

I-A165 合成構造継手部の高速載荷実験のシミュレーション解析

防衛大学校 正員 ○香月智 学生員 別府万寿博 フェロー 石川信隆
宮地鐵工所 正員 太田貞次

1. 緒言

本研究は、柱部にコンクリート充填鋼管を用いた鋼・コンクリート合成構造ロックシェッドのはり・柱継手構造の高速変形挙動を解明するために、有限要素法を用いて予め行った実験¹⁾のシミュレーション解析を行い、継手内部のより詳細な力の伝達メカニズムについての検討を試みるものである。

2. 実験の概要

実験は、図-1に示すように長さ1m、幅45cm、厚さ27cmのI型鋼とRCによる合成はりに、断面20cm×15cmのコンクリート充填鋼管を差込み、柱頭部にスタッドを溶着した継手構造の供試体に対して、速度2.5m/sの高速強制変位をはり先端に与えたものである。

3. 解析の概要

解析は、載荷点の変位速度制御型の材料非線形動的有限要素解析プログラムを作成して行った。解析モデルは、図-2に示すように、供試体をA、B、Cの3つの部分に層分割し、それぞれに属するコンクリートと鋼材を図-3のように、四角形要素、軸要素およびはり要素にモデル化し、各層を解析上の一平面に重ね合わせた。この際、柱頭部の摩擦による連結効果を表す要素モデルとして図-4に示すFEMと混合可能な内挿型剛体ばねモデル²⁾を用いた。この法線方向ばね力は図-5に示すように圧縮と引張で非対称な特性を持つバイリニアモデルとした。また滑り抵抗を表すばねについては、図-6に示すように法線ばね力 Q_N に対してクーロンモデルによる極限値を有する軟化型のバイリニアモデルとして解析を行った。実験は、柱頭部にスタッドを持たず鋼管柱に穴を開けたスタッドレスタイプとスタッドを有する2つのタイプを行ったので、これを図-7のようにモデル化した。図-8に実験で計測された載荷棒の速度～時間関係を示す。解析は、これを実線のように折線上の変位速度～時間関係にモデル化し載荷点に与えた。

4. 解析結果と考察

図-9にスタッドタイプの荷重～変位関係を実験結果と比較して示す。実験は、変位3mm付近で25tfの最大荷重に達した後に降伏状態になり、概ね22tfを平均とする振動を伴った耐力を

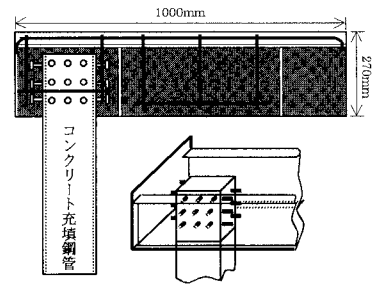


図-1 実験供試体の概要

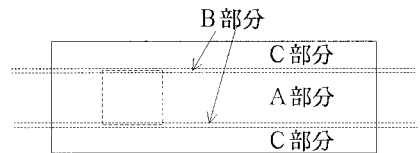


図-2 モデルの層分割

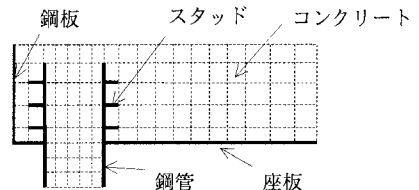


図-3 分割および要素配置

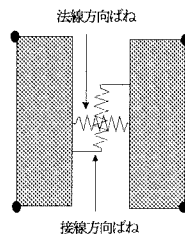


図-4 内挿型剛体ばねモデル

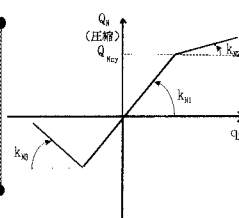


図-5 法線方向ばねの力と変形の関係

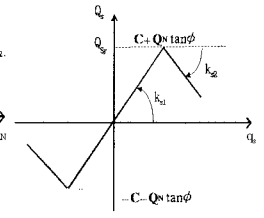
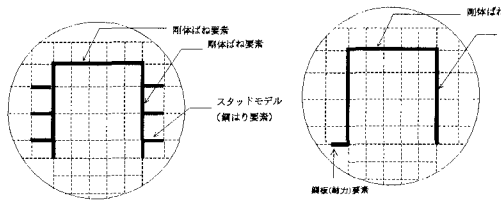


図-6 滑りばねの力と変形の関係

キーワード：合成構造、はり・柱接合部、接合方法、動的応答解析

連絡先：〒239-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 土木工学科 Tel 0468-41-3810(3518) FAX 0468-44-5913



(a)スタッドタイプ (b)スタッドレスタイプ

図-7 柱頭部の解析モデル

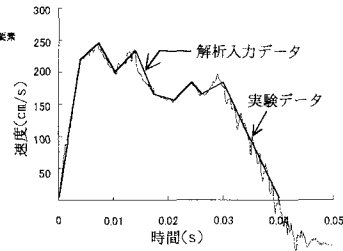


図-8 速度～時間関係

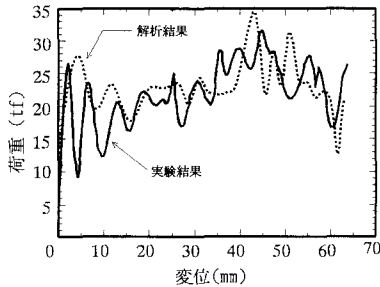


図-9 スタッドタイプの荷重～変位関係

60mm の変位まで維持する。実験はここで荷重を中止したが、この段階で破壊には至っていない。解析は、実験に比して初期耐力が 28tf と大きめに推定されるものの平均的な耐力の大きさおよび 60mm の変位以上まで耐力が維持される点を良くシミュレートできる。図-10 には変形図を示すが、柱頭部がスタッドによって堅固に連結されて曲げ変形が生じていることがわかる。この点についても実験と良く一致する。図-11 にスタッドレスタイプの実験と解析の荷重～変位関係を示す。実験では、スタッドレスタイプは変位 58mm 付近で明らかに柱頭部の連結が破壊され耐力が失われた。これに対し、解析結果においても変位 55mm で頭部の滑り要素が全てその抵抗力を失うとともに、柱とはり底面鋼板を連結していた鋼板軸力要素が破断状態に達し、耐力が失われ実験結果を良くシミュレートできている。図-12 には変形図を示すが、柱頭部とはりの変形が分離しており、相互に滑りが発生している様子を良くシミュレーションできている。

参考文献

- 1) 黒木勇人他：高速荷重を受ける鋼・コンクリート合成構造はり・柱接合部の破壊挙動，第4回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集，pp.245～250，1998.6.
- 2) 青木勇他：塑性力学の基礎：産業図書，1996
- 3) 有限要素法ハンドブックⅠ基礎編，培風館，pp.425～427，1996.11.

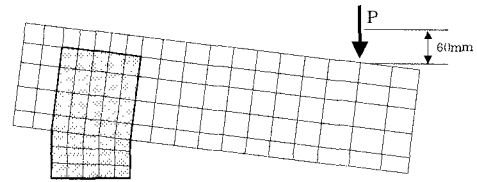


図-10 スタッドタイプの変形図

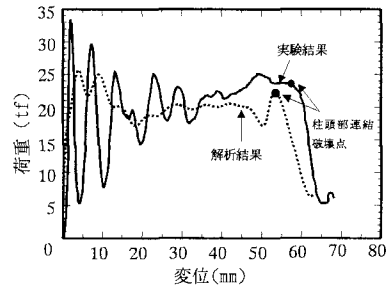


図-11 スタッドレスタイプの荷重～変位関係

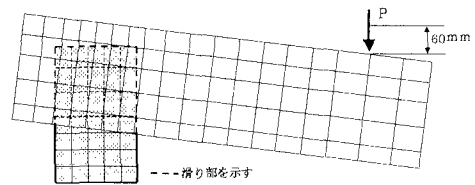


図-12 スタッドレスタイプの変形図