

東北大学 学生員 ○菊地 身智雄
 東北大学 正員 尾坂 芳夫
 東北大学 正員 鈴木 基行

1. はじめに

under reinforced な断面を有する部材では曲げ破壊に至るまでに十分な ductility があるがこれに対してせん断破壊は非常にぜい性的である。設計においては、部材に急激な破壊を生じさせないで十分な ductility を確保する必要がある。曲げ破壊に先立ってせん断破壊を生じさせない必要がある。現在用いられている示方書で設計された部材は、曲げ破壊に対する安全性よりもせん断破壊に対する安全性の方が高くなるように設計されているといわれているが、どの程度高いのかということは定量的に評価されていない。そこで本解析では、せん断破壊に対する安全性を2次モーメント法を用い破壊確率として求め、曲げ破壊に対する安全性との比較を行った。

2. 解析手法と解析対象断面

本解析においては、斜めひびわれ発生に対する安全性解析とせん断終局限界状態に対する安全性解析を行った。解析手法としては、確率分布を考慮した2次モーメント法を用い、各設計変数の設計点、寄与率(α)及び破壊確率(P_f)を求めた。次に解析対象断面としては東北新幹線RCラメン高架橋の中層梁断面とし、その断面諸元は図-1に示す通りである。

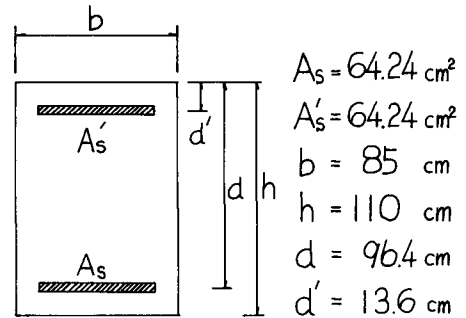


図-1 断面諸元

3. 解析に用いたG-関数

(1) 斜めひびわれ発生に対するG-関数

$$G = 0.108 \Phi_{R1} f_c^{\frac{2}{3}} (b \cdot d + 50 A_{sL}) - S \quad \dots (1)$$

Φ_{R1} : スターラップのない部材の耐力修正係数(耐力修正係数とは耐力算定式から計算される耐力と実験結果から得られた耐力との比を基に耐力算定式から計算される値を実験値に近づけるための変数である) f_c : コンクリート圧縮強度 b : 断面幅 d : 有効高さ A_{sL} : 軸方向引張主鉄筋断面積 S : 作用せん断力

(1)式は、CEBのスターラップのない場合の耐力算定式を用いた式であるが、スターラップのある場合においても斜めひびわれが発生するまではスターラップに力が作用しないことから(1)式を斜めひびわれ発生に対するG-関数として用いた。

(2) せん断終局限界状態に対するG-関数

$$G = \Phi_{R2} (0.9 f_y \rho_w \cot \theta + 0.26 f_c^{\frac{2}{3}}) b \cdot d - S \quad \dots (2)$$

Φ_{R2} : スターラップのある部材の耐力修正係数 f_y : 鉄筋降伏点強度 ρ_w : スターラップ比 θ : 斜めひびわれ角度

(2)式はCEBのスターラップのある場合の第2法のスターラップ角度が90°の場合の耐力算定式を用いたものである。この耐力算定式はトラスアナロジーより導出されたもので、せん断破壊の機構を比較的良好に表わしていると考えられるので本解析において(2)式をせん断終局限界状態に対するG-関数として用いた。

表-1 入力データ

変数名	平均値	変動係数	分布形
Φ_{R1}	1.12	28%	正規分布
Φ_{R2}	0.91	28%	正規分布
Φ_{R3}	1.06	9.3%	正規分布
f_c'	260~360 kg/cm ²	10%	正規分布
f_y	3850 kg/cm ²	6%	正規分布
S	50 ton	89%	極値Ⅱ型 (上限値) (170 ton)
$P_w = 0.1\% \sim 0.4\%, \theta = 30^\circ \sim 60^\circ$			

(3) 曲げに対するG-関数

$$G = \Phi_{R3} A_{st} f_y \left(d - \frac{A_{st} f_y}{1.7 f_c b} \right) - S \times a \quad \dots (3)$$

Φ_{R3} : 曲げに対する耐力修正係数 a : せん断スパン長
(本解析では $a = 2.2 \text{ m}$ とした) 曲げに対しては、圧縮鉄筋の有無で終局耐力にほとんど変化がないので、式の煩雑さを避けるため、Whitneyの単鉄筋断面曲げ終局耐力算定式を用いた。

4. 入力データ

表-1に本解析に用いた入力データを示す。作用せん断力 S は、建設省提案「地震動強度の地域区分図」におけるA地域での50年間に発生する地震による、標準的な地盤における最大加速度を基に中層梁の最大応答せん断力から求めたものである。

5. 結果と考察

(1) 斜めひびわれ発生に対する安全性解析

図-2, 図-3は f_c' を変えたときの P_f 及び α の変化を示したものである。これらの図より次のことがわかる。

- f_c' が変化しても P_f , α とあまり変化しない。
- f_c' の α が他の変数の α に比べて小さい。従って f_c' は他の変数に比べてG-関数に与える影響が小さい。
- 斜めひびわれ発生の確率が曲げ破壊の確率よりもかなり大きい。

(2) せん断終局限界状態に対する安全性解析

図-4, 図-5は $\rho_w = 0.2\%$, $\theta = 45^\circ$ で f_c' をパラメータとした場合、図-6~図-9は $f_c' = 295 \text{ kg/cm}^2$ で、 ρ_w 及び θ をパラメータとした場合の P_f , α の変化を示したものである。これらの図より次のことがわかる。

- f_c' が変化しても P_f , α とあまり変化しない。(図-4)
- ρ_w が大きくなると P_f は小さくなる。(図-6)
- θ が大きくなると P_f は大きくなる。(図-8)
- f_y 及び f_c' の α が他の変数の α に比べて小さい。これは f_y 及び f_c' の変動係数が他の変数の変動係数に比べて小さいためである。(図-5, 図-7, 図-9)
- せん断破壊の確率が曲げ破壊の確率よりも大きくなる ρ_w , θ の範囲が存在する。(図-6, 図-8)

6. あとがき

今回の解析では、せん断破壊に対する安全性の方が、曲げ破壊に対する安全性よりも必ずしも高くない ρ_w , θ の範囲が存在することがわかった。

