

V-385

高強度鉄筋を用いた鉄筋コンクリート部材の曲げ性状の一考察

中央復建コンサルタント 正会員 室田 佳吾
 同 上 正会員 齊藤 雅文
 日本鉄道建設公団 正会員 野々村政一
 同 上 正会員 上田日出男

1. はじめに

近年、鉄道構造物を建設するにあたって建設費の低減、耐震性能の向上、施工性の省力化等が求められている。このような状況から、鉄道に多く用いられている高架橋について、高強度鉄筋（SD390、SD490）を使用する場合の問題点についての検討を進めている。本稿では、コンクリートの強度を一定とし、鉄筋の強度を変化させた梁部材の曲げ破壊試験を行い、その試験結果と設計標準¹⁾に規定されている内容とを比較することにより、高強度鉄筋コンクリート部材の基本的な曲げ特性について定量的に把握することを試みた。なお、現行設計標準には限界状態設計法が導入されており、今回の試験においても、限界状態（ひびわれ限界、降伏限界、終局限界）や変形性能に着目して評価および考察を行ったものである。

2. 実験概要

2.1 試験体

試験体の寸法及び配筋を、図-1に示す。試験体は、表-1に示す3ケースであり、コンクリートは普通ポルトランドセメントを用い、設計基準強度を $\sigma_{ck}=240$ kgf/cm²で同一とした。主鉄筋は3種類の材質を用い、ほぼ同じ曲げ耐力となるよう鉄筋径で調整した。スターループは全て、鉄筋径D13、材質SD345を用いた。また、配筋は現行の設計基準の構造細目を満たしている。

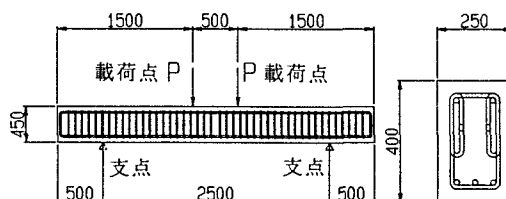


図-1 試験体寸法および配筋 (mm)

2.2 材料試験結果

材料試験はコンクリートについては圧縮、引張、曲げ試験を行い、鉄筋については引張、付着試験を行った。コンクリートの圧縮強度（載荷試験時）や鉄筋の降伏強度を、表-2に示す。

表-1 試験体ケース

試験体名	コンクリート	鉄 筋	
		強度	径
CASE-1	$\sigma_{ck}=240$ kgf/cm ²	SD 3 4 5	D19
CASE-2	$\sigma_{ck}=240$ kgf/cm ²	SD 3 9 0	D16
CASE-3	$\sigma_{ck}=240$ kgf/cm ²	SD 4 9 0	D16

2.3 載荷方法

載荷装置には、100tfの鉛直ジャッキを用い、単純梁の中央2点載荷とする。載荷方法は、ひびわれ、降伏、終局状態を考慮した、多サイクル一方向載荷とした。載荷の制御は、小変位段階では、荷重制御とし、それ以外では変位制御とした。

表-2 材料試験結果

試験体名	コンクリート 圧縮強度	鉄 筋 降伏強度
CASE-1	3 5 7 kgf/cm ²	3 7 8 6 kgf/cm ²
CASE-2	3 4 6 kgf/cm ²	4 5 9 2 kgf/cm ²
CASE-3	3 5 9 kgf/cm ²	5 6 3 3 kgf/cm ²

2.4 計測項目

主な計測項目は載荷荷重、試験体の変位、鉄筋やコンクリートのひずみ、ひびわれ幅である。

3. 実験結果

3.1 荷重～変位関係および破壊形式

荷重と変位の関係および最終破壊性状を、図-2、3に示す。3試験体とも、まず純曲げ区間において曲

げひびわれが発生し、ひびわれが成長するとともに、圧縮縁にて水平ひびわれが発生した後、コンクリートの圧壊に至った。

各限界状態における試験結果を、表-3に示す。どの結果も、ほぼ設計標準に規定されている耐力算定結果と同程度の値を示している。一方、鉄筋が高強度になるほど、降伏ひずみが大きくなるため降伏変位も大きくなり、降伏後の変形性能は低下する。

3.2 ひびわれ性状

降伏限界前のひびわれ幅は、表-4に示すように、設計標準の算定式で求めた幅より小さく、算定式が設計上安全側の評価となる。

4. 考察

現行設計標準による耐力やひびわれ幅の算定値は、載荷試験結果の値とほぼ同じ、または設計上安全側の結果を示している。

また、部材の曲げ特性を、図-4に示す、ひびわれ（C）、降伏（Y）、終局（U）を考慮したトリリニア型のM- ϕ 曲線で設定し、非線形解析を行った。解析による荷重と変位の関係を、図-5に示す。この結果から、非線形解析を行えば、部材の曲げ破壊に至るまでの変形性状も定量的に評価できる。

5. おわりに

今回の試験より、高強度材料を用いた鉄筋コンクリート部材においても、現行の設計標準が十分に適用できる可能性があることが分かった。

今後は、軸力の作用した柱部材、曲げ以外の破壊型や様々な材料強度の組み合わせの部材に対して、同様の載荷試験や非線形解析を行い、高強度鉄筋コンクリートの部材の設計方法の確立に向けて、現行の設計基準の適用性について検討していく予定である。

（謝辞）今回の載荷試験においては、大阪工業大学の栗田章光教授にご指導を頂きました。ここに感謝の意を表す次第である。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説、コンクリート構造物、平成4年11月

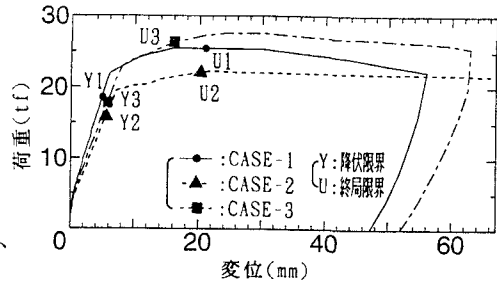


図-2 荷重～変位曲線：試験値

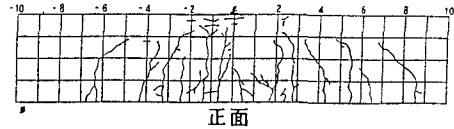


図-3 最終ひびわれ性状図（CASE-3）

表-3 試験値と解析値の比較

試験体名		降伏限界 (Y)		終局限界 (U)	
		荷重 P y (tf)	変位 δ y (mm)	荷重 P u (tf)	変位 δ u (mm)
CASE-1	試験値	19.0	5.0	25.0	21.0
	解析値	19.20	4.64	20.52	24.00
	試／解	0.98	1.08	1.22	0.88
CASE-2	試験値	16.0	5.5	22.1	20.0
	解析値	16.42	5.14	17.54	27.62
	試／解	0.97	1.07	1.26	0.72
CASE-3	試験値	18.0	5.8	26.3	16.0
	解析値	19.94	5.85	20.78	25.97
	試／解	0.90	0.99	1.27	0.62

表-4 ひびわれ幅の比較
(荷重=12tf時) (mm)

試験体名	観測値	解析値
CASE-1	0.25	0.282
CASE-2	0.20	0.412
CASE-3	0.20	0.488

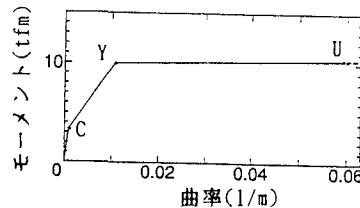


図-4 M- ϕ 曲線（CASE-3）

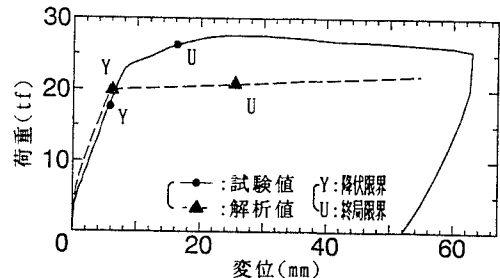


図-5 荷重～変位曲線：試験値と解析値（CASE-3）