

複雑な断面形状を有するR/C棒部材の有限要素法の適用

徳山高専 学生員 ○山崎敬子
 徳山高専 正会員 原 隆
 徳山高専 正会員 田村隆弘
 九建設計 正会員 仲敷憲一

1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の挙動問題への有限要素法の適用は、1976年Ngo, Scordelisによって行われて以来、今日では広く応用されている。当初は、平面要素により弾性解析を行うにとどまっていたこの手法も、隣接要素間のたわみ角の連続性と解析精度に問題があることやT型、I型等の特殊な断面の部材に対して問題が生じてきたことにより、最近ではアイソパラメトリック退化シェル要素やソリッド要素等が研究、開発されているに至っている。

一般に曲げを受ける鉄筋コンクリート部材の挙動は、引張領域の鉄筋の力と圧縮領域におけるコンクリートの力によって表現される。しかし、複雑な断面を有する鉄筋コンクリート部材ではこれらの力の関係を正確に表現すること、すなわち、解析的に精度の良い解を得ることは困難である。

これらのことから本研究では、I型断面についてソリッド要素を用いた有限要素法による解析を試み、コンクリート圧縮域の大きさと部材のせん断耐力の関係について調査した。また、解析プログラムの有効性については、同様の供試体による実験結果と比較することで確認した。

2. 有限要素法

本解析では、フランジとウェブのように断面寸法の急変する部材にも適用できる3次元ソリッド要素を採用する。図-1に本解析で採用した3次元ソリッド要素を示す。本解析の増分解析手法として変位増分法を適用し、解析モデルであるI型梁中央において、1ステップあたり0.005cmの変位を下向きに増分させた。また、便宜上鉄筋は板状と仮定し、その位置については局所座標系によって表現した。

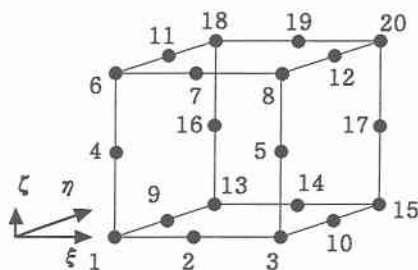


図-1 3次元ソリッド要素

3. 解析モデル

図-2に解析対象としたI型梁の要素分割を示す。図に示すようにI型梁全体を解析対象とし、境界条件は単純支持とした。要素分割はX軸方向に7分割、Y軸方向に36分割、Z軸方向に6分割した。解析に用いた代表的な材料の緒定数を表-1に示す。また、せん断スパン比は1.5とした。

実験に用いた供試体の形状と寸法を図-3、表-2に示す。全ての供試体の曲げ耐力荷力が等しくなるように、フランジ幅(B)を変化させると同時に、ウェブ高さ(H)を変化させた。また、フランジの影響を調べるためにせん断補強筋を持たないI型梁とした。

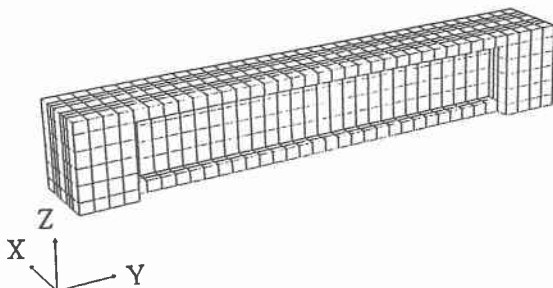


図-2 要素分割 (784要素, 5171節点)

表-1 材料の緒定数

コンクリート	
弾性係数 (MN/cm ²)	3.06
ポアソン比	0.16
圧縮強度 (kN/cm ²)	3.31
引張強度 (kN/cm ²)	0.28
比重	2.45
鉄筋	
弾性係数 (MN/cm ²)	18.9
接線係数 (MN/cm ²)	0.189
降伏強度 (MN/cm ²)	33.12

表-2 供試体寸法

供試体形状	フランジ幅 (mm)	ウェブ高さ (mm)
A	300	220
B	250	222
C	200	224
D	150	227

4. 解析結果

図-4にtypeCの解析結果と実験結果の比較を示す。いずれも弾性域ではかなり良く一致している。しかし、終局耐荷力においては、実験値に比べ解析値の方が下回る結果となった。破壊性状は解析値、実験値とも終局まで引張鉄筋は降伏せず、せん断破壊をしている。また、図-5に4タイプ全ての解析結果を示す。図に見られるように本解析モデルでは、ウェブ幅に対するフランジ幅の比の影響はtypeD ($b_w/b_f=1/3$) からtypeC ($b_w/b_f=1/4$) に変化した時約10%せん断力が増大したが、それ以上(typeA, typeB)については b_w/b_f が $1/6$ まで変化しても終局荷重の増加はみられなかった。

5. あとがき

本研究では、I型梁の断面形状とせん断耐荷力の関係をフランジ幅の異なる供試体について、数値解析を行った。プログラムの有効性については、弾性域においてかなり精度良く解析をすることができたが、非弾性域においては、まだまだ不十分な点が認められた。

鉄筋コンクリートI型梁のせん断破壊性状は、ウェブ幅とフランジ幅の比によって著しく変化することが知られている。しかし、数値解析結果より本解析モデルでは、ウェブ幅に対するフランジ幅の比の影響は、フランジ幅とウェブ幅の比が $1/4$ 以上で10%程度現れたが、それ以上はほぼ等しい結果となった。

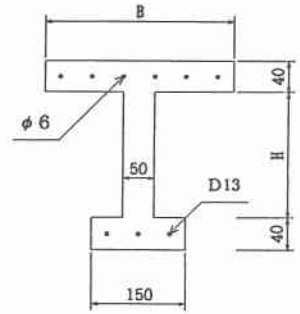


図-3 供試体形状

単位 (mm)

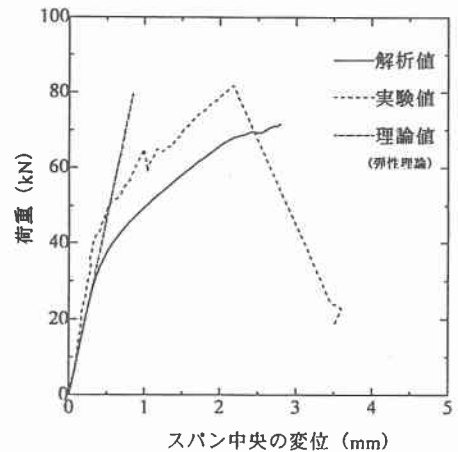


図-4 解析値と実験値の比較 (typeC)

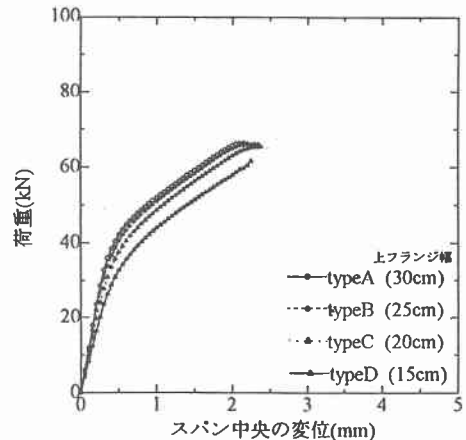


図-5 解析結果