

V-247 鉄筋コンクリート桁の曲げひび割れ解析

金沢工業大学 正会員 土屋 敬
建設省土木研究所 正会員 知見健司

1. まえがき

本研究は鉄筋コンクリート桁のひび割れ後の挙動の解析手法の適合性を実験結果と比較して検討したものである。解析する手法は、NO-TENSION FEMとクラックひずみ法である。

2. 実験概要

実験に用いる試験体を図-1に示す。試験体の桁長は1930mm、高さ180mm、幅130mmで、鉄筋φ10を有効高さ135mmの位置に3本配置している。径100mm、高さ200mmのテストピースを圧縮・引張強度試験用に各4本ずつ作製した。

実験では、たわみとひずみの計測を行ない、ダイアルゲージを桁中心の底部に2点設置し、ひずみゲージを側面中央部に上下方向1.5cm間隔に取りつけた。荷重は、100kgf毎の段階載荷とし、載荷速度は10kgf/sとした。

3. 解析方法

1) NO-TENSION解析

非線形有限要素法解析プログラム(NATMFEM)により解析を行なった。解析は引張強度 σ_t 、初期弾性係数 D_0 、破壊時弾性係数 D_r をパラメトリックに変化させて解析を行なった。その解析ケースを表-1に示す。

NTF1は圧縮強度試験結果 $\sigma_c = 297.1 \text{ kgf/cm}^2$ より $D_0 = 2.8 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ とし、破壊時弾性係数は1万分の1の 28.0 kgf/cm^2 とし、引張強度 σ_t は割裂試験結果の $\sigma_t = 31.9 \text{ kgf/cm}^2$ を用いた。解析結果のひび割れ発生荷重は1200kgfとなっている。しかし、図-3の変位曲線では800kgfで非線形性を示しており、図-4の荷重～応力関係より引張応力は -24.0 kgf/cm^2 となるので、これを引張強度として次の解析を行なう。 D_0 もこれと同率の $24.0 / 31.9 = 3/4$ で低減した。

また $D_r = D_0 / 10000$ ではひび割れ後もかなりの引張応力が残るため $D_r / 10^6$ としたが、NTF3では、さらに $D_r / 10^8$ とした。NTF4では σ_t のみ 21.0 kgf/cm^2 に低下させた。鉄筋の弾性係数は $E_s = 2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ とした。

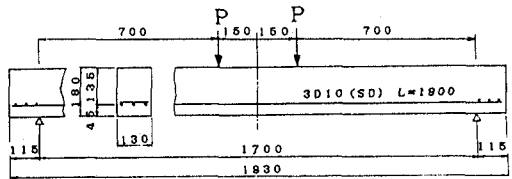


図-1 試験体寸法図

表-1 NO-TENSION FEM 解析ケース

	引張強度 σ_t	初期弾性係数 D_0	壊時弾性係数 D_r
NTF1	31.9	2.8×10^5	28.0
NTF2	24.0	2.1×10^5	0.21
NTF3	24.0	2.1×10^5	0.002
NTF4	21.0	2.1×10^5	0.002
弾性解	31.9	2.1×10^5	-

(単位: kgf/cm^2)

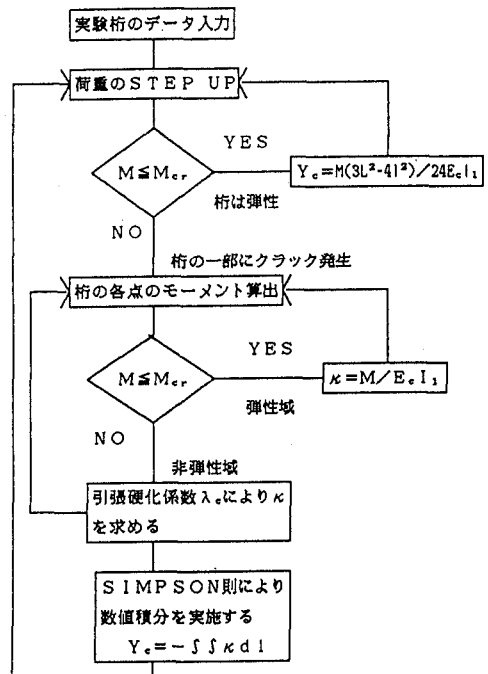


図-2 クラックひずみ法フローチャート

2) クラックひずみ法解析

クラックひずみ法解析は、従来のクラックひずみ法に基づいて、PC-FORTRANによりプログラミングを行なった。そのフローチャートを図-2に示すが、本研究ではモーメントを分割し、その分割モーメントに対応してひび割れ前後の曲率 κ を求め、更にその曲率 κ を数値積分してたわみを求めている。

クラックひずみ法解析は、表-1の解析ケースのNTF1・NTF4のデータを用いて解析を行なった。

4. 解析結果

実験結果とNO-TENSION解析、クラックひずみ法解析を比較した荷重～変位関係を図-3に示す。実験結果は、両解析法の間であり、NO-TENSION解析はいずれの解析方法もほぼ弾性領域(荷重が800kgの付近)まで一致しているが、それ以後の変位の割合は実験値に比べ小さい。またクラックひずみ法解析は、弾性域以後直線となっていて、クラックの評価の仕方が課題であることが考えられる。

NO-TENSION解析における荷重～応力関係を図-4に示す。

この図に示すように引張部では、最下部の要素から次々と0に転じていくことが分かる。圧縮部においても引張部の0に転じる変化に応じて急増し、中立軸が移動することにより応力が引張部へと移行していくことが分かる。鉄筋応力も同じく引張応力の減少にともない、鉄筋応力が増加して鉄筋の負担が大きくなったことを示している。

図-5の実線と破線は各々対応する要素の実験と解析によるひずみである。圧縮側では、ほぼ一致しているが、引張側になると実験値のひずみが大きくなっていく。

5. まとめ

NO-TENSION解析は実験値との対応が比較的良く、鉄筋の非線形性を考慮することにより更に実験値へ近づくとと思われる。

今後、強度定数に関する試験精度を更に向上し研究を続行していきたい。

参考文献

- 1) 江夏、吉川、小玉(1990.9): クラックひずみ法によるRC部材の曲げ剛性に関する解析的研究, 土木学会第45回年次学術講演会 p572~573
- 2) 日本コンクリート工学協会(1984.12): RC構造の有限要素解析に関する論文集

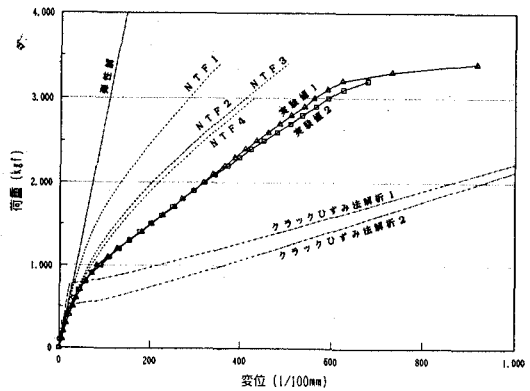


図-3 荷重～変位の関係

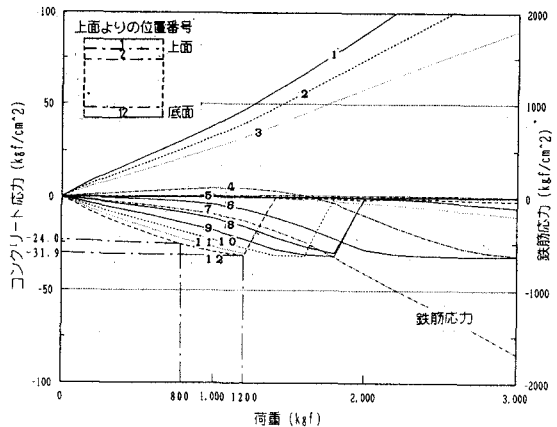


図-4 荷重と応力の関係(NTF1)

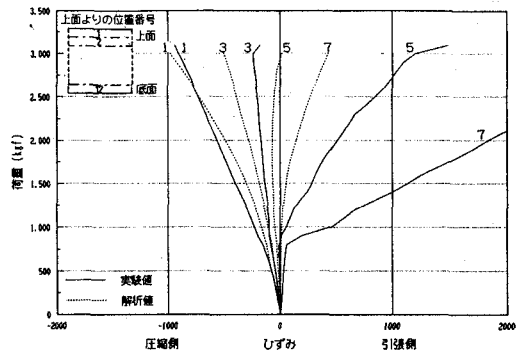


図-5 荷重～ひずみの関係