

(V-33) 拡張した修正圧縮場理論によるRC断面のせん断変形挙動の評価

山梨大学工学部 学生会員○橋本 伸一

山梨大学工学部 正 会 員 中村 光

山梨大学工学部 正 会 員 檜貝 勇

1. はじめに

RC部材の挙動を正確に把握するためには、全体変形挙動のうちせん断変形が占める割合およびその影響を正確に評価する必要があると考えられる。例えば、曲げ降伏後繰返し荷重を受け破壊するRC部材を考えれば、その挙動の評価は、如何にせん断変形を取り扱うかが問題となる。しかしながら、せん断変形がRC部材に及ぼす影響は、その複雑さ故にほとんど明らかにされていない。そこで本研究では、Collins らにより提案された修正圧縮場理論を、曲げ・軸力・せん断力をうける断面に展開した、拡張した修正圧縮場理論に基づく解析手法¹⁾を用い、せん断変形挙動がRC断面の挙動に及ぼす影響の解析的評価を試みた。

2. 解析モデルおよび材料定数

解析に用いたモデルは、図-1に示すような幅20cm、有効高さ16cmのRC矩形断面であり、断面積 3.3cm^2 の引張鉄筋と圧縮鉄筋を、断面積 2.2cm^2 の中間筋を配置したモデルである。材料モデルとしては、コンクリートの圧縮領域においては最大圧縮応力($f'_c=280\text{kgf/cm}^2$ 、圧縮強度時のひずみ $\epsilon_{co}=0.002$)までを2次曲線とし、その後直線的に応力が減少するモデルを用いている。引張領域においては、応力は最大引張応力($f_t=28\text{kgf/cm}^2$)までは、初期勾配($2f'_c/\epsilon_{co}$)で増加すると仮定し、その後テンションステイフィング効果を考慮し、応力が徐々に低下するモデルを用いている。鉄筋に対しては、引張・圧縮とも降伏点までは線形を保ち($f_y=3000\text{kgf/cm}^2$ 、 $E_s=2.0\times 10^6\text{kgf/cm}^2$)、降伏点を超えると一定の降伏応力となるbi-linear型を仮定した。

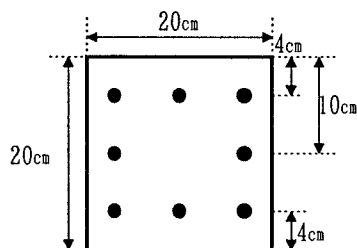


図-1 解析モデル

3. 解析結果および考察

解析は、図-1に示すRC断面を有する部材が曲げ破壊する場合($M/(V\cdot d)=7.0$)と、せん断破壊する場合($M/(V\cdot d)=3.0$)を対象として行った。本論では、せん断補強鉄筋比($\rho=As/(Bw\cdot s)$)をパラメータとし、曲げ・せん断のそれぞれの破壊モードに対応するせん断変形の影響について考察する。なお、本論文では、曲げ変形は解析より得られた断面の曲率と、せん断変形は断面の平均せん断ひずみと等価なものと仮定して考察を行う。

3. 1 せん断破壊する場合($M/(V\cdot d)=3.0$)に対するせん断変形の評価

図-2および図-3に、解析により得られたせん断力-曲率関係及びせん断力-せん断ひずみ関係を示す。図中実線が $\rho=1.00\%$ 、点線が $\rho=0.10\%$ 、破線が $\rho=0.01\%$ にそれぞれ対応している。図-2によれば、せん断補強鉄筋比が変化してもせん断力-曲率関係は、ほとんど変化していないことが分かる。一方、図-3に示されたせん断力-せん断ひずみ関係は、せん断補強鉄筋比により非常に顕著な違いが表れ、またせん断補強鉄筋量が少ないほど、より小さい荷重

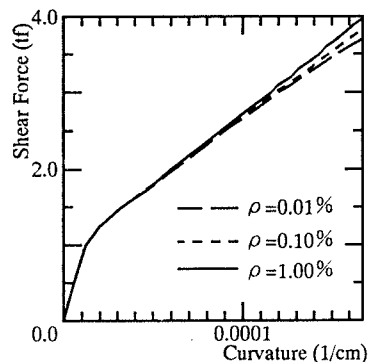


図-2 せん断力-曲率関係

レベルでせん断ひずみが急激に増加する性状が示されている。このことは、せん断破壊するようなRC部材に対しては、せん断補強鉄筋量は、せん断変形と密接な関係を有しており、さらに最終的な挙動は、曲げ変形ではなくせん断変形のみ大きく依存する結果となることを意味する。

3. 2 曲げ破壊する場合 ($M/(V \cdot d)=7.0$) に対するせん断変形の評価

図-4及び図-5に解析より得られたせん断力-曲率関係および、せん断力-せん断ひずみ関係を示す。また図-4では、純曲げ状態に対する関係を実線で併せて示している。本解析では、引張鉄筋降伏はせん断力が約1.8tfの時に生じているが、その時点までは、せん断補強鉄筋量の違いは解析上認められず、またせん断変形もほとんど生じていない。それに対し、引張鉄筋降伏後では、せん断補強鉄筋の違いが徐々に表れている。すなわち今回のような曲げ破壊する場合に対しても、せん断補強鉄筋量が少なくなれば、せん断変形がかなり発生してくることが解析より示された。またこの時、せん断変形の影響は、最大耐力に顕著な影響を及ぼし、せん断変形量が大きくなるほど、耐力力を低下させる原因となることが明らかになった。さらに最大耐力以降について考えれば、せん断補強鉄筋比の違いにより、せん断変形挙動は著しく変化し、せん断変形量はせん断補強鉄筋比が小さくなるにつれて、顕著に増加する。一方、曲げ変形量はせん断変形量が増加するほど、減少していく結果となった。したがって曲げ破壊する場合でも、せん断補強鉄筋量が少ない場合の最大耐力以降の変形は、せん断変形に依存する可能性がかなり大きいといえ、せん断変形は無視できないと考えられる。なお、せん断補強鉄筋量がある程度存在すれば、図-4に示すように、せん断変形の程度はかなり小さくなるため、せん断力-曲率関係は、純曲げ挙動とほとんど一致することになる。

4. 結論

拡張した修正圧縮場理論に基づく解析手法により、せん断補強鉄筋比をパラメータとしてせん断・曲げの両破壊モードに対応する、断面のせん断変形挙動の影響を調べ、以下の結論を得た。

- (1) せん断破壊モードにおいて、せん断変形とせん断補強鉄筋量は、密接な関係があり、また終局挙動はせん断変形に支配される。
- (2) 曲げ破壊モードにおいて、せん断補強鉄筋量が少ない場合には、せん断変形の影響は無視できないと考えられる。さらに、その影響は耐力ならびに最大耐力以降の挙動に顕著な影響を及ぼすことが明らかになった。

5. 参考文献

- 1) 中村 光・檜貝 勇：拡張した修正圧縮場理論によるRCはり断面のせん断耐力評価
土木学会論文集 No. 490/V-23, pp157-166, 1994.5

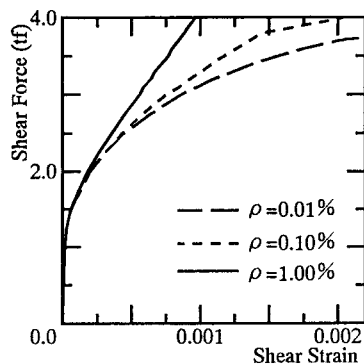


図-3 せん断力-せん断ひずみ関係

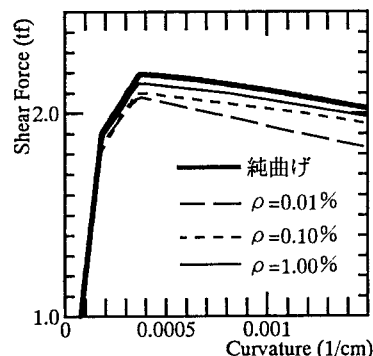


図-4 せん断力-曲率関係

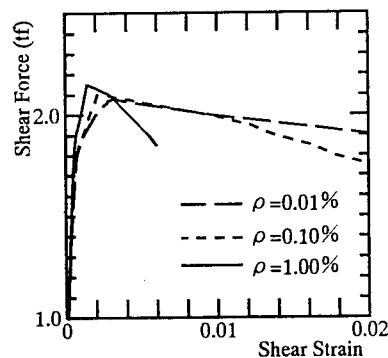


図-5 せん断力-せん断ひずみ関係