

I-383

長大PC斜張橋におけるRC主塔の非線形動的解析

鹿島建設(株)
同

正員 和田 卓也 竹田 哲夫
正員 松本 喬 右近 八郎

1. はじめに

長大PC斜張橋の地震時における安全性の検討を材料の非線形性を考慮した上で行う場合、その軸力の変動が非常に大きなものとなることがあるため、従来の軸力を一定とする考え方ではその性状を充分には評価し得ない。そこで筆者らは応力-ひずみレベルにおいて材料の非線形性を評価するRC構造物の非線形動的解析法を提案した。¹⁾²⁾³⁾本報告ではその解析法を適用した解析事例をRC主塔を解析対象として紹介する。

2. 解析概要

解析法の詳細は既報³⁾の通りであるので、その概要のみを示す。

応答解析は、非線形問題で部材の剛性が逐次変化していくため、図1に示すフローに従って増分形の運動方程式を解くことにより行う。各時間刻みにおけるRC部材の非線形剛性は、図2及び図3に示されるような履歴特性を、図4のように材軸直交分割法により細分された各線素(Fiber)に適用し、それを断面・部材全長と2段階に積分することにより算定される。

3. 適用解析例

主径間400mの3径間連続PC斜張橋を想定した高さ100mのRC主塔について、門型とA型の2種類の形式を比較検討してみた。加震方向は軸力の変動が大きくなり、また形状の差による影響が現れる橋軸直角方向とし、入力地震波としては最大加速度を600galに規定したEl-centro(NS)波を用いた。継続時間は6秒間である。

この結果、最初に破壊に至る部材は、門型では上段横ばりの取付部(部材HB)、A型では横ばり付根部(部材AB)であり、それぞれの最外縁コンクリートに関する応力-ひずみ応答履歴は図6に示す通りとなっている。一方、静的な震度法によれば、破壊に至る部材は、門型では下段横ばり付根部(部材HC)となり、本解析の結果とは異なる。これは、静的な変形モードが、この構造系において卓越する動的な振動モードと異なることに主に起因すると思われる。A型においては静的にも横ばり付根部から破壊し、卓越する振動モードは静的な変形モードに一致している。

また、主塔頂部の応答加速度、主塔基部の応答軸力は、それぞれ図7、図8に示す通りである。特に軸力の応答には両形状の差が顕著に現れ、A型における軸力の変動幅は初期の高軸力にも匹敵したものとなる。この軸力変動は図9(b)に見られるように曲げモーメントと一次の相関を示しており、さらに図10(b)には塑性ひずみの残留によると思われる曲げモーメント-曲げひずみ($M-\phi$)関係のシフトが見

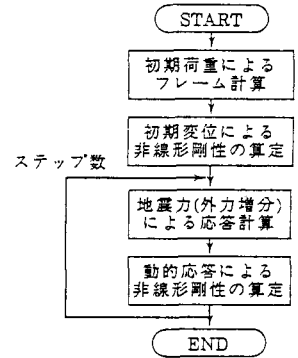


図1 解析フロー

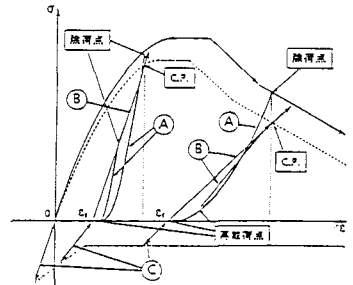


図2 コンクリート履歴特性

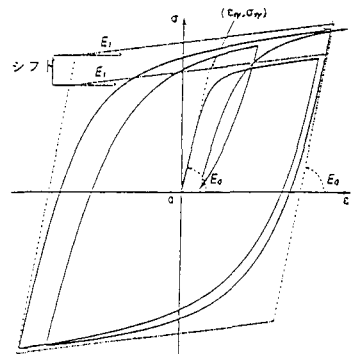


図3 鉄筋履歴特性

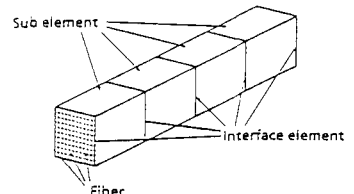


図4 部材分割

られる。一方、門型の場合、基部においては図9(a)にも見られるように軸力の変動幅が小さく、また部材も破壊には至らないため、 $M-\phi$ 関係（図10(a)）においても曲げ剛性の低減が見られるのみであるが、破壊に至る部材HBにおいては、A型主塔基部と同様の傾向を示している。

4. おわりに

本報告で示した通り、PC斜張橋のRC主塔のように軸力の変動の大きい骨組構造物の非線形動的挙動についての詳細な解析が可能となった。今後は、種々の形状・寸法をもつ主塔の非線形動的特性を比較検討していくとともに、全橋モデルによる橋軸方向の解析も必

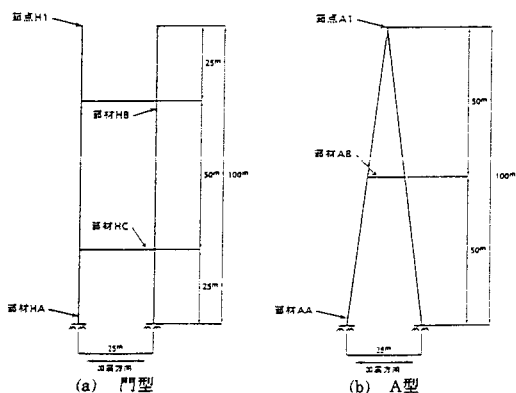
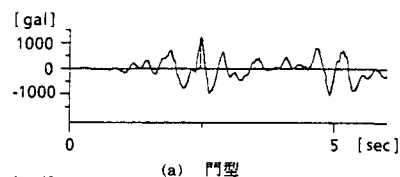
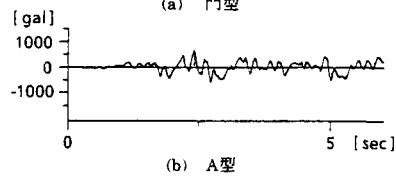


図5 モデル図

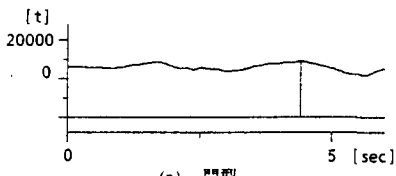


(a) 門型

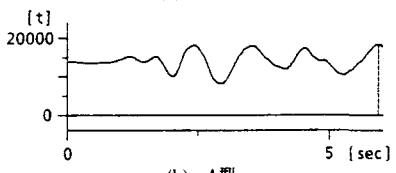


(b) A型

図7 主塔頂部における応答加速度

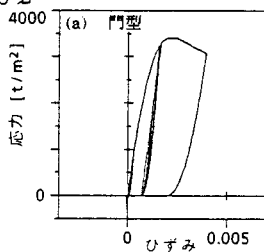


(a) 門型

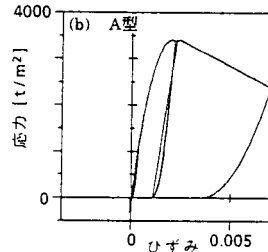


(b) A型

図8 主塔基部における応答軸力

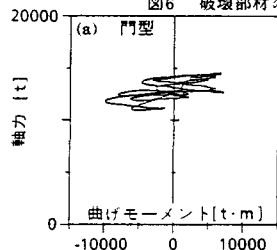


(a) 門型

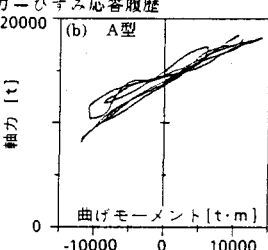


(b) A型

図6 破壊部材の応力-ひずみ応答履歴

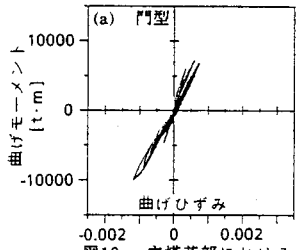


(a) 門型

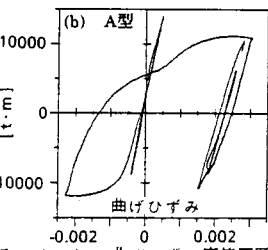


(b) A型

図9 主塔基部における軸力-曲げモーメント応答履歴



(a) 門型



(b) A型

図10 主塔基部における曲げモーメント-曲げひずみ応答履歴

要となろう。また、コンクリート構造の設計法の限界状態法への移行により、材料特性を考慮したより合理的な照査が求められ、加えてより高強度の材料を用いてRC主塔をよりスレンダーにしたいという要請も考え得るため、今後、このような非線形動的解析はさらに重要になるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) Iemura, H. 他 ; Hybrid Experiments on Inelastic Flexural Earthquake Response of RC Members with Varying Axial Forces, 第7回 日本地震工学シンポジウム(1986) 報文集, pp.1207-1212.
- 2) Yamada, Y. 他 ; Stress-strain Based Modeling of Inelastic Moment-rotation Relations of RC Members with Varying Axial Forces, 第7回 日本地震工学シンポジウム(1986) 報文集, pp.1213-1218.
- 3) Ukon, H. 他 ; Stress-strain Based Inelastic Earthquake Response Analysis of RC Frame Structures with Varying Axial Forces, 第7回 日本地震工学シンポジウム(1986) 報文集, pp.1471-1476.