

弾塑性最適耐震設計法に関する一考察

京都大学工学部 正員 山田善一 京都大学工学部 正員 家村浩和
山口大学工学部 正員 古川浩平 大阪府 正員 ○坂本幸三

1. まえがき 現行の耐震設計法は弾性法則と許容応力度制約に基づいているため、各種の教理計画手法を用いて、各設計諸量を最適に決定することは比較的容易である。この弾性系の最適耐震設計法に対して、弾塑性応答を考慮した最適耐震設計規範とはいかなるものであるだろうか？多層フレーム構造物のようなせん断型構造物においては、動的応答時の安定性や、塑性率をどの層間部材においてもほぼ一律にすることがこの規範に相当すると思われる。

2. 弾塑性最適耐震設計法 図-1に本設計法の流れ図を示す。図中の小ループ(太い矢印)は振動法を用いた多自由度等価線形化法による各層間部材の塑性率 μ 決定のためのものである。履歴復元力特性としては、bilinear系を採用した。インプットデータPNは、第2剛性を決定づける塑性傾斜率であり、PN=1のとき完全弾塑性を表わす。大ループでは各層間部材の塑性率を同一塑性率すなわち設計者が目標としている塑性率に収束させるため、剛性を修正する。修正式は流れ図内に示すが、 Δ はきざみ幅である。同一部材においては剛性を変化させると当然、降伏変位も変化する。そこで、本研究では軸力を考慮した剛性と降伏変位との関係式を導入した。線形応答スペクトルとしては、エルセントロ、タフトの平坦化スペクトルを用いた。

3. 解析結果および考察 解析対象としたモデルは、図-2の6層せん断型構造物である。最上層の重量は25t、それ以外の各層の重量は50t、階高はおおの

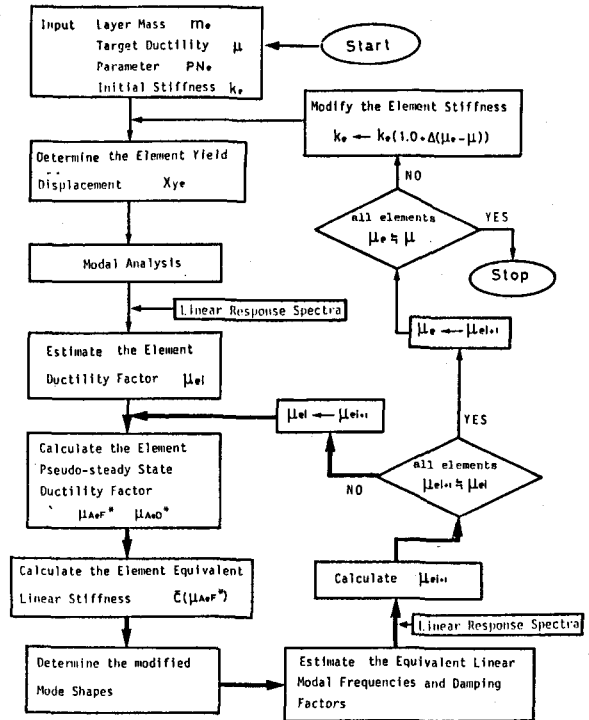


図-1 弾塑性最適耐震設計法の流れ図

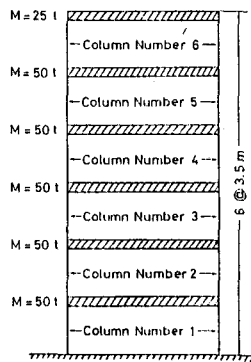


図-2 解析モデル

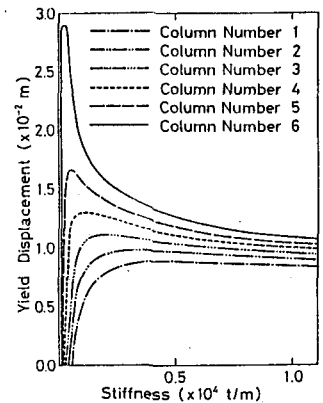


図-3 剛性と降伏変位との関係

Yoshikazu YAMADA, Hirokazu IEHURA, Kōhei FURUKAWA, Kōzō SAKAMOTO

3.5mと仮定し、柱部材としては鋼材SS41を使用した。この場合、剛性と降伏変位との関係は図-3のようになる。図-4は設計加速度200gal, PN0.8, 図-5は設計加速度300gal, PN0.8の最適剛性分布である。弾性最適剛性分布, 自重による最適剛性分布の結果もともに示した。これらの図から目標塑性率を大きくとれば、各部材剛性が小さくなることに気づくが、これは目標塑性率が大きくなるにつれて履歴面積すなわちエネルギー吸収量が増大する結果、剛性が低下すると考えられる。しかし、目標塑性率を大きくしても、比例的な剛性低下は見られない。これは、剛性の小さい部分では、図-3から明らかのように、剛性のわずかな変化に対して軸力の影響が大きく作用してくるからだと考えられる。次に、図-4, 5を用いて弾性最適剛性分布, 弾塑性最適剛性分布について比較すると、設計加速度200gal, 許容応力度を割増し係数1.79を乗じて決定した弾性最適剛性分布を有する構造物に300galの地震が入力された場合、各柱部材の塑性率は1.5程度になると予想される。このように、本設計法を応用すると、ある設計加速度で弾性設計された構造物にそれ以上の加速度を有する地震が生じた場合、どの程度の塑性率が見込まれるかという判断も可能となる。図-6は設計加速度300gal, PN0.5と仮定した場合の最適剛性分布($\mu=2, 3$)を示すが、下の階の柱部材ほど重要であると考えられるため、Column Number n によって目標塑性率を $2 + 0.2(n-1)$ に設定した解析結果も呈示した。このように各階ごとに变化する塑性率を与えても、最適剛性分布が決定できるという点でも、本設計法は有用性が高いと思われる。また、この剛性分布が自重による最適剛性分布と同様の形状を呈していることは、現実の設計面でも合理的であると言えよう。

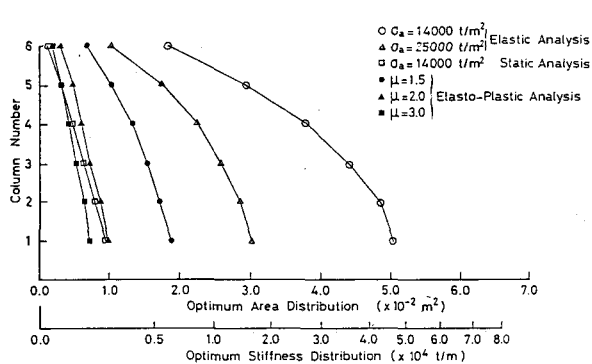


図-4 設計加速度200gal PN0.8の最適剛性分布

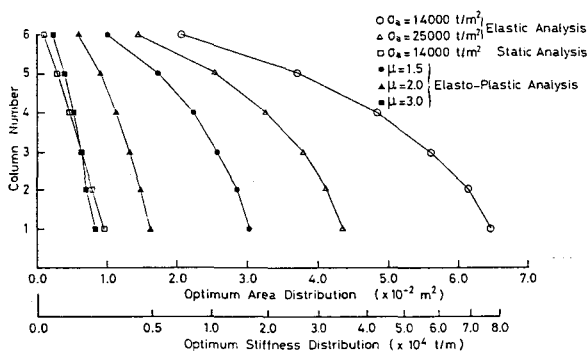


図-5 設計加速度300gal PN0.8の最適剛性分布

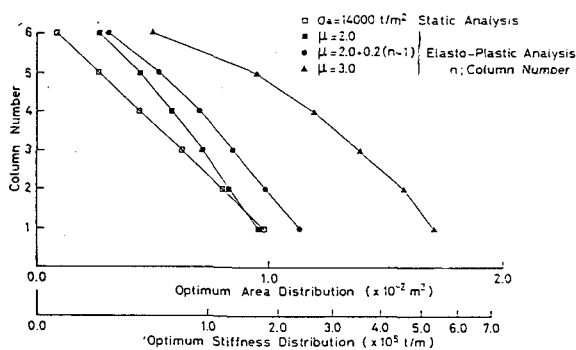


図-6 設計加速度300gal PN0.5の最適剛性分布

参考文献 V. Tansirikongkol and D.A. Pecknold; Approximate Modal Analysis of Bilinear MDF Systems Subjected to Earthquake Motions, Civil Engineering Studies, SRS NO.449, University of Illinois, Urbana, Aug. 1976