

部材幅を変化させた低鉄筋RC部材の性状

日本大学大学院 学生員 ○椎根 幹夫
日本大学工学部 正 員 原 忠勝

1. はじめに： トンネルなどの地下構造物は軸力を加味できるため、橋などの地上構造物に比べて鉄筋量が少なく配置される場合が多い。また、近年における地下構造物の輻輳化は、既存構造物に孔を開けるなどの改造を行うこともある。以上のような背景から、本研究では、これら低鉄筋RC部材が作用荷重下において開孔などの改造が行われ、部材幅が変化する場合について検討しようとするものである。本報告においては、軸力と曲げモーメントを受ける低鉄筋RC部材について、作用荷重の大きさを実験条件として開孔を行った場合の性状について検討したものである。

2. 実験の概要： 試験体の形状は、図-1に示すような変形のコの字型で、偏心荷重（偏心距離10cm）によって軸力と曲げモーメントを作用させた。断面は、図に示すように、幅120cm、高さ15cm（有効高さ10cm）で、D10を8本配置した複鉄筋断面で、主鉄筋量は0.48%である。また試験体には、配力筋としてD10を30cmピッチで配置した。なお開孔部の大きさは、試験体幅の約1/3で、直径40cmである。

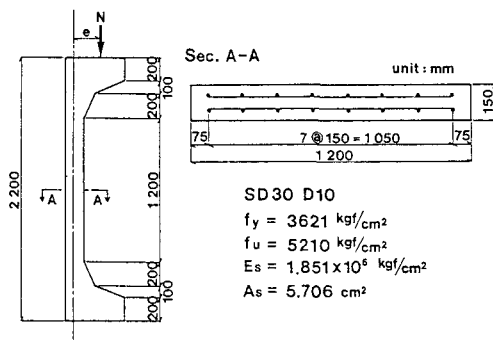


図-1 試験体形状と断面寸法

実験条件は、表-1に示すように、開孔時における作用荷重の大きさとし、(1)最初から開孔部を設けたもの(H-Mmax)、および(2)ひびわれ発生前(Mnc-H)、(3)鉄筋の許容応力度(Ma-H)、(4)鉄筋の許容応力度の1.5倍の荷重(My-H)、の4条件である。また比較のために、開孔を行わない試験体(Mmax-Hnon)も作製し、これらの条件を組合わせた計5体について載荷試験を行ったものである。試験体に用いたコンクリートの圧縮強度は、載荷試験後にコアを採取して求めたもので、表-1に示す通りである。

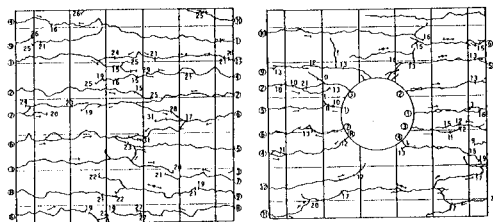
表-1 実験条件とコンクリートの圧縮強度

試験体名	開 孔 条 件	f'c(kgf/cm²)
Mmax-Hnon	開孔無しで、載荷	228.2
H-Mmax	開孔後、載荷	208.7
Mnc-H	ひびわれ発生荷重前に開孔	247.2
Ma-H	σ_{sa} まで載荷後、開孔	207.2
My-H	$1.5 \cdot \sigma_{sa}$ まで載荷後、開孔	263.4

ただし、 $\sigma_{sa}=1800$ kgf/cm²とした。

3. 実験結果および考察： 全ての試験体は、鉄筋の降伏後に圧縮側コンクリートが圧壊する、曲げ・引張破壊の様相を呈して破壊した。ひびわれ様相は、図-2に示すように、開孔部周辺に放射状に発生したひびわれによって特徴づけられる。図に示すように、最初から開孔部を設けた試験体(H-Mmax)や、作用荷重が小さい時に開孔した試験体(Mnc-H、Ma-H)は、放射状のひびわれが発生した。

これら開孔などの改造によって部材幅が変化する低鉄筋RC部材の性状について検討するために、ここでは、コンクリートの引張応力-ひずみ関係と、試験体の変形に伴う2次モーメントの影響を考慮した非線形解析を試みた。解析に当たっては、図-3に示すよう



(a) Mmax-Hnon (b) H-Mmax

図-2. 1 ひびわれ様相

に、圧縮応力下のコンクリートの性状はHognestad[1]による2次曲線、引張応力下のコンクリートには、コンクリートのひずみ軟化を考慮した応力-ひずみ関係を用いることとした。また、鉄筋は、ひずみ硬化を考慮するために、実験結果を近似したバイリニア型とした。

図-4は、これら非線形解析における引張剛性の影響を孔のない試験体の場合について比較したものである。図に示すように、コンクリートの引張応力-ひずみ関係を考慮すれば、比較的实验値に近い荷重-曲率関係が得られる。また、ここで用いた非線形解析結果より、ひびわれ発生荷重と最大耐力について比較したのが表-2である。ひびわれ発生荷重は、コンクリートの引張強度を低減するHalvorsen[2]を除いて、ほぼ実験値を満足する結果が得られた。また最大耐力は、Halvorsen[2]の場合が良く一致しており、平均値1.02(変動係数5.9%)であった。これは、Lin[3]、およびCollins[4]とも、鉄筋降伏近傍においてもコンクリートが引張を分担するような引張応力-ひずみ関係であったためと考えられる。

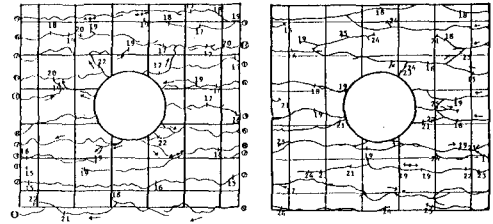
また図-5には、鉄筋の許容応力度付近で開孔を行った試験体(Ma-H)の荷重-曲率関係をCollins[4]の式をひずみ軟化域を-0.5と修正して計算した結果を示したものである。図に示すように、引張剛性を考慮することによって、開孔による部材幅の変化を良く表現できたように思われる。

4. まとめ: 以上をまとめれば、引張剛性と、変形による2次モーメントを考慮した非線形解析の結果では、開孔による減少断面がその後の部材の性状に影響すると考えられることがわかった。しかし、開孔部周辺に放射状にひびわれが発生したが本実験の範囲では、殆ど影響がなかったように思われる。

表-2 実験結果と計算結果の比較

Specimen Name	Mmax-Hnon		H-Mmax		Mnc-H		Ma-H		My-H	
	Ncr	Nmax	Ncr	Nmax	Ncr	Nmax	Ncr	Nmax	Ncr	Nmax
Test Result (tonf)	12.9	30.7	7.9	22.1	7.0	22.4	14.3	22.9	13.7	25.4
実験値と計算値の比	exp. cal.	exp. cal.	exp. cal.	exp. cal.	exp. cal.	exp. cal.	exp. cal.	exp. cal.	exp. cal.	exp. cal.
	—	0.95	—	1.03	—	0.98	—	1.08	—	1.11
Halvorsen	1.68	0.93	1.81	1.02	0.82	0.97	2.10	1.07	1.63	1.09
C.S.Lin	0.93	0.88	1.01	0.99	0.70	0.93	1.17	1.04	0.91	1.06
Collins(修正-0.4)	0.93	0.80	1.01	0.91	0.70	0.85	1.17	0.96	0.91	0.95
Collins(修正-0.5)	0.93	0.86	1.01	0.97	0.70	0.90	1.17	1.01	0.91	1.02

参考文献: [1]Hognestad, Bull. No. 399, Univ. of Illinois, 1951. [2]色部ら訳, コンクリート構造物の塑性解析, 丸善, [3]Lin・Scordelis, ASCE, V. 101, No. ST3, 1975. [4]Vecchio・Collins, ACI, V. 83, No. 2, 1986.



(c) Ma-H (d) My-H

図-2.2 ひびわれ様相

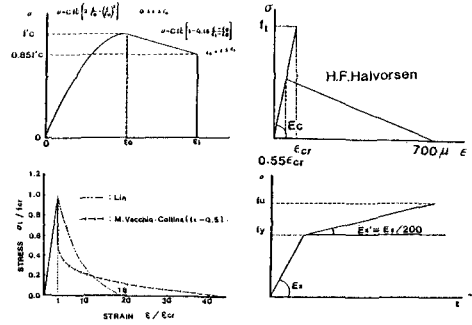


図-3 解析に用いた材料の $\sigma-\epsilon$ 関係

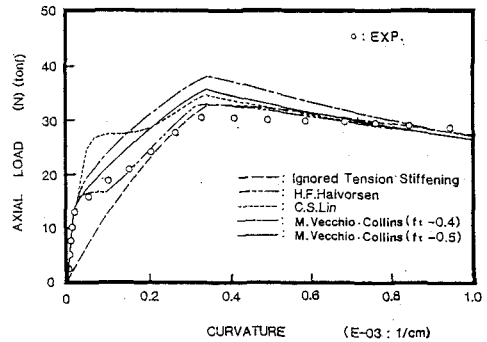


図-4 Mmax-Hnon試験体の荷重-曲率

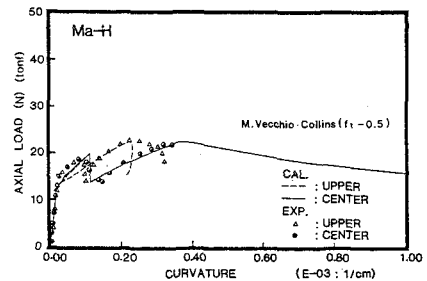


図-5 Ma-H試験体の荷重-曲率