

Strut-and-Tie モデルによる耐震壁の耐力の検討 Strength Capacity Prediction for Structural Wall by Strut-and-Tie Model

○ 王激揚・田中仁史
○ Wang Jiyang, Tanaka Hitoshi

Abstract: The structural wall is an important structural element that resists the horizontal seismic force, and in a wall-frame system, the majority of the horizontal force is resisted by walls. The current ACI code states that the nominal shear strength V_n of structural wall consists of the concrete contribution V_c and shear reinforcement contribution V_s , i.e., $V_n = V_c + V_s$. In this paper, a different approach based on the strut-and-tie model is presented. Predictions by the proposed model are compared with experimental results and other FEM program. Generally, the predictions are satisfactory with an adequate margin for safety.

1. はじめに

現在の ACI 基準において、せん断強度 V_n はコンクリートの負担分 V_c とせん断補強筋の負担分 V_s の和である。しかし、応力が非線形分配されている領域には適切ではないと考えられ、1987 年 Schlaich らは Strut-and-Tie モデル(以下 STM と略)を提案し、ACI2002 Appendix A にも採用された。本文では、終局限界状態において、Mohr-Coulomb 破壊基準に基づく STM を用いて、耐震壁の水平耐力を検討した。

2. 耐震壁の Strut-and-Tie モデルについて

図 1 は耐震壁の STM モデルである。圧縮応力 f_2 は外部荷重を与える節点 A と支承 C 間の対角線による構成する Strut にある応力である。引張応力 f_1 は Strut に垂直方向の応力である。従って、Strut に沿っての引張破壊モードになる可能性を含む。

A 点の釣合条件によって、Strut の圧縮力 N_c を求める。即ち、 $N_c = F_s / \cos \theta_s$ である。よって、主圧縮応力 f_2 は次の式で表す。 A_{strut} は Strut の断面積であり、 v_c は Reduction factor である。

$$f_2 = \frac{N_c}{A_{strut}} = \frac{F_s}{A_{strut} \cos \theta_s} = v_c f'_c \quad (1)$$

$$\Rightarrow v_c = f_2 / f'_c = F_s / N_{dc} \leq 1 \quad (2)$$

$$\Rightarrow N_{dc} = f'_c \cdot A_{strut} \cdot \cos \theta_s \quad (3)$$

離散体モデルの A 点のモーメント釣合条件を考えれば、次の式で表現できる。

$$R_{CV} L_0 = T_{ct} Z_{ct} + T_{st} Z_{st} + T_{sb} Z_{sb} + R_{CH} H \quad (4)$$

ただし、 $T_{ct} = v_{ct} f_{ct} A_{ct}$ 、 $T_{st} = v_{ys} f_{ys} A_{st}$ 、 $T_{sb} = v_y f_y A_{sb}$ 、 $R_{CH} = \beta F_s$ である。単純化のために、 $v_{ct} = v_{ys} = v_y$ と仮定すれば、結局次の式になる。

$$v_{ct} = f_1 / f_{ct} = F_s / T_{ds} \leq 1 \quad (5)$$

$$T_{ds} = (f_{ct} A_{ct} Z_{ct} + f_{ys} A_{ys} Z_{st} + f_y A_{sb} Z_{sb}) / (1 - \beta) H \quad (6)$$

(1) 式と(5)式は Mohr-Coulomb 式に代入すると、

$$\frac{1}{N_c} + \frac{1}{T_{ds}} = \frac{1}{F_s} \quad (7)$$

になる。

したがって、水平耐力の計算アプローチは次のように表す。

- 1). 構造体の寸法によって、 θ_s を計算する。
- 2). (3)式と(6)式で、 N_{dc} と T_{ds} を計算する。
- 3). (7)式による水平耐力を求める。

3. 検証例について

検証例は坂下、河野、田中らが実験を行った試験体(図 2)を対象とした。試験体は対称構造であるので、 β 値は 0.5 になる。

前述の STM 計算アプローチによって、水平耐力 $F_s = 230KN$ を得られる。一方、FEM プログラムによる計算結果は $F_s = 250KN$ であり、実験値は $F_R = 190KN$ である。よって、計算値はやや大きいであることが明らかにした。

4. 結論

- 1). Strut-and-Tie モデルによって、耐震壁の水平耐力を求めることができる。
- 2). 解析値と実験値の比較によって、モデルの計算式は一定な精度があることをわかった。

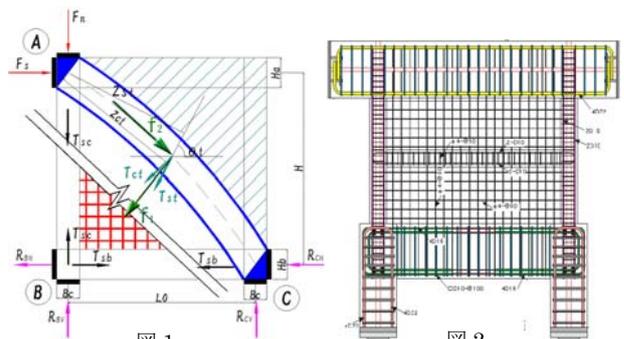


図 1

図 2