

VI-67 NATM鉄筋支保工の基礎的実験(その1)

—— 螺旋状の組立筋を持つ支保工単体の曲げ実験 ——

西松建設株式会社 正会員 ○武井正孝 正会員 伊藤忠彦
西松建設株式会社 正会員 寺本勝三 村井重雄

1. はじめに

NATMにおける鉄筋支保工は、H鋼による支保工に比べて、施工性、地山との密着性、吹付けコンクリートとの一体性が良いなどの長所があると言われている。しかし、その力学的特性についてはまだ十分に明らかにされていないため、日本では実施工例が少ない。

本報告は、螺旋状の組立筋を持つ鉄筋支保工(単体)の力学特性および破壊過程を調べるために行った曲げ実験およびその解析結果について述べるものである。

2. 鉄筋支保工の形状

鉄筋支保工の断面形状を図-1に示す。本支保工は、3本の軸方向鉄筋(丸鋼、以後主筋と呼ぶ)が、螺旋状に巻かれた鉄筋(丸鋼、以後螺旋筋と呼ぶ)によって組立てられたものである。主筋と螺旋筋は各々の接点で溶接接合されている。また螺旋筋の形状は円形と三角形の2通りである。なお、図中の点線は、試験体を補強する場合の補強筋の位置である。この補強方法は、短い丸鋼を図に示した位置に溶接で取付けるものであり、このような補強が効果的であることは事前解析により確認している。

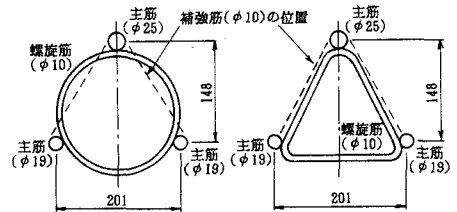


図-1 鉄筋支保工の断面形状

アクチュエータによる静的加力(0.3mm/sec)

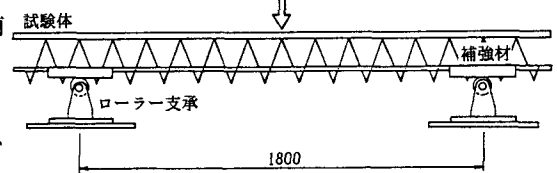


図-2 荷重方法

3. 実験方法および実験パラメータ

図-2に曲げ実験の荷重方法を示す。曲げ実験はスパン1800mmの中央1点荷重で行った。加力はアクチュエータ(油圧ジャッキ:10tレンジ)で行い、荷重速度は0.3mm/secとした。また、下筋の軸方向拘束を避けるために、4つの支点はそれぞれ独立のローラー支承とし、支点近傍の下筋には補強材を当てて、局部的な破壊を防ぐようにした。

実験パラメータは、①螺旋ピッチ、②螺旋形状、③補強の3つとした。補強方法については、先に述べた方法で各ピッチ全て補強した場合(全体補強)と2ピッチおきに補強した場合(部分補強)の2通りとした。表-1に実験一覧表を示す。

4. 実験結果

曲げ剛性EIおよび曲げ耐力Mu:表-1のEIとMuの実験値を見ると、螺旋ピッチが短いほど、また補強が多いほど、EI, Muとも大きくなっている。螺旋形状で比較すると、EIは三角形の方が大きい、Muは円形の方が大きい。実験のモーメント-たわみ曲

表-1 実験一覧表

線の例を図-3に示す。T150のように補強のない試験体は、EI, Muは低いものの变形能力が大きい。一方、T150RAのように補強をした試験体は、EI, Muは大きい变形能力が小さく、降伏後の耐力低下が大きい。図中には、H鋼(H100)のたわみ曲線(理論値)も併せて示している。T150RAとH鋼のMuはほ

試験名	螺旋筋		使用鋼材量(kg/m)			補強	EI×10 ⁹ (tf・cm ²)			Mu(tf・m)
	形状	ピッチ(mm)	主筋	組立筋	計		実験値	解析値	実/解	実験値
C100	円形	100	8.31	3.85	12.2	なし	39.2	31.2	1.25	0.465
C150		150		2.61	10.9		33.2	25.3	1.31	0.380
C225		225		1.80	10.1		25.5	20.3	1.25	0.308
T150	三角形	150		2.82	11.1	なし	37.0	32.9	1.12	0.349
T225		225		1.93	10.3		28.3	25.8	1.09	0.302
CI50RA	円形	150		4.25	12.6	全体	191	182	1.05	1.190
T150RP	三角形			3.37	11.7	部分	106	115	0.92	0.814
T150RA				4.46	12.8	全体	418	506	0.82	1.864

ぼ同じである。図-4にたわみ50mmまでの荷重-たわみ曲線下の面積（これを吸収エネルギーとする）と使用鋼材量の関係を示す。螺旋筋のピッチが小さい（使用鋼材量が多い）ほど吸収エネルギーも大きいが、補強筋を配置した方が経済的に吸収エネルギーを大きくすることができる。

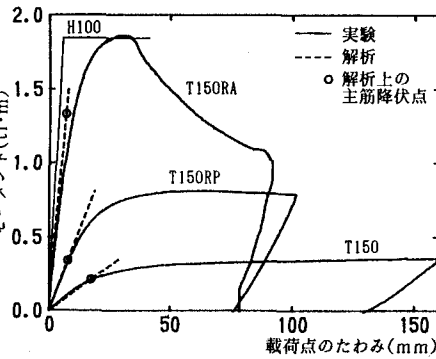


図-3 モーメント-たわみ曲線

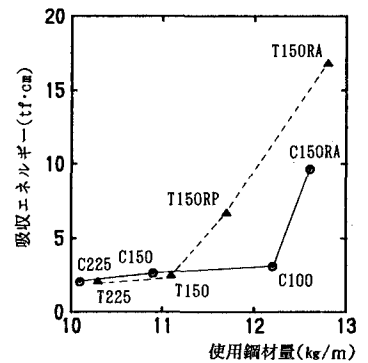


図-4 吸収エネルギーと使用鋼材量の関係

破壊性状：試験体は、荷重により荷重点で折れ曲ってほぼV字形に変形した。また、全ケースとも溶接部では破壊しなかった。図-5は主筋のひずみとモーメントの関係である。曲げによる圧縮・引張ひずみが各主筋それぞれに生じており、このことから無補強の試験体はトラスのような一体化した変形をせず、各主筋が重ねばりのようにそれぞれに曲っていることがわかる。図-6は荷重点直下の螺旋筋応力とモーメントの関係である。各応力は螺旋筋の内側と外側で計測したひずみから求めた。無補強の試験体(C150, T150)は、曲げ応力が大きくなるが、軸応力は小さい。逆に、補強のある場合(T150RA)は、曲げ応力はごく小さいが、軸応力は大きくなっている。このことから補強のある場合はトラス構造に近くなるため、EI, Muが大きくなったと考えられる。

5. 解析

各ケースについて、3次元骨組構造物解析（弾性解析）を行った。表-1にはEIの解析値を示している。円形螺旋の場合、螺旋筋を折線近似してモデル化しているので、特に補強のないケースでは実験と解析の結果にややずれがある。図-3にも解析結果を示している。T150RAのEIが実験より大きいのは、解析モデルが3次元トラスになっているからである。図中に○印で示した点は、主筋応力が3,000kgf/cm²に達する点である。解析結果によると、螺旋筋の降伏が主筋より先行するが、全体剛性に影響を与えるのは、図-3に示すように主筋の降伏の方であると考えられる。また、実験時に行ったAE計測においても、解析を裏付ける結果となっている（図-7）。

6. まとめ

本実験および解析の結果、螺旋状の組立筋を持つ鉄筋支保工単体の曲げ剛性、耐荷力が明らかになった。また、補強することによって剛性と耐力の調節が可能であることが確認された。今後は、軸力作用下での力学特性および継手部の検討が必要であると思われる。

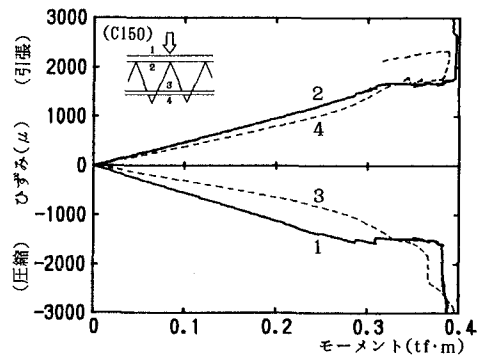


図-5 ひずみとモーメントの関係

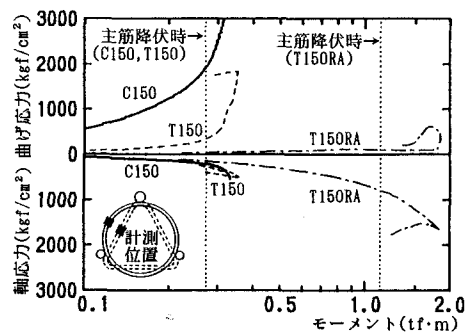


図-6 螺旋筋応力とモーメントの関係

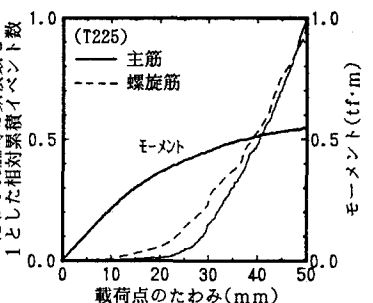


図-7 たわみ-累積ひずみ回数曲線