

V-506

RC橋脚の耐震設計におけるせん断補強筋比に関する検討

鹿島技術研究所 正会員 新保 弘
 鹿島技術研究所 正会員 須田久美子
 鹿島技術研究所 正会員 村山八洲雄
 鹿島技術研究所 正会員 増川 淳二

1. はじめに

RC橋脚の耐震設計では曲げ破壊先行型の破壊モードとなるよう、部材の曲げ耐力に比べてせん断耐力を十分に確保することが重要である。また、せん断耐力のコンクリート分担分は地震による繰り返し荷重で低下するという見方も示されている。そこで一般的な道路橋の橋脚を対象に、せん断破壊を先行させないために必要なせん断補強量の目安を得ることを目的として試算による検討を行った。

2. 検討モデル

検討モデルには一本柱型の道路橋橋脚を想定して、軸圧縮応力度 $1.0\text{N}/\text{mm}^2$ 、コンクリートの設計基準強度 $f_{ck}=29.4\text{N}/\text{mm}^2$ 、断面の有効高さ $d=2.9\text{m}$ とした。解析モデルの断面諸元を図-1に示す。パラメータとして断面幅 B と断面高さ H の比（ $1:1\sim 3:1$ ）、せん断スパン比 a/d （ $3\sim 7$ ）、せん断補強鉄筋比 p_w （ $0.03\sim 0.3\%$ ）、全断面積に対する軸方向鉄筋比 p_l （ $0.6\sim 3\%$ ）、軸方向鉄筋の降伏点 f_y （ $345, 440\text{N}/\text{mm}^2$ ）について計算を行った。材料の応力ひずみ関係とせん断耐力、曲げ耐力の計算法は土木学会標準示方書[平成三年版]に従った。



図-1 B/Hを変えた断面形状

3. 計算結果

3.1 a/d と軸方向鉄筋比の影響

せん断スパン比 a/d ごとに、曲げ耐力時の基部でのせん断破壊に対する安全率 $V_{yd} \cdot a/M_u$ （ a はせん断スパン長）と軸方向鉄筋比 p_l の関係を図-2に示す。これより、 $V_{yd} \cdot a/M_u$ は a/d と p_l に大きな影響を受けることがわかる。

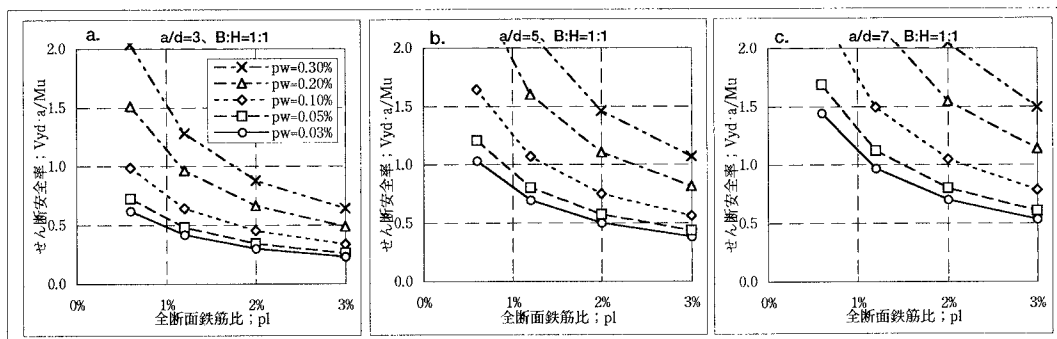


図-2 せん断破壊に対する安全率と軸方向鉄筋比

3.2 断面幅の影響

軸方向鉄筋比と断面高さが同じで断面幅が大きくなった場合、全軸方向鉄筋に占める側方筋の割合が減って引張鉄筋の割合が増えるため、せん断耐力以上に曲げ耐力が増加し、曲げ耐力時のせん断破壊に対する安全率が低下する。そこで、断面幅 B と断面高さ H の比を $2:1, 3:1$ とした場合の $V_{yd} \cdot a/M_u$ を計算した。図-3に示すように断面幅の影響はせん断補強鉄筋が多い場合、すなわち V_{yd} に占めるコンクリート分担分の割合が小さい場合に大きく、 $p_w=0.3\%$ で $B:H$ が $1:1$ から $3:1$ になった場合、 $V_{yd} \cdot a/M_u$ は約45%に低下した。

3.3 軸方向鉄筋降伏強度の影響
 一般に鉄筋の実降伏点は規格値よりも大きいため、曲げ耐力は規格値で計算した値より大きくなり、曲げ耐力時のせん断破壊に対する安全率が低下する。そこで、軸方向鉄筋の降伏点を 345N/mm^2 とJIS規格SD345の降伏点の上限値である 450N/mm^2 とした場合について Mu を比較したところ、 Mu の比は図-4に示すように約1.25であった。

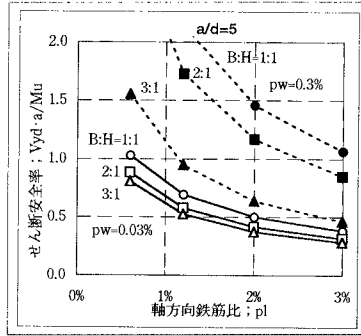


図-3 せん断破壊に対する安全率と断面幅：高さ比

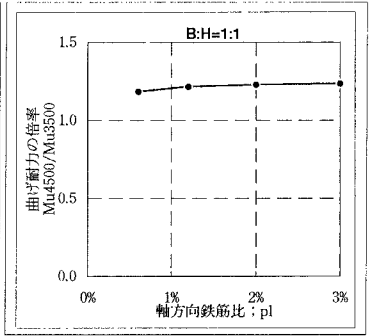


図-4 鉄筋降伏強度の増加による曲げ耐力の増加

3.4 せん断耐力分担分

地震時のせん断耐力について、ACI基準やNZ基準では一定の条件下でせん断耐力のコンクリート分担分を制限している。そこで、せん断補強筋の分担分 V_{sd} のみを期待すると考えた場合の試算を行ったところ、図-5に示すように、図-2に示したコンクリート分担分を考慮する場合と同程度のせん断安全率を確保するには、コンクリート分担分を考慮する場合の2倍程度のせん断補強筋が必要と考えられる。

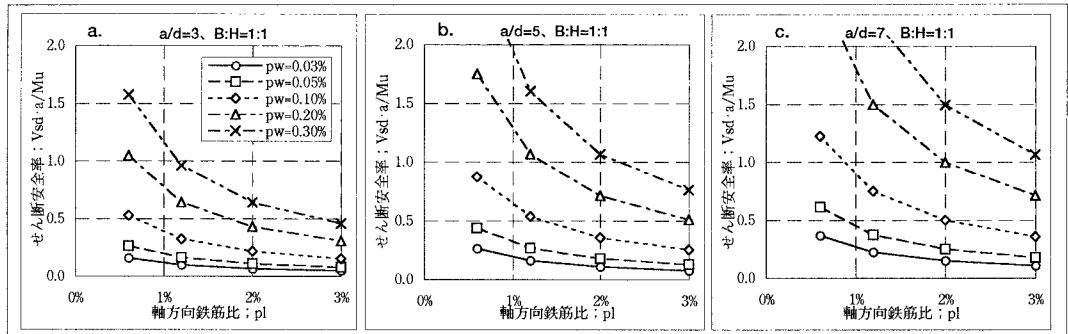


図-5 せん断破壊に対する安全率と軸方向鉄筋比（コンクリート寄与分を考慮しない場合）

3.5 せん断補強筋比の目安

曲げ耐力時の基部せん断破壊安全率 $V_{yd} \cdot a / \text{Mu} = 1.0$ または $V_{sd} \cdot a / \text{Mu} = 1.0$ となる軸方向鉄筋比 pl とせん断補強鉄筋比 pw の関係を図-6に示す。あわせて、図中に道路橋示方書平成6年版、下部構造編で示されている帯鉄筋比の目安を太線で示す。コンクリートの分担分が繰り返し加力によって低下すると考えた場合、図-6a.とb.の間になることを考慮すると、道路橋示方書平成6年版で示される帯鉄筋比の目安に従った場合、 a/d が小さい部材や軸鉄筋比が大きい部材ではせん断破壊型となることが予想される。

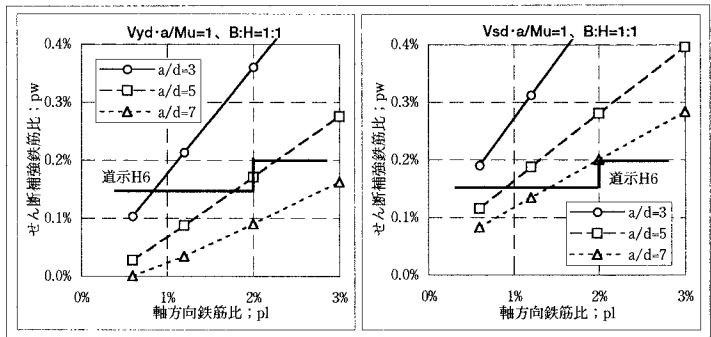


図-6 破壊モードから見たせん断補強筋比の目安

4. まとめ

実際にはコンクリートのせん断耐力分担分、鉄筋降伏強度、断面幅の影響を考慮する必要があるが、せん断スパン比と軸方向鉄筋比に応じた、破壊モードから見たせん断補強鉄筋比の目安が得られた。