

III-138

鉄筋支保工単体の曲げ剛性と曲げ耐力について

東京電力㈱ 正会員 有泉 毅
 東京電力㈱ 佐藤 義春
 東電設計㈱ 正会員 円谷 喜只

1. はじめに

鉄筋支保工は、NATMにおける支保材の中で吹付コンクリートと一体化して効果的な支保であることが知られているが、わが国では未だ十分に普及していない。その理由の一つとしては、鉄筋支保工の変形、強度特性が明瞭になっていないことが挙げられる。

本報告は、形状の異なる鉄筋支保工単体について、一般部と継手部の曲げ試験結果より得られた、曲げ剛性と曲げ耐力について述べるものである。なお、対象とした鉄筋支保工は、表-1、2に示すとおり一般部6タイプ、継手部3タイプである。

2. 実験方法及び実験ケース

実験方法は、図-1に示すように、一般部については1点荷重により行い、継手部については2点荷重により行った。実験評価項目は、一般部、継手部とも曲げ剛性と曲げ耐力とした。実験ケースは、一般部については表-1に示すとおり、実験パラメーターは断面形状、組立筋及び主筋径とし、継手部については表-2に示すとおり、実験パラメーターとしては継手構造とした。実験数は各ケースごとに2供試体とした。

なお、主鉄筋と組立筋の接合は溶接接合とした。

3. 実験結果と考察

3.1 一般部

(1) 曲げ剛性 (EI)

荷重 P 、変位 δ の関係より算出した曲げ剛性 EI の実験結果を図-2に示す。これによれば、①支保工の断面形状、組立筋形状によって剛性が異なり、斜材を入れたA、Bタイプは、斜材を入れないCタイプよりも剛性が高い。この傾向は、断面形状、主筋径が変化しても同じである。②従って、鉄筋支保工において剛性を評価するためには、組立筋の構造を考慮する必要がある。

曲げ剛性の実験値と計算値の比較を図-3に示す。曲げ剛性の計算値は表-1に示すとおり、支保工を立体骨組でモデル化し、図-1に示す条件で単位荷重をかけたときの中央変位 δ より曲げ剛性 EI を求めた。これによれば、①実験値/計算値は、D16については0.8~1.2、D22については0.5~1.2であり、全体的には実験値の方が計算値より小さい。②主筋径D22のものについては、D16に比べてバラツキが大きい。③実験値/計算値は、3Cと4Cタイプが比較的良く一致している。これは、このタイプは他のタイプに比べて、組立筋の形状が簡単であるために、供試体と解析モデルが比較的一致したものと考えられる。

(2) 曲げ耐力 (M_u)

最大荷重 P_{max} より求めた曲げ耐力 M_u の実験結果を図-4に示す。これによれば、①曲げ耐力の最も大きいのは3B、4Bタイプである。この傾向は、断面形状、主筋径が変化しても変らない。②従って、主筋に対し水平方向に組立筋を入れたこのタイプは曲げ耐力に有効であると考えられる。

表-1 一般部実験ケース

実験 ケース No	断面 形状	組立筋形状	主鉄 筋径 mm	組立 筋径 mm	計 算 値	
					EI $10 \times 10^4 \text{ tf} \cdot \text{cm}^2$	M_u $\text{tf} \cdot \text{cm}$
3A	三 角		D16	D10	110	594
			D22	D16	255	1164
3B	角		D16	D10	174	594
			D22	D16	267	1164
3C	形		D16	D10	18	594
			D22	D16	84	1164
4A	四		D16	D10	198	1188
			D22	D16	429	2328
4B	角		D16	D10	168	1188
			D22	D16	386	2328
4C	形		D16	D10	27	1188
			D22	D16	127	2328

*鉄筋材質はSD30

表-2 継手部の実験ケース

一般部 形状	実験 ケースNo	継手構造	特徴
3C	3C ケース1		主筋に溶接したプレートにボルトで締めやすい形に溶接し、ボルトとナットで接合する形式
4C	4C ケース1		
3C	3C ケース2		鉄筋自体にネジ加工を施し、長いナットで接合する形式
4C	4C ケース2		
3C	3C ケース3		摩擦力により2本の鉄筋を継ぐ形式
4C	4C ケース3		

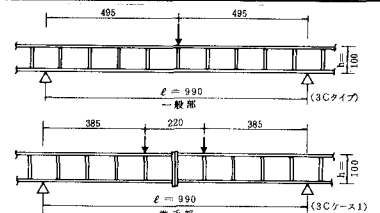


図-1 載荷方法

曲げ耐力の実験値と計算値の比較を図-5に示す。計算による M_u は、鉄筋支保工の主筋のみを考慮して、 $M_u = \sigma_{sy} \cdot I / y$ ($\sigma_{sy} = 3000 \text{ kg} \cdot \text{f} / \text{cm}^2$)より算出したものである。これによれば、①3A, 4Aタイプについては、実験値/計算値は主筋径D16, D22とも0.9~1.0とよく一致している。従って、この種の鉄筋支保工の耐力計算においては、組立筋は考慮しなくともよいと考えられる。②3B, 4Bタイプについては、実験値/計算値は、主筋径D16, D22とも1.2~1.3であり、実験値の方が大きい。③3C, 4Cタイプについては、実験値/計算値は、主筋径D16の場合0.4, D22の場合0.6~0.9となり、いずれも実験値の方が小さい。このタイプは主筋と組立筋が直交しており、主筋の曲げによる応力を組立筋が分担しにくい構造なため実験値の耐力が小さくなったものと考えられる。

破壊状況は、3A, 3Bタイプのものが座屈破壊と溶接部の破壊を起こしたが、その他は全て曲げモーメントによる圧縮側鉄筋の降伏であった。

3.2 継手部

継手部の曲げ剛性 EI' と曲げ耐力 M_u' を調べるために、最も簡単な組立形状である3C, 4Cタイプを選び実験を行った。

(1) 曲げ剛性 (EI')

継手部と一般部の曲げ剛性の比較を図-6に示す。これによれば、①いずれの継手においても、曲げ剛性は一般部より小さい。②継手のうち3Cケース1が一般部の75%と最も大きい剛性を示しているが、その他の継手は一般部の30%~40%と小さな値となっている。③従って、支保工としての剛性を評価する場合は、継手部の剛性低下を考慮する必要がある。

(2) 曲げ耐力 (M_u')

継手部と一般部の曲げ耐力の比較を図-7に示す。これによれば、①いずれの継手においても、曲げ耐力は一般部より小さい。②ケース1の継手は、3C, 4Cで一般部のそれぞれ70%, 60%と他の継手と比べ比較的大きな値となっているが、その他の継手は一般部の40%~60%となっている。

破壊状況は、一部の試験体で鉄筋の溶接部が破壊したものがあるが、ほとんどの試験体において、最大曲げモーメント発生箇所、圧縮側鉄筋の降伏による破壊であった。

4. まとめ

今回の実験結果をまとめると次項のとおりとなる。

①鉄筋支保工の曲げ剛性、曲げ耐力は、断面形状や組立筋の形状によって異なり、その傾向は断面形状や主筋径が変化しても変わらない。

②今回の実験ケースで曲げ剛性が最も大きい値を示したのは、三角形では3Aタイプ、四角形では4Aタイプであり、曲げ耐力の比較では三角形では3Bタイプ、四角形では4Bタイプであった。

③曲げ剛性、曲げ耐力の計算値は、組立筋の形状により実験値と異なるので、設計においては留意する必要がある。

④鉄筋支保工継手の曲げ剛性、曲げ耐力は、一般部より小さい値を示した。

従って、鉄筋支保工構造体の曲げ剛性、曲げ耐力を評価する場合においては、継手部の特性を考慮する必要がある。

5. おわりに

今回の実験では、鉄筋支保工単体の曲げ剛性、曲げ耐力が明らかになった。

今後は、軸力が導入された状態での継手部の曲げ剛性、曲げ耐力や吹付コンクリートとの荷重分担率等について検討する必要があるものと思われる。

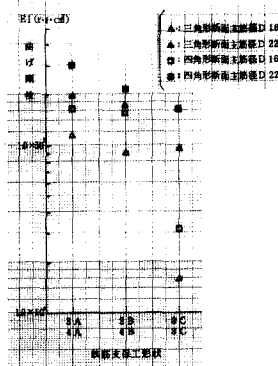


図-2 曲げ剛性実験値（一般部）

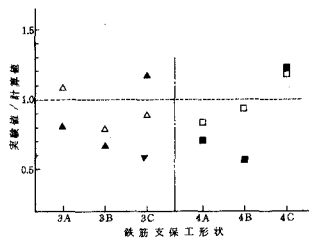


図-3 実験値と計算値の曲げ剛性の比較（一般部）

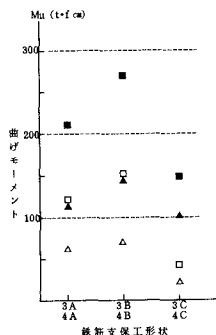


図-4 曲げ耐力実験値（一般部）

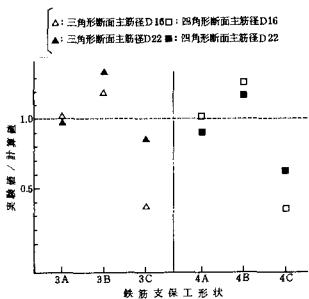


図-5 実験値と計算値の曲げ耐力の比較（一般部）

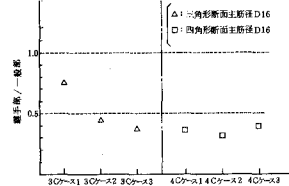


図-6 継手部と一般部の曲げ剛性の比較

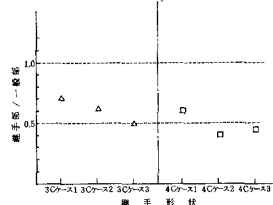


図-7 継手部と一般部の曲げ耐力の比較