

山梨大学工学部 ○学生員 小野寺 陽一
 山梨大学工学部 正会員 齊藤 成彦
 山梨大学工学部 正会員 中村 光
 山梨大学工学部 正会員 檜貝 勇

1. はじめに

既存の土木構造物には変断面部材が多用されている構造物が少なくない。しかし、変断面部材のせん断破壊に関する研究は少なく、破壊挙動には不明な点が多い。本研究では、支点断面の有効高さを変えた変断面梁の載荷実験、および剛体-バネモデル(RBSM)を用いた解析を行い、せん断破壊耐力、ひび割れ性状を比較し、変断面部材のせん断破壊性状について考察した。

2. 解析手法

離散型の解析手法である RBSM は、対象物を有限個の要素に分割し、要素自体は剛体と仮定し、各要素をその境界面上に連続して分布しているバネ(k_n 、 k_t)によって連結させ、バネの変形によって内力の伝達が行われると仮定したものである(図-1)。本解析手法におけるコンクリートのひび割れは、要素境界辺に沿って発生する。そのため、計算幾何学の概念である Voronoi 多角形分割を用いて、コンクリートをランダムな要素に分割することにより、ひび割れの要素分割依存性を低減した。

コンクリートの材料特性は、要素境界辺上の垂直バネおよびせん断バネに、それぞれ引張-圧縮挙動(図-2)、せん断すべり挙動をモデル化することで表現した。

鉄筋のモデル化は、Saito と Hikosaka¹⁾によって開発されたコンクリートの要素分割に依存しない離散鉄筋要素を用いて行った。本鉄筋モデルは、コンクリート剛体要素内の任意の位置に配置する事が出来るため、コンクリートの要素分割に依存しない。それぞれの鉄筋は、一連のはり要素によって構成され、はり要素の節点においてリンク要素を介し、コンクリート剛体要素に結合される。リンク要素は、鉄筋軸方向、垂直方向、回転方向のバネによって構成され、鉄筋軸方向バネを用いて鉄筋-コンクリート間の付着挙動をモデル化した。

3. 結果と考察

3. 1 実験供試体概要

図-3、表-1に示すような、支点断面の異なる3体の変断面鉄筋コンクリート梁供試体について実験を行

キーワード： 変断面、RBSM、せん断破壊

連絡先： 〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11 TEL 055-220-8517 FAX 055-220-8773

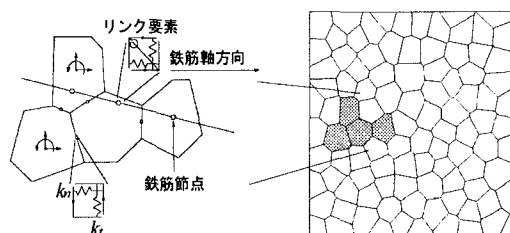


図-1 剛体-バネモデル

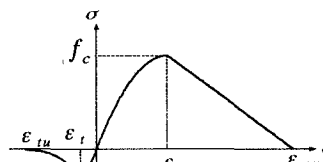


図-2 コンクリートの材料特性

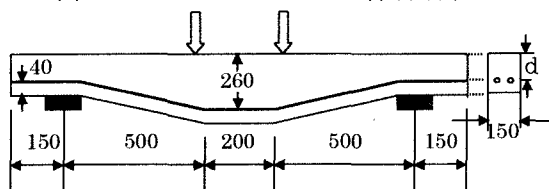


図-3 供試体概要および支点断面図(単位mm)

表-1 各供試体の有効高さおよび主鉄筋の種類

供試体番号 (支点断面有効高さ)	N-1 (d=60mm)	N-2 (d=110mm)	N-3 (d=160mm)
主鉄筋の種類	D16×2本	D19×2本	D22×2本
降伏強度(MPa)	370	378	348

った。スパン長はすべて500mm、また中央断面の有効高さはすべて260mmとした。

3. 2実験および解析結果

解析に用いた要素分割を図-4に示す。解析に用いた材料定数は、表-1および表-2に示された実測値をそれぞれ用いた。

実験値と解析値の最大荷重を表-3に示す。図-5には、各供試体の荷重-変位関係、および破壊時のひび割れ状況を示す。図中の●印は、斜めひび割れ発生時を示す。

各供試体で、最大荷重の解析値は実験値をやや上回っているが、荷重-変位関係、ひび割れ状況は、ともに比較的良好に一致している。N-1供試体は、支点断面での有効高さおよび鉄筋量が他の供試体に比べて小さく、実験・解析ともに鉄筋が降伏し、その後支点近くに斜めひび割れが発生して破壊に至った。解析でも、その様子がよく再現できている。N-2, N-3では、斜めひび割れ発生後、アーチ機構が形成されたため荷重が増加し、最終的に斜めひび割れによるせん断破壊に至った。N-2, N-3ともに実験・解析において主鉄筋は降伏しなかった。解析では、斜めひび割れ発生荷重が実験よりやや高いものの斜めひび割れの性状、破壊形式は実験値とよく対応している。

4. まとめ

本研究では、離散型解析手法であるRBSPMを用いて、変断面梁のせん断破壊挙動を考察した。荷重-変位曲線、ひび割れ性状ともに解析結果は実験結果と比較的良好に対応しており、有効高さの異なる変断面梁の破壊形状をよく再現することができた。また、有効高さの最も小さいN-1供試体では、主鉄筋の降伏後せん断破壊に至っており、変断面部材のせん断破壊は、やや複雑な挙動を示すものがあることが確認された。

参考文献

- 1) Saito, S. and Hikosaka, H. : Numerical analyses of reinforced concrete structures using spring network models, J. of Materials, Conc. Struct., Pavements, JSCE, V-44, pp.289-303, 1999.

表-2 コンクリート強度

供試体No.	コンクリート強度 (MPa)	
	圧縮強度	引張強度
N-1	24.44	1.94
N-2	38.51	2.63
N-3	34.52	2.87

表-3 最大荷重の比較

供試体No.	最大荷重 (kN)	
	実験値	解析値
N-1	136.6	141.7
N-2	180.6	185.6
N-3	176.4	199.3

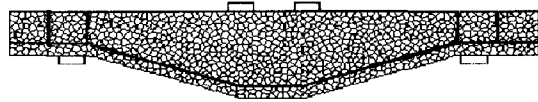


図-4 解析における要素分割(N-2)

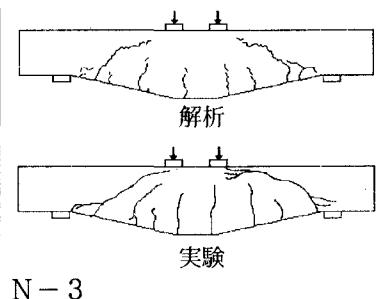
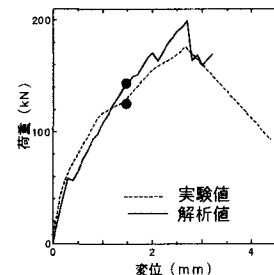
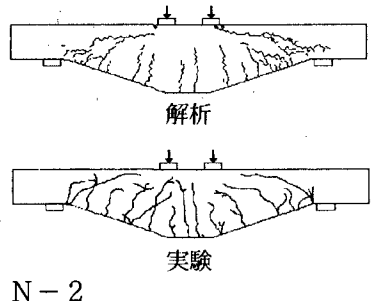
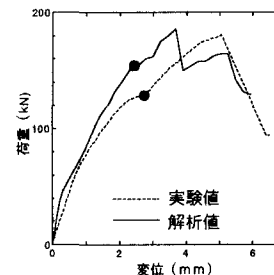
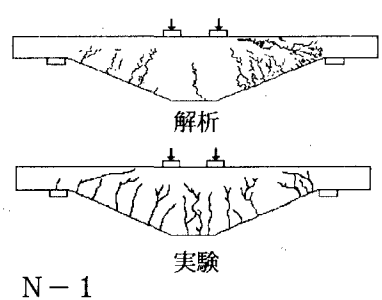
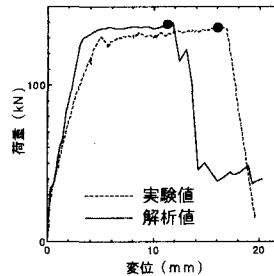


図-5 荷重-変位関係および、ひび割れ状況図