

鉄筋コンクリート曲線桁のせん断耐力に関する解析的研究

徳山高専 学生会員 ○田坂 雄治
徳山高専 正会員 重松 恒美
徳山高専 正会員 田村 隆弘

1. 緒 論

鉄筋コンクリート曲線桁は道路橋示方書¹⁾によると、1支間当たりの交角が30°以内の曲線桁における曲げモーメント及びせん断力の算出は曲線長を支間とする直線橋と見なして計算することができるとしている。しかし、ねじりを受ける鉄筋コンクリート部材の力学的性質については、せん断を受ける鉄筋コンクリート部材の場合と同じく今なお不明な点が多く、理論的解明も十分になされていない。

そこで本研究では、鉄筋コンクリート曲線桁のせん断耐力について有限要素法による解析を要素分割3パターンの解析モデルを用いてその適応性を調査し、また、それぞれに鉄筋量、せん断スパン比をパラメータとして変化させその影響も調査した。さらに、解析を行うにあたり同条件での実験も行い、実験値と理論値の比較をおこなった。

2. 実 験

2.1 実験概要

本実験では、曲率半径の異なる2つの曲線桁と直線桁について実験をおこなった。曲線桁について曲率半径 $R=401.6\text{cm}$ 、交角 $\phi=25^{\circ}21'$ のものを R_1 、曲率半径 $R=200.7\text{cm}$ 、交角 $\phi=50^{\circ}6'$ のものを R_2 とした。また、それぞれに単鉄筋(主鉄筋にD13を3本)、複鉄筋(主鉄筋にD13を3本、圧縮鉄筋にD13を2本、スターラップとして $\phi 6$ を10cm間隔に17本)、せん断スパン比(a/d)2.5と3.0の場合を与え、計12体の供試体を用いて実験をおこなった。支持状態は、供試体の両端から15cmの上下部分をヒンジとし、側面を固定とするねじり拘束とした。

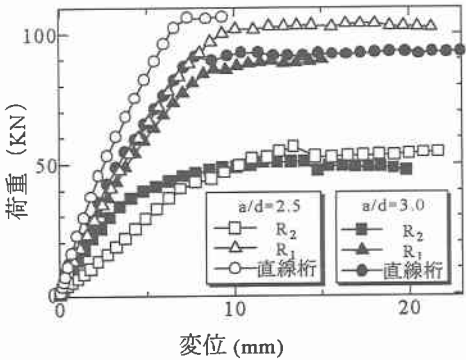


図-1 荷重-変位曲線(実験値)

2.2 実験結果

本実験によって得られた荷重-変位曲線を図-1 に示す。図-1 より、終局耐力は直線桁、 R_1 、 R_2 の順に減少していることがわかる。また、 R_2 は直線桁に比べ耐荷力の減少が顕著であり、それに比べ R_1 では耐荷力の急激な減少は見られない。

表-1 要素分割

Type	分割方向			要素数	節点数
	X	Y	Z		
A	36	2	4	288	1909
B	36	2	6	432	2717
C	36	2	8	576	3525

3. 解 析

3.1 解析概要

本解析では、3次元ソリッド要素を使用した。3次元ソリッド要素は、1要素20節点からなり、各辺の中間に節点が設けてあるので1辺の変位を2次関数で表すことができる。また、増分過程においてクラック発生後の荷重-変位の関係を適切に表現でき、最大荷重後の部材が破壊に至るまでの挙動が確認できる変位増分法を採用する。また、鉄筋は便宜上、板状と仮定しその位置は局所座標を使用する。

要素分割は表-1 に示すように x、y 方向は一定として、z 方向に4(Type A)、6(Type B)、8(Type C)分割する3パターンの解析モデルを用いて解析をおこなった。また、表-2 に使用した材料の諸定数を示す。

表-2 材料の諸定数

コンクリート	
ヤング係数 E_c (GPa)	24.9
ポアソン比 ν	0.311
圧縮強度 σ_c (MPa)	29.6
引張強度 σ_t (MPa)	2.84
比重 ρ	2.45
鉄筋 (D13)	
ヤング係数 E_1 (GPa)	206
接線係数 E_2 (GPa)	20.6
降伏強度 σ_e (MPa)	383

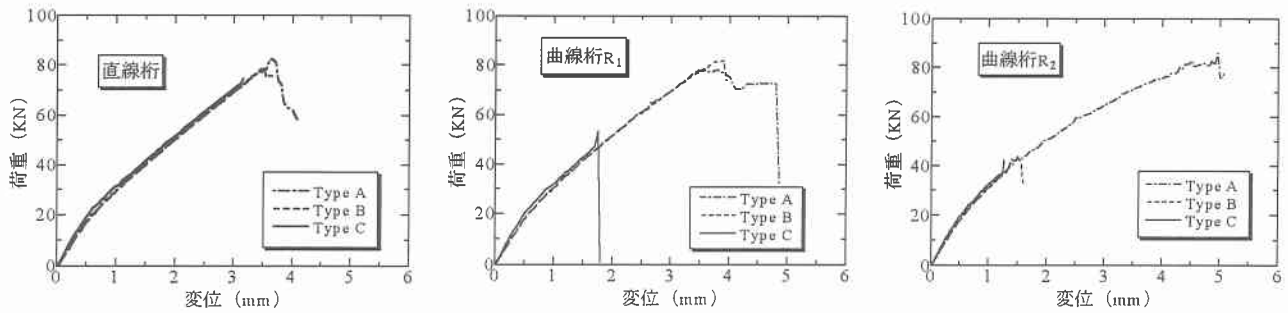


図-2 荷重-変位曲線(要素分割の影響)

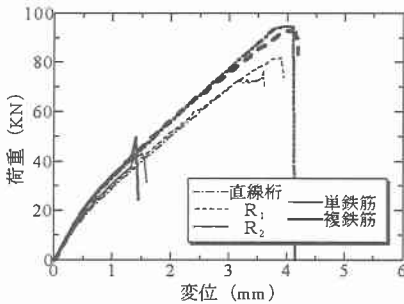


図-3 荷重-変位曲線(曲率の影響)

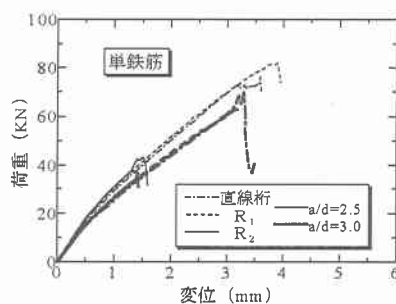
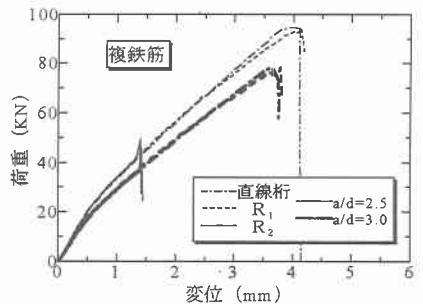


図-4 荷重-変位曲線(a/dの影響)



3.2 要素分割の検討

図-2より、直線桁についてはType AとType Bは最大耐力に多少違いはあるものの、ほぼ一致している。一方、Type Cは勾配、最大耐力とともにType A、Type Bと一致しない。次に、 R_1 についてはType A、Type Bの挙動は直線桁の場合と同様に一致している。Type CについてはType A、Type Bと大きく異なった結果となっている。 R_2 については直線桁、 R_1 での傾向とは異なり、Type BとType Cは勾配は多少違うものの似たような挙動を示し、Type Aは大きく異なる結果となった。以上の結果を実験により得た傾向から考えると、 R_1 でのType Cと、 R_2 でのType Aが実験結果と大きく異なる。

Type CはType Bに比べ要素分割は細かいが、精度の良い解析結果を得られなかった。その理由として、要素の形状による影響が考えられる。1要素のx:y:zの長さの比はType Aは1:1:1、Type Bは1.5:1.5:1、Type Cは2:2:1となり、Type Cの要素は板状の要素となる。この影響については更なる要素分割のパターンを作成する必要がある。

3.3 解析結果

前述の要素分割の検討より、本解析で使用する解析モデルは要素分割Type Bとする。

図-3より、直線桁、 R_1 はほぼ同じ挙動を示し、 R_2 は急激に耐力が減少している。実験結果と比べると曲率による耐力の減少の傾向はほぼ等しい。また、図-4より、単鉄筋、複鉄筋のどちらの場合においても、せん断スパン比が大きくなると全体的に耐力が減少していることがわかる。

4. 結 論

- (1)鉄筋コンクリート曲線桁はねじりを受けることにより、直線桁よりも耐力が減少する。
- (2)鉄筋コンクリート曲線桁の曲率による耐力への影響は今回比較した R_1 ($\phi=25^\circ 21'$)と R_2 ($\phi=50^\circ 6'$)とでは R_2 の方がその影響が大きく見られた。
- (3)解析においても実験とほぼ同様の耐力の減少の傾向が確認された。

【参考文献】

- 1) 日本道路協会、道路橋示方書(I 共通編・Ⅲコンクリート橋編)・同解説、日本道路協会、p251-255,1994。