

日本大学大学院 学生員 ○與儀 友一郎
日本大学工学部 正 員 原 忠勝

1. はじめに： 近年、鉄筋をトラス状（ラティスガーダー）に配置し、はね返り量を減少させたものを支保部材として用いる試みがなされている。本研究の目的は、ラティスガーダーを用いた支保部材の利用を検討するための基礎資料を得ることである。本報告では、実物大の曲線ラティスガーダーを用いたRC部材について載荷試験を行い、正の曲げモーメント、および軸力と正負の曲げモーメントの作用下における部材のひびわれ様相、変形、および耐力について述べたものである。

2. 実験概要： 実験に使用したラティスガーダーは、図-1に示すように、スパン4.02mで、円形ライニングを5分割したものである。モデル1は、コンクリートを打設したラティスガーダー（RCモデルと呼ぶ）の場合で3体作製した。モデル2は、コンクリートを打設していないラティスガーダー（フレームモデルと呼ぶ）で、1体作製した。図に示すように、軸方向筋にはD19を外側、内側にそれぞれ2本ずつまた、D13をラティス筋として12°間隔で配置した4コードタイプのものである。RCモデルは、幅 $b=30\text{cm}$ 、高さ $h=25\text{cm}$ （有効高さ $d=20\text{cm}$ ）、外径 $R=3.671\text{m}$ である。

載荷方法は、図-2に示すように、①正の曲げモーメントのみ、②負の曲げモーメントと軸力、および③正の曲げモーメントと軸力を組み合わせた場合の3条件である。ただしフレームモデルは、弾性限度内で載荷試験を行った。なお、試験体に用いたコンクリートおよび鉄筋の諸性質は表-1に示す通りである。

3. 実験結果および考察： 本実験のうちRCモデルにおけるひびわれ発生荷重、最大耐力、および破壊様相の結果を表-2に示す。全ての試験体は、下側鉄筋降伏後、破壊に至っている。正曲げの場合、ひびわれが上側鉄筋位置まで伸び圧壊を確認した後、載荷点外側で斜引張破壊を起こした。軸力と正曲げの場合、ひびわれが圧縮側に進展しスパン中央が圧壊する曲げ引張破壊の性状を示した。このうち、曲げ降伏後に斜めひびわれが発生した正の曲げモーメントを受ける試験体のひびわれ様相を写真-1に示す。また、この試験体のひびわれは、軸力と負曲げの試験体と同様、同心円のほぼ同じ中心軸線上に発生しており、試験体全

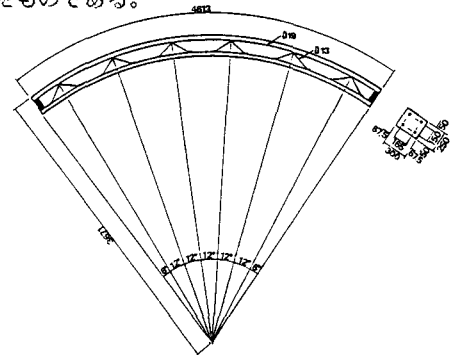


図-1 試験体形状寸法

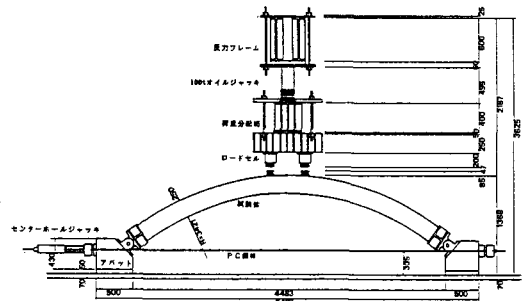


図-2 載荷方法

表-1 使用材料の性質

コンクリート		鉄筋	
圧縮強度 (kgf/cm^2)	$f_c' = 213.116$	降伏強度 (kgf/cm^2)	$f_y = 3533$
引張強度 (kgf/cm^2)	$f_t = 21.619$	引張強度 (kgf/cm^2)	$f_u = 5435$
弾性係数 (kgf/cm^2)	$E_c = 1.91 \times 10^5$	弾性係数 (kgf/cm^2)	$E_s = 1.90 \times 10^5$
最大圧縮力時ひずみ	$\epsilon_{cs} = 2349 \mu$	降伏ひずみ	$\epsilon_y = 1859 \mu$
終局ひずみ	$\epsilon_{cu} = 3800 \mu$	降伏後の弾性係数	$E_s' = 7600$
引張限界ひずみ	$\epsilon_{cr} = 113 \mu$		

表-2 実験結果一覧

試験体名	荷重	P_{cr} (tonf)	P_{max} (tonf)	破壊形式	備 考
PLG86-H(+)-Nnon-1	0.24	3.75	斜引張破壊	鉄筋降伏後、圧壊	
PLG86-H(+)-Nnon-2	0.21	3.60	斜引張破壊	鉄筋降伏後、圧壊	
PLG86-H(-)-N	0.89	—	破壊に至らず	鉄筋は降伏	
PLG86-H(+)-N	0.89	13.43	曲げ引張破壊	鉄筋降伏後、圧壊	

体に分散している。一方、軸力と正曲げの試験体では、スパン中央および載荷点付近に集中してひびわれが発生し、また、正曲げ、負曲げの試験体に比較してひびわれ本数も少なかった。

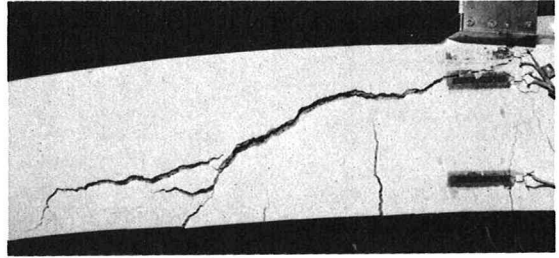
終局強度理論による最大耐力の計算値は、表-3に示すように、正曲げの場合、実験値との比は1.00~1.06で、軸力と正曲げの場合は、部材性状を考慮するために2ヒンジのタイドアーチとし、計算値との比は1.08であった。

次に、任意荷重下における性状を検討するために、引張剛性を考慮した非線形解析を行った。引張剛性は、コンクリートのひずみ軟化を表現した引張応力-ひずみ関係を用いることとした。本解析では、Halvorsen[1]、Lin・Scordelis[2]の方法、およびVecchio・Collins[3]の実験結果を下限值で修正したものを用いた。また、コンクリートの圧縮応力-ひずみ関係は、ACI 規準による二次式を実験結果に合わせて表-1に示した値を用いた。鉄筋の応力-ひずみ関係も同様に、実験結果に基づきひずみ硬化域を $E_s' = E_s/250$ としたバイリニア一型としたものである。

図-3は、このうち正曲げを受ける場合について、コンクリートの引張強度を弾性限界ひずみの55%まで低減し、終局引張ひずみを 700μ としたHalvorsen[1]のものを用いた結果である。本解析にあたっては、ラティス筋の影響を考慮していないが、圧縮側コンクリートおよび圧縮鉄筋のひずみと計算結果は比較的よく一致しているように思われる。また図-4は、荷重-曲率関係について引張応力-ひずみ関係の違いを比較したものである。図に示すように、最大耐力はいずれの方法を用いても大差なく、表-3に示した終局強度理論による場合とほぼ同様な結果が得られた。

4. まとめ：ここではラティス筋を有するRC曲線部材の実験結果より検討を行った。本実験の場合、部材性状はアーチ機構をモデル化した断面力としても、比較的良く一致した結果を得た。しかし本解析の場合、特に、ひびわれ発生荷重付近の引張側鉄筋のひずみ性状は良く表現されておらず、今後検討すべき事項と思われる。

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



写-1 ひびわれ様相 (M(+)-Nnon1)

表-3 終局強度理論による最大耐力の比較

試 験 体 名	exp. (tonf)	最大耐力 (tonf)	
		cal.	exp./cal.
PLG86-M(+)-Nnon-1	3.75	3.54	1.06
PLG86-M(+)-Nnon-2	3.60	3.59	1.00
PLG86-M(+)-N	13.43	12.38	1.08

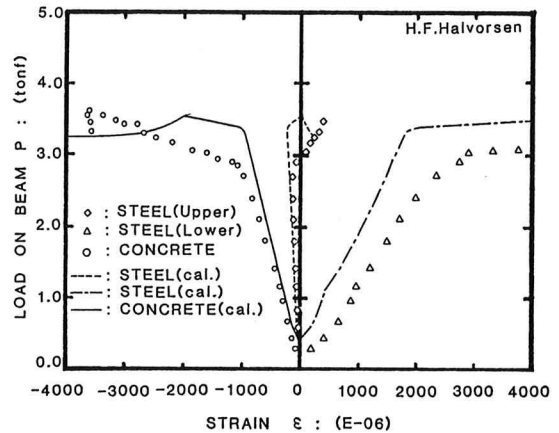


図-3 荷重-ひずみ関係

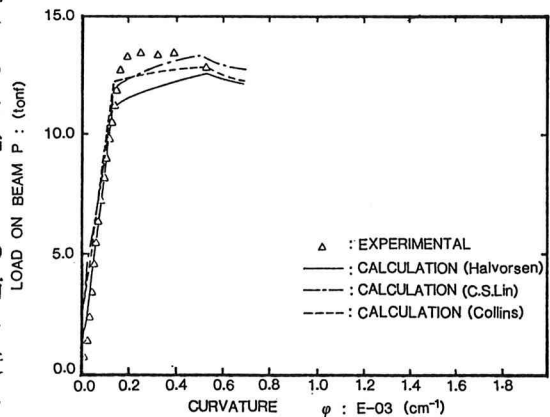


図-4 荷重-曲率関係