

CS5-9〔I〕

コンクリート充填鋼管構造の弾塑性有限変位解析法

熊本大学 正員 渡辺 浩 熊本大学 正員 崎元達郎
 福岡大学 正員 坂田 力 熊本大学 学生員 森島伸吾

1. 緒言

コンクリート充填鋼管構造は、耐荷力はもとより耐震性の面でも従来の構造物より有利である。しかし、その耐震安定性を知る上で重要である塑性変形能力の定量化に関する既往の研究は、その多くが実験に基づいたものであるため、その能力を精度よく評価するには至っていない。本研究はこのような立場から、コンクリート充填鋼管構造を一次元棒要素と一軸の応力-ひずみ関係を用いて定式化することにより、その終局状態に至るまでの挙動を解析的に明らかにしようとするものである。

2. 応力-ひずみ曲線¹⁾

コンクリートの応力-ひずみ曲線は<図-1>のように2次曲線および直線で定義する。一方鋼の応力-ひずみ曲線は<図-2>のようなバイリニア型のものとする。ここで F_c 、 F_t はコンクリートの圧縮強度および引張強度、また F_y は鋼の降伏強度である。

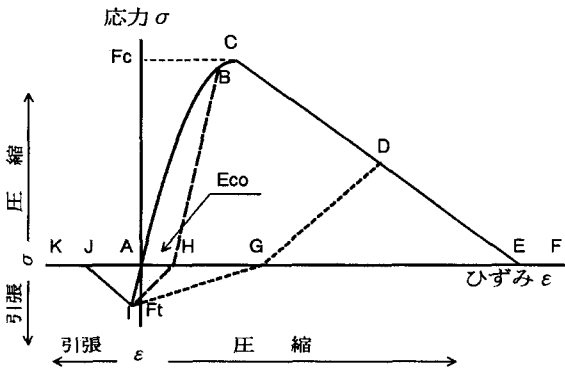


図-1 コンクリートの応力-ひずみ曲線

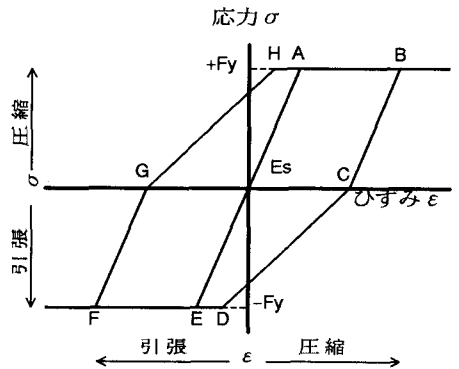


図-2 鋼の応力-ひずみ曲線

3. 解析方法

増分移動座標法を用いた増分ひずみエネルギー停留原理により定式化する²⁾。1節点6自由度のはり-柱要素を用いた有限要素法を用い、断面分割により材料の非線形性を、また断面力を要素とする初期応力マトリックスにより幾何学的非線形性を考慮するものとする。

解析にあたっては、次のような仮定を設ける。

- ①鋼管と充填コンクリートの間にすべりは存在しない
- ②断面の一部が塑性化した後も曲げに対して平面は保持される
- ③鋼管は局部座屈しない

断面は<図-3>のように分割し、断面剛性は各分

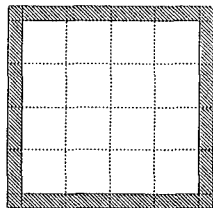


図-3 断面分割方法

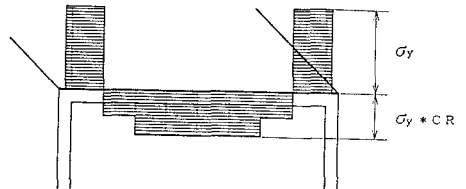


図-4 残留応力分布

割要素面積に接線係数 $E t$ を重みとして乗じた積分値として求め、また断面力は各分割要素の応力の積分値として求める。また、残留応力は<図-4>のような一般的な溶接残留応力を考慮する。

4. 解析例

ここでは解析の一例として<図-5>のような曲げを受ける充填鋼管ばりをとりあげる。

実験に用いた鋼管は冷間成形角形鋼管で、局部座屈防止のため載荷点、支持点およびその中間点に補剛を設けている。供試体の寸法と材料試験の結果は<表-1>および<図-6>のとおりである。

実験結果と解析結果を併せて<図-7>に示す。なお参考のため中空鋼管についても解析を行っている。実験では中空鋼管は $\delta = 2\text{cm}$ 付近で局部座屈を生じているが、解析ではこの影響を考慮していないため実験値と解析値は大きく食い違う。しかし、この点を除けば充填鋼管、中空鋼管ともよく一致しているといえる。

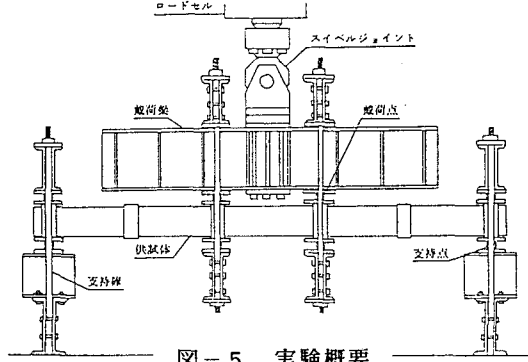


図-5 実験概要

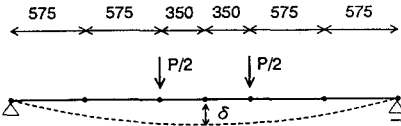


図-6 モデル図

表-1 寸法および材料定数(はりモデル)

鋼管	外径 D	20.07cm
	板厚 t	0.445cm
	断面積	34.93cm ²
	幅厚比 D/t	45.1
	ヤング係数	2050000kgf/cm ²
コンクリート	降伏応力	4020kgf/cm ²
	ヤング係数	390000kgf/cm ²
	圧縮強度	403kgf/cm ²

5. まとめ

今回取りあげたモデルでは残留応力の分布形のみについて簡易化を行っているが、局部座屈の影響がない範囲では解析値はよく実験値を評価し得ることがわかった。今後は局部座屈の影響を考慮して正負交番載荷が行える解析法の開発へ発展させる予定である。

参考文献

- 1) 中村光他:「鉄筋コンクリート柱の…」土木学会論文集 No.420 pp115-124 1990.8
- 2) 小松・崎元:「Nonlinear Analysis of …」土木学会論文集 No.252 pp.143-157 1976.8
- 3) 桜井孝昌他:「交番曲げを受ける…」構造工学論文集 Vol.34A pp.265-274 1988.3
- 4) 関西国際空港株式会社他:「部分合成柱の耐荷力に関する実験」報告書 1987.2

荷重(tf)

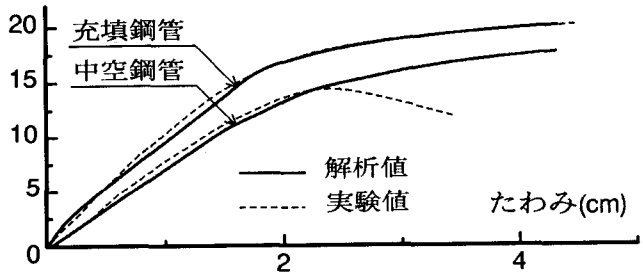


図-7 実験・解析結果