

軸力と曲げモーメントが作用するせん断面におけるせん断伝達耐力の検討

前田建設工業株式会社 正会員 小原 孝之
前田建設工業株式会社 正会員 三島 徹也

1. はじめに

現行のコンクリート標準示方書〔設計編〕では、せん断面における設計せん断伝達耐力 V_{cwd} を以下の式により求めてよいとしている。

$$V_{cwd} = \{ (\sigma_c + p \cdot \sigma_s \cdot \sin^2 \alpha - p \cdot f_{yd} \cdot \sin \alpha \cdot \cos \alpha) A_c + V_k \} / \beta_b \quad \text{式(1)}$$

ここに、 $\sigma_c = \mu \cdot f'_{cd} \cdot (p \cdot f_{yd} - \sigma_{nd})^{1-\beta}$ 、 $\sigma_s = 0.08 f_{yd} /$

$= 0.75 \{ 1 - 10(p - 1.7 \sigma_{nd} / f_{yd}) \}$ ただし、 $0.08 \leq \mu \leq 0.75$ (異形鉄筋の場合)

σ_{nd} : せん断面に垂直に作用する平均応力度で、圧縮の場合には、 $\sigma_{nd} = - \sigma'_{nd} / 2$ とする。

σ'_{nd} : せん断面に垂直に作用する平均圧縮応力度

p : せん断面における鉄筋比、 A_c : せん断面の面積、 α : せん断面と鉄筋のなす角度、

β : 面形状を表す係数 $2/3 =$ ひび割れ面 (普通強度のコンクリート)、 $1/2 =$ 打継面 (処理あり)

μ : 固体接触に関する平均摩擦係数 ($=0.45$)、 V_k : せん断キーによるせん断耐力

β_b : 一般に 1.3 としてよい。

しかし、曲げモーメントがせん断面に作用する場合、せん断面で伝達しうるせん断応力がひび割れ幅などに応じて断面内で異なるため、一様なせん断応力を想定した式(1)をそのまま適用することはできない。断面の圧縮側ほどひび割れ幅が小さくなるため、より大きいせん断応力を伝達可能であるし、引張側においてせん断面が大きく開口する場合には、せん断伝達耐力が減少することが考えられる。そこで、せん断面を中立軸より圧縮側と引張側の2つに分割し、各々のせん断耐力を評価する手法を提案する。

$$V_{cwd} = V_{cwd,t} + V_{cwd,c} \quad \text{式(2)}$$

ここに、 $V_{cwd,t}$: せん断面の引張側で受け持つせん断伝達耐力 式(1)により算出する

$V_{cwd,c}$: せん断面の圧縮側で受け持つせん断伝達耐力 式(1)により算出する

厳密には、せん断面を細分割し、各要素ごとにせん断伝達耐力を求めてそれらの総和を取る必要があるが、計算が煩雑となる。そこで、中立軸より圧縮側と引張側の2分割で各々のせん断耐力を評価する手法とせん断面を細分割した厳密な解析結果との比較を行うとともに、曲げモーメントと軸力が作用する場合の本せん断伝達耐力算定方法の評価精度について検討する。

2. 離散ひび割れモデル¹⁾による解析結果と提案評価手法による計算結果の比較

提案評価手法の妥当性の検討を目的として、三島の離散ひび割れモデル¹⁾を用いたせん断伝達耐力の解析結果との比較を行う。ここで、離散ひび割れモデルは、せん断面で平面保持が成立し、ひび割れ面を微小区間に細分割し、各微小区間内では一様応力場の離散ひび割れモデルが成立することを前提としている。解析モデルの概要を図1に示す。検討対象のせん断面を引張鉄筋比 1.0%とし、表1に示す断面性状および作用軸力・曲げモーメントをパラメータとして 176 ケースの検討を行った。離散ひび割れモデルによる解析結果 (V_{cwd}) と提案評価手法による計算結果 (V_{cwa}) の比較を図2に示す。提案評価手法はせん断伝達耐力をおおむね安全側に評価していて、実用上十分な精度を有していることがわかる。しかし、作用曲げモーメントが降伏モーメントに等しいときには部材係数 (β_b) を乗じてもおおむね危険側である。

キーワード: せん断面, せん断伝達耐力, 離散ひび割れモデル

連絡先 (前田建設工業株式会社 技術研究所 東京都練馬区旭町 1-39-16 TEL03-3977-2333, FAX03-3977-2251)

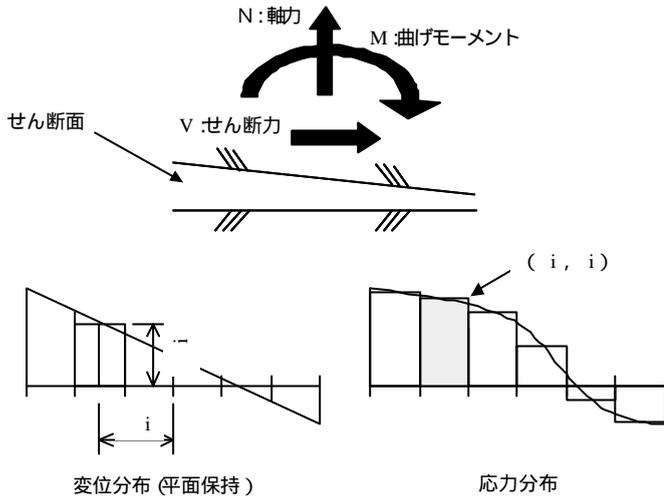


図1 離散ひび割れモデルの概要

3. 曲げモーメントの影響

作用曲げモーメントが大きいときに危険側の評価になることから、曲げモーメントの影響を考慮する係数 m (図3) を定義して、引張側で受け持つせん断伝達耐力に乘ずるものとする。

$$V_{cwd} = m \cdot V_{cwd,t} + V_{cwd,c} \quad \text{式(3)}$$

ここに、 $m = 4(1 - M/M_y)$ ただし、 $m \geq 1$

式(3)による計算結果と解析結果の比較を図4に示す。図4から、提案評価手法による計算値はせん断伝達耐力を安全側に評価していることがわかる。

4. まとめ

せん断面を中立軸より圧縮側と引張側の2つに分割し、各々のせん断耐力を評価する手法は、せん断伝達耐力の評価手法として実用上十分な精度を有していることが確認された。せん断面に作用する曲げモーメントが大きい場合は計算結果が危険側となるため、係数 m を定義して引張側のせん断伝達耐力を低減することにより、安全側に評価することができる。

【参考文献】

- 1) 三島徹也, Bujadaham, 前川宏一, 岡村甫: 正負交番载荷に適用可能なRC離散ひび割れモデルの開発とその適用範囲, 土木学会論文集 No442 / V-16, pp.181-190, 1992.2

表1 検討パラメータ

項目	変数
f_c' (N/mm ²)	30, 60
f_y (N/mm ²)	300, 500
D (mm)	25, 51
N (×p・fy)	-1.0, 0.0, 0.25, 0.5
M (×My)	0.0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0
打継面の性状	一般, 打継

f_c' : コンクリート強度, f_y : 鉄筋の降伏強度
 D: 鉄筋径, N: 軸力(引張+), p: 鉄筋比
 M: 作用曲げモーメント, M_y : 降伏モーメント

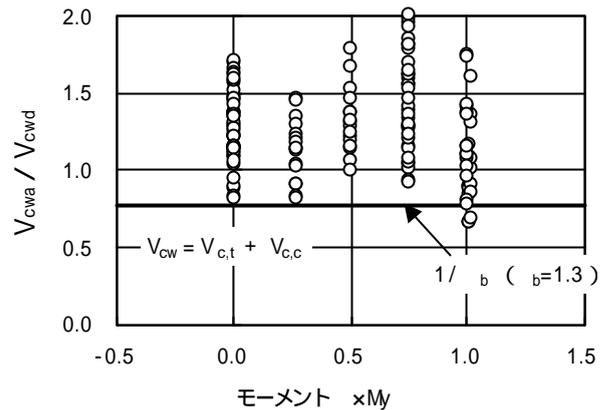


図2 提案評価手法の検討 式(2)

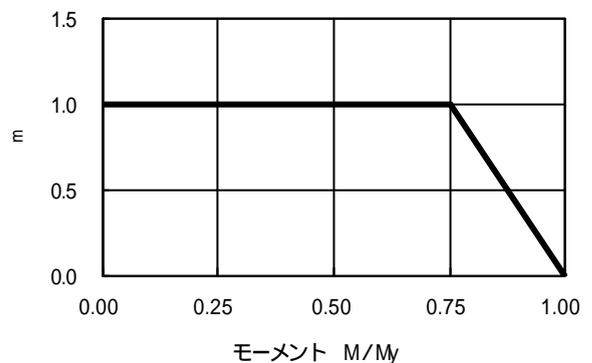


図3 mと曲げモーメントの関係

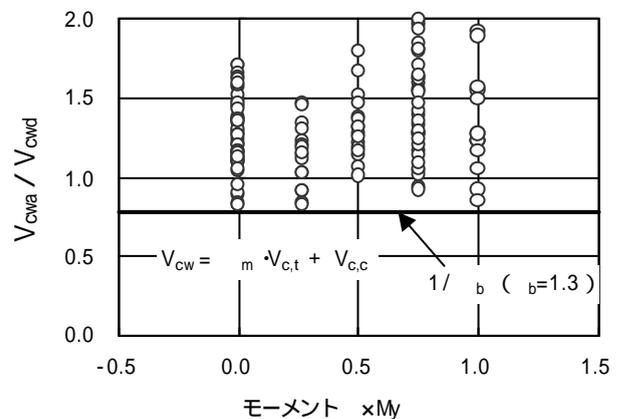


図4 提案評価手法の検討 式(3)