も併記した。アンカー筋5本の場合、多少ばらつきがあり、危険側になるものも生じたが、へりあき32mm～125mm、埋込みピッチ48mm～250mm、コンクリート強度 $200\text{kgf/cm}^2 \sim 360\text{kgf/cm}^2$ までの

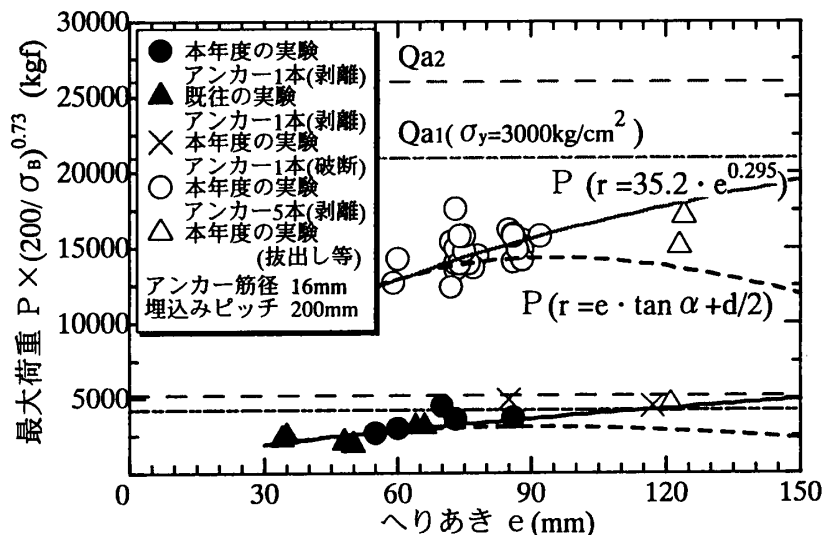


図-6 最大荷重とへりあきの関係

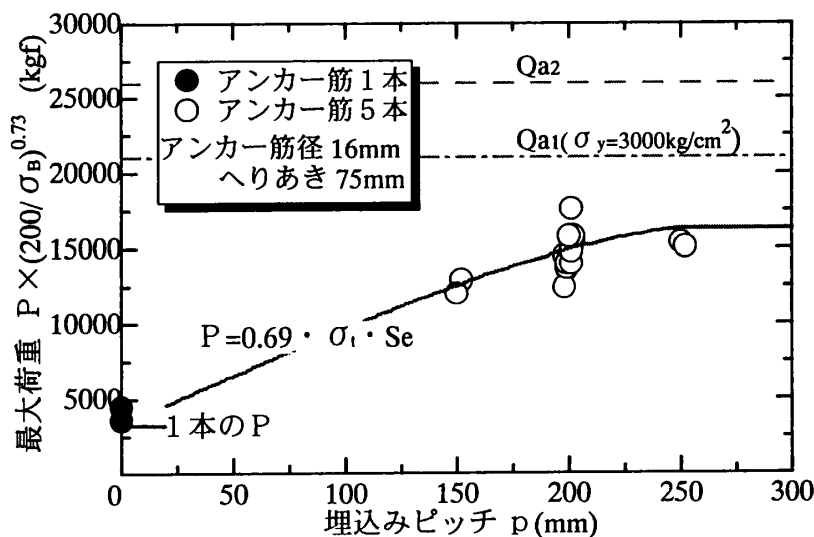


図-7 最大荷重と埋込みピッチの関係

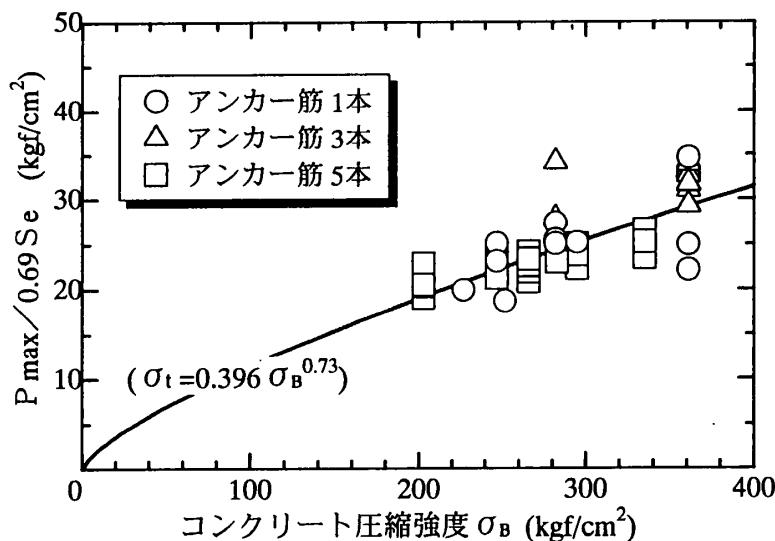


図-8 最大荷重とコンクリート強度の関係

範囲で実験結果と概ね符号する。

5. まとめ

あと施工アンカーが剥離破壊を生じる場合のせん断耐力推定式は、剥離破壊側面積 S_e を算出するための半径を $r = 35.2 e^{0.295}$ とすれば、へりあき $e = 12.5\text{cm}$ にまで、河村・浜田式を拡張出来ることが明らかになった。ただし、使用範囲は本実験での範囲内とし、また、アンカー筋を5本以上連続して使用する場合、せん断力の不均等分布を考慮し、下限値としてこの耐力の0.8倍程度みておいた方がよいと思われる。

参考文献

- 1) (財)日本建築防災協会：耐震改修設計指針，pp197-208, 1996
- 2) 矢野哲也，河村博之：は

り・壁接合面の付着力と壁の補強方法が接合面のせん断耐力に及ぼす影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol. 20, 1998

- 3) 浜田公也，河村博之：周辺コンクリートの大きさがせん断耐力に及ぼす影響（シアキー付穿孔セメントモルタル充填式あと施工アンカーボルト耐力の基礎的研究その3），日本建築学会構造系論文集，第460号，pp113-122, 1994.6

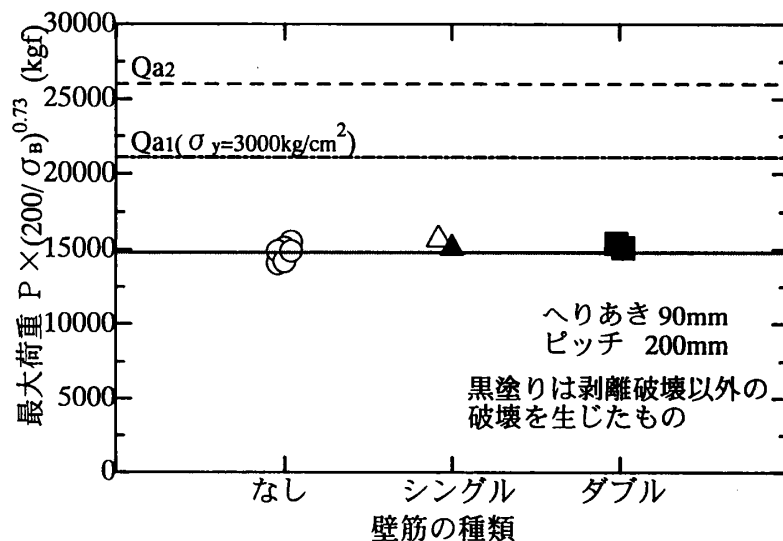


図-9 最大荷重と壁筋種類の関係

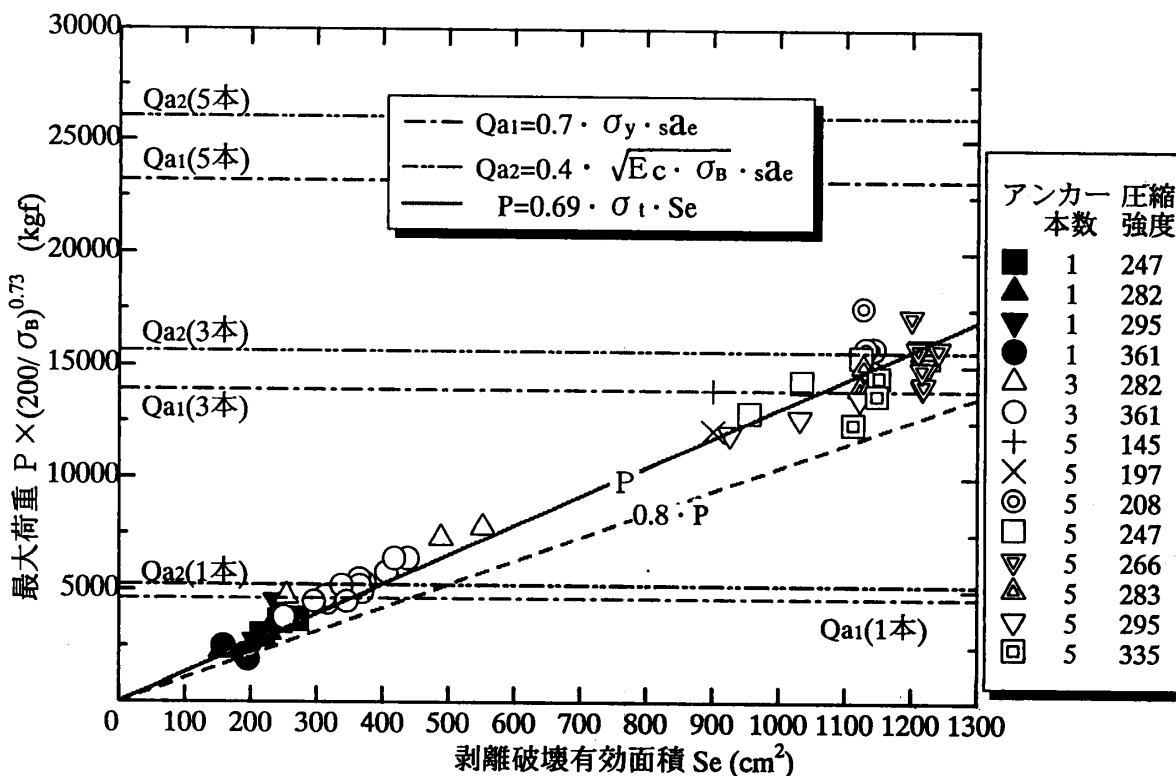


図-10 最大荷重と剥離破壊側面積の関係