

I - A144 コンクリート充填鋼管柱の耐震性能評価に関する実験的研究

鉄道総合技術研究所 正会員 安原真人¹⁾

鉄道総合技術研究所 正会員 村田清満¹⁾

新日本製鐵 正会員 木下雅敬²⁾

1. はじめに

コンクリート充填鋼管柱（以下、CFT柱）は、鋼管の内部にコンクリートを充填することで、鋼管の局部座屈を抑制し、また鋼管による内部コンクリートの拘束効果により柱の強度及び変形性能を向上させるという構造上合理的な合成柱である。このことから、地震の多い日本では鉄道をはじめインフラストラクチャーへの適用は大きな期待を集めている。従来のCFT柱の研究は、最大耐力に関するものが多いが、大規模地震荷重に対して耐力のみで抵抗する設計法は不経済になる。本研究はCFT柱の変形性能も考慮した耐震設計法の確立を目的に、主として実験結果に基づき部材の耐力と変形性能の定量評価法について検討したのである。

2. 検討項目および手順

地震に対する安全性の検討に部材の持つ変形性能を考慮する方法では、NEWMARKのエネルギー一定則がある。これは、変形性能に応じ補正した設計水平震度に対して、曲げ降伏耐力を照査する方法である。

即ち、塑性限界変位を定め、弾塑性構造物がそこまで変形する間に吸収するエネルギーが弾性構造物のエネルギー吸収量と等価であれば、その弾塑性構造物は弾性構造物と同等の耐震安全性を有すると考える。

このような耐震設計法をCFT柱の設計に取り入れるためには、降伏耐力及び変位、塑性限界変位あるいは部材靱性率を定量的に評価する方法を確立することが必要である。本研究では、次の手順で検討を行った。

- (1) CFT柱のモデルによる水平交番載荷試験
- (2) 降伏耐力および変位の定量評価の検討
- (3) 部材靱性率の定量評価の検討

3. CFT柱モデルによる水平交番載荷試験

耐震性能の定量評価法の検討に先立ち、CFT柱部材の1/3モデルによる載荷試験を実施し、合成構造としての耐力・変形性能について確認した。試験体は、円形鋼管にコンクリートを充填した断面の片持ち梁柱形状である。試験パラメータは、径厚比、軸力比、コンクリート強度、鋼管強度とした。荷重の載荷は、柱頭部に一定軸力を作用させた準静的水平交番載荷とした。¹⁾²⁾

4. 降伏耐力および変位の定量評価の検討

本研究では、耐震設計上の降伏点を鋼管45度方向（図心から $0.7r$ ： r =鋼管半径）の引張降伏時と定義した（図-1）。これは次の試験結果に因る。

- ① 45度引張降伏点が部材の荷重・変位曲線の勾配変更点にはほぼ一致する。
- ② 降伏荷重が大きいため、エネルギー吸収の面で有利である。

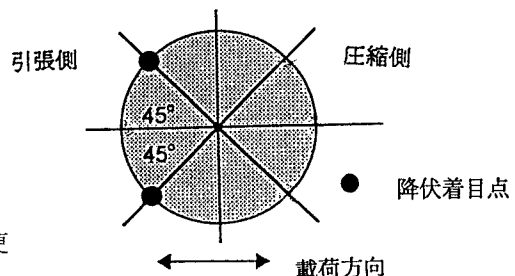


図-1：鋼管の降伏着目点

キーワード：コンクリート充填鋼管柱、耐震性能の定量評価、NEWMARKのエネルギー一定則、降伏荷重、部材靱性率

1) 〒185 東京都国分寺市光町 2-8-38 TEL 0425-73-7281 FAX 0425-73-7247

2) 〒293 千葉県富津市新富 20-1 TEL 0439-80-3085 FAX 0439-80-2745

降伏荷重および変位の計算条件は以下のとおり。

- ①鋼管とコンクリートの平面保持を仮定する。
- ②軸力による鋼管とコンクリートの軸歪みは同じとする。
- ③コンクリートの引張側を無視する。
- ④計算対象位置は柱の固定端とする。
- ⑤曲げ耐力はファイバーモデルを用い、鋼管およびコンクリートの応力-歪みを図-2のように仮定する。

変位は降伏荷重計算値に対して、柱軸方向に分割した各断面の曲率を計算し、それを軸方向に積分することで柱く体変位を算出し、柱埋め込み基部のモーメント分布を逆三角分布と仮定して、鋼管の抜け出しによる回転変位を加えて計算した。図-3は実験値と計算値を比較したもので、降伏荷重および変位共に計算精度は実験値の±20%以内となった。

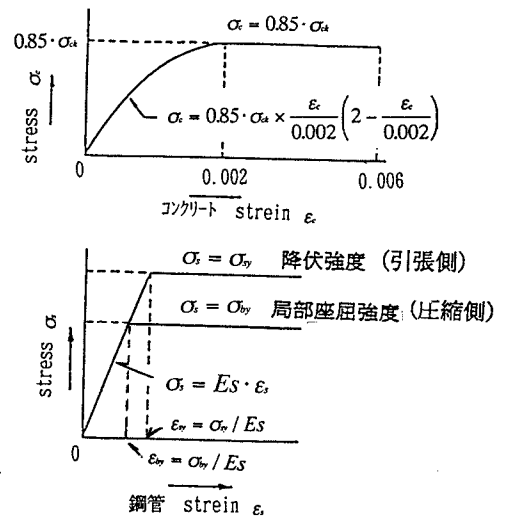


図-2：材料のSS曲線

5. 部材靱性率の定量評価の検討

部材靱性率の定義として、塑性限界変位を降伏変位計算値で除した値とする。塑性限界変位は実験での交番载荷の繰返し数の影響をあまり受けない、最大耐力の90%まで荷重が降下した時点の変位とした。

本研究では、部材靱性率の予測式を実験結果の重回帰分析により作成することを試みた。そのときの説明変数として、径厚比、細長比、軸力比、曲げ耐力・降伏荷重比を選定した。図-4に予測式による部材靱性率計算値と実験値の比較を行った。予測式による算定精度は、試験値の±20%以内である。

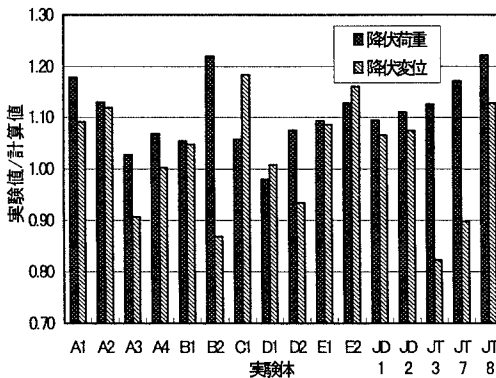


図-3：降伏荷重および変位の算定精度

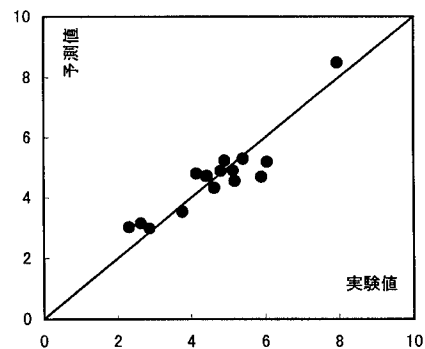


図-4：部材靱性率の算定精度

6. 結論

本研究ではNEWMARKのエネルギー一定則を前提に、CFT柱部材の耐震性能の定量評価を実験的手法で試みた。その結果、耐震設計に必要な情報（降伏荷重及び変位、部材靱性率）がある程度の精度で計算可能となった。しかし、これらは限られた試験体によるものであることから、今後はCDC解析およびFEM解析をはじめ他機関で実施した試験データにより、適用範囲を広げる必要がある。

<参考文献>

- [1] 村田他、「軸力と曲げを受けるコンクリート充填鋼管柱の耐力、変形性能」第50回土木学会年次講演会 9.1995
- [2] 安原他、「コンクリート充填鋼管柱の埋め込み柱脚に関する実験的研究」第51回土木学会年次講演会 9.1996