

宮崎大学工学部 正員 中沢 隆雄

" " 瀬崎 満弘

1. はじめに

従来、線形を対象とするはり理論では、ひびわれ破壊面が二次元的な進展をみせる、鉄筋コンクリートばりの破壊現象を解析することは、困難であると考えられてきた。しかし著者らは、この難点を解消し、はり理論の特色である実用性、簡便性を生かすため、Kani の歯状残断を力学的条件を満足させるよう発展、応用させてきた。そしてこれまでに、各種断面形状の鉄筋コンクリート単独ばりを対象として、破壊性状に影響を及ぼす1つの要因であるせん断アーム比の変化によるばりの耐力と変形を解析し、有限要素解析結果と比較する中で、はり理論の有用性、簡便性を確かめてきた。しかしこのはり理論においても、未解決の問題点が多く残されている。そこで本研究では、丁形断面形状を有する単鉄筋および複鉄筋単独ばりを解析しながら、これらの問題点への対処法を考察していきたい。

2. 解析結果

解析理論の詳細はすでに報告しているが、ここでは重複は避ける。解析に用いたはりは、せん断アーム比を1.0から0.5まで4.0まで変えており、ばりの形状寸法は図-1および表-1に示すとおりである。なお、鉄筋比としては、引張鉄筋比 $\rho=1.91\%$ 、圧縮鉄筋比 $\rho'=0.93\%$ を用い、はりには漸増二点集中荷重を作用させた。

解析にあたってまず問題となるのが、コンクリートの応力-ひずみ関係であるが、これを $\beta\epsilon$ -linear であると仮定してきており、今回もその仮定は変えてはいないが、従来は降伏点強度を圧縮強度の70%前後で与えてきた。しかし、弾性論にもとづく許容応力度設計法から考えても、相当高い応力度まで弾性体と考えるには多少無理であることから、今回は圧縮強度の50%に降伏点を求めている。また、本解析では、コンクリートの引張抵抗も考慮しているが、これについては割裂試験から求めた引張強度を用いていたために、ひびわれ発生時および歯状割離時の荷重が、実験値と比較して小さめに算定される傾向にあったため、今回は曲げ強度を用いている。

このように修正した上で、図-2に示すコンクリートおよび鉄筋の応力-ひずみ関係を用いて解析を行なった。

まずひびわれ発生曲げモーメントであるが、全断面有効とした換算断面二次モーメントを用いて算定すれば、単鉄筋断面で 1.57 cm^4 、複鉄筋断面で 1.68 cm^4 がえられた。本解析法による結果も、これらと全く一致し、せん断アーム比の変化には、ひびわれ発生曲げモーメントは影響を受けないうことが理解される。

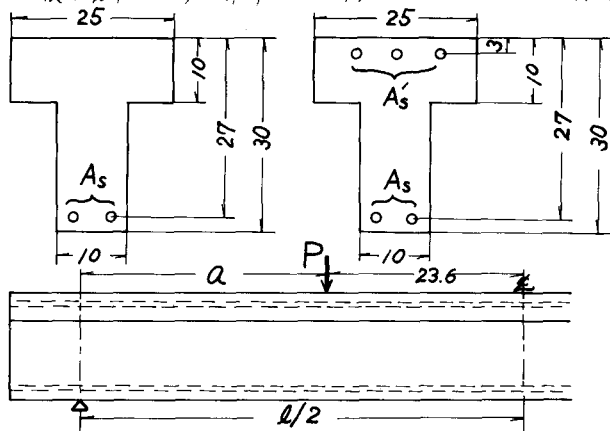


図 - 1.

表 - 1.

	せん断アーム比 a/d (a : せん断T-ム長, d : 有効高さ)						
	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
a (cm)	27	40.5	54	67.5	81	94.5	108
$l/a > l$ (cm)	101.2	128.2	155.2	182.2	209.2	236.2	263.2

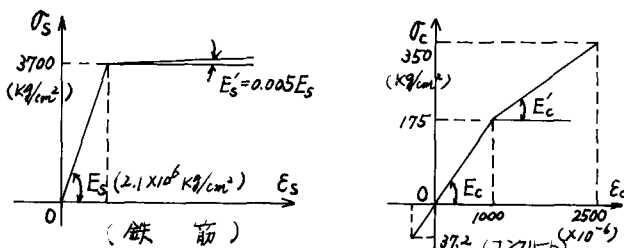


図 - 2.

さて、せん断アーム比が耐力に及ぼす影響を検討するために、図-3にそれぞれのはりの破壊時の曲げモーメントを示す。なおここで用いた破壊の意味であるが、いずれのはりも腹鉄筋を用いておらず、解析結果も断面斜離れと同時に耐力を失う状態を示しているで、断面斜離れ時すなわち斜めひびわれ発生時の曲げモーメントで定義した。これらの図からわかるように、複鉄筋はりでせん断アーム比が2.0の場合に単鉄筋はりよりも低い耐力を示し、疑問点が残るが、大体の傾向として、せん断アーム比が3.0で耐力の極小値を示している。またせん断アーム比が2.0以下で単鉄筋はりの耐力がやや低くなっているものの、2.5以上のはりでは圧縮鉄筋の耐力増加に及ぼす影響は全くみられない。また、これらのはりの終局曲げモーメントをACI規準(1971)にもとづいて算定すると、単鉄筋で10.22t・m、複鉄筋で11.83t・mとなるが、本解析結果のこれらの終局曲げモーメントに対する比、すなわち相対強さは、せん断アーム比3.0で極小(単鉄筋26.4%、複鉄筋22.8%)を示すが、Kaniが長方形断面について示した50~100% (極小値を示すせん断アーム比2.5~3.0)ほどの大きな変動は見られない。これは本解析に用いた断面が、ACI規準で終局曲げモーメントを算定する際T形とはならず、長方形断面として取り扱ったが、この長方形断面と比較して、腹部幅(b_o)がフランジ幅(b)の40%しかなく、相対強度の減少があらわれたものと推測される。ちなみに、Kaniは $b_o/b = 1/3$ のT形はりについて約50%の相対強度の低下を報告している。

続いて、各はりの中央点のたわみを、有効断面二次モーメント法による解と比較して図-4に示す。なおACIは、鉄筋の影響を無視するよう規定しているが、ここでは全断面有効と考えた、換算断面二次モーメントを用いている。単鉄筋、複鉄筋断面ともせん断アーム比が2.0のとき、はり理論は水まめのたわみを、他の場合はいずれもやや下まめのたわみを推定しているものの、その誤差は約20%と、比較的よく合致した結果を示している。なお、実験結果との比較検討については、実験がすべて実施されていないため、講義発表時に行いたい。

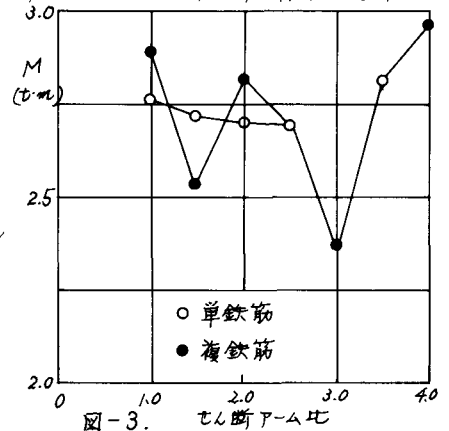


図-3. せん断アーム比

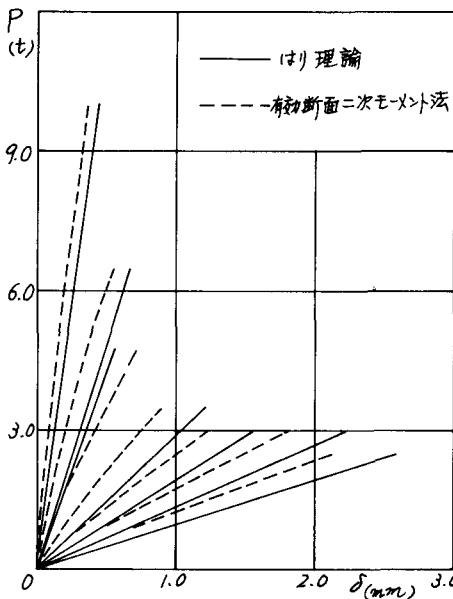


図-4. (a) 単鉄筋

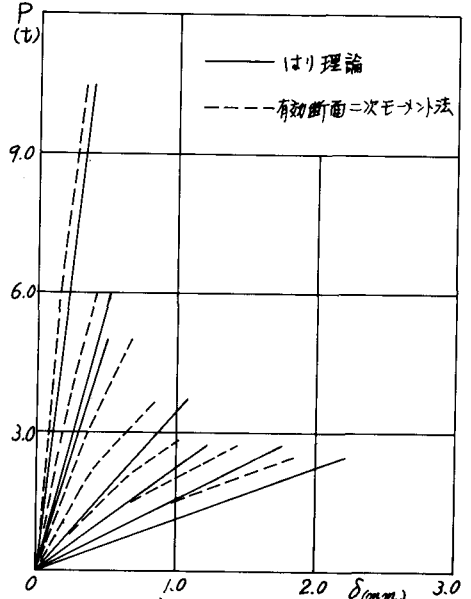


図-4. (b) 複鉄筋

参考文献

1) 太田, 中沢: はり理論による鉄筋コンクリートはり梁の弾塑性解析, エンゲルンゲルン, 1977P. 8