

## 内巻帯鉄筋を配置した鉄道RCラーメン高架橋の簡易耐震設計法の提案

北海道旅客鉄道（株）工務部工事課 正会員 吉田 徹  
 東日本旅客鉄道（株）構造技術センター 正会員 菅野 貴浩  
 東日本旅客鉄道（株）構造技術センター 正会員 木野 淳一

## 1. はじめに

RC柱部材の変形性能の向上を図るため、著者らは軸方向鉄筋の内側に円形スパイラル鉄筋（以下「内巻帯鉄筋」という）を配置することを考案し、RC模型試験体を用いた交番載荷実験を行うとともに<sup>1)</sup>、部材の変形性能算定手法の提案を行ってきた<sup>2)</sup>。この内巻帯鉄筋を配置したRC柱部材は、変形性能を飛躍的に向上させることが可能であり、構造物の耐震性能向上に大きな効果が期待できると考えられる。

今回、内巻帯鉄筋の配置した鉄道RCラーメン高架橋を対象に、鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計（以下「鉄道耐震標準」という）による耐震性能照査を満足し、且つ従来の震度法レベルで簡易に設計可能な耐震設計法の確立を目指し、線材モデルによる解析的検討を行った。本文は、これらの検討概要について報告するものである。

## 2. 簡易所要降伏震度スペクトルの検討

### 2.1 検討方針

簡易耐震設計法では、縦軸に所要降伏震度を、横軸に等価固有周期を図示した簡易所要降伏震度スペクトルを用いて、あらかじめ算出した等価固有周期をもとに、その構造物に要求される所要降伏震度を容易に求める手法を採用した。簡易所要降伏震度スペクトルの検討では、各地盤種別毎にく体断面、く体高さ、鉄筋量等を変化させた線材モデルの静的非線形解析結果をもとに、鉄道耐震標準による耐震性能照査を満足するスペクトルラインを定めることとした。

### 2.2 解析条件

検討構造物は、図-1に示す一般的な鉄道RCラーメン高架橋とした。構造モデルは、上部構造物が基礎構造物より先行降伏し、さらに、構造物全体系の降伏および終局が柱部材で決定されるものに限定した。

解析に用いたRC柱部材の非線形特性は、テトラリニア型の骨格曲線を持つ耐力低下型モデルを用い、部材の終局点は、安全側ではあるが文献2)に示すコア耐力維持点（K点）を用いて検討を行うこととした。また、本検討では内巻帯鉄筋を柱部材のみに配置することを想定し、解析モデルの柱部材には、各ケースとも部材じん性率が20以上となるよう内巻帯鉄筋量を定めた。

### 2.3 検討結果

解析結果の一例として、図-2に種地盤（固有周期：0.5～1.5秒）の結果を示す。凡例中の「OK」とは、構造物全体系のじん性率が応答塑性率を上回っていることを意味し、耐震性能照査を満足していることを示す。すなわち、構造物の各部材が耐震性能における損傷レベルの制限値以下の状態である。

種地盤における解析結果では、等価固有周期  $T_{eq}$  が0.5秒から1.5秒程度の場合、耐震性能照査を満足する所要降伏震度は、0.3秒程度と比較的低い値を示した。

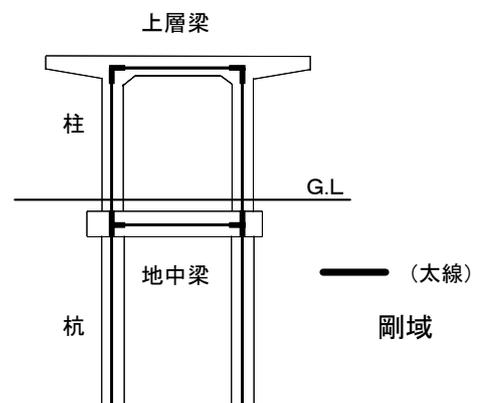


図-1 解析モデル

キーワード：内巻帯鉄筋，簡易所要降伏震度スペクトル，耐震設計

連絡先：〒060-8644 札幌市中央区北11条西15丁目 北海道旅客鉄道(株) TEL011-700-5794 FAX011-700-5795

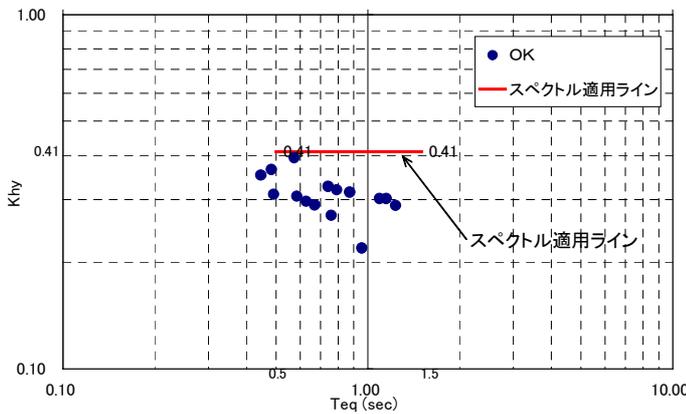


図-2 Ⅲ種地盤用簡易所要降伏震度スペクトル

解析結果をもとに定めた簡易所要降伏震度スペクトル適用ラインを図中を実線で示す．スペクトルは、構造物全体系のじん性率が応答塑性率を上回っている降伏震度以上とし、さらに、鉄道耐震標準に定められているL1地震動に対する設計水平震度以上となるように定めた．なお、構造物全体系のじん性率は、構造物全体系の終局変位を構造物全体系の降伏変位で除した値としている．

また、スペクトルは各周期帯で可能な限りフラットに設定した．これは、設計時に部材断面の変更が生じて降伏震度に変化がなければ設計作業の手戻りが少ないことや、線状鉄道構造物の地震後の復旧性等を考慮したためである．

3. 簡易耐震設計手順

本手法を用いたL2地震動に対する耐震設計フローを図-3

に示す．設計では、前述の簡易所要降伏震度スペクトルを用いて設計水平震度を設定し、線形解析により得られる断面力を用いて耐震性能の検討を行うこととなる．

耐震性能の検討では、まず、部材に所要の降伏耐力を与えることを目的に曲げモーメントに対する安全性の検討を行う．次に、部材が曲げ破壊モードとなるよう、外巻帯鉄筋について、せん断力に対する安全性の検討を行う．さらに、内巻帯鉄筋を配置する部材基部において、部材じん性率20以上の変形性能を付与するために式(1) <sup>2)</sup>を満足するよう内巻帯鉄筋量を定め設計が終了する．

$$2 \cdot f_{wy} \cdot A_{ws} / (R \cdot s \cdot \sigma_{cuk}) \geq \alpha \tag{1}$$

ここに、 $f_{wy}$ ：内巻帯鉄筋の降伏強度(N/mm<sup>2</sup>)、 $A_{ws}$ ：内巻帯鉄筋の断面積(mm<sup>2</sup>)

R：内巻帯鉄筋の直径(mm)、s：内巻帯鉄筋の間隔(mm)、 $\sigma_{cuk}$ ：終局時コンクリート応力度(N/mm<sup>2</sup>)

4. まとめ

内巻帯鉄筋を配置したRCラーメン高架橋を対象に、設計の合理化を図ることを目的に、非線形解析に基づく簡易耐震設計法についての検討を行った．その結果、内巻帯鉄筋を配置した標準的なRCラーメン高架橋に対して、鉄道耐震標準による耐震性能照査を満足し、且つ従来の震度法レベルで設計可能となる耐震設計法の有効性を確認することができた．

【参考文献】1) 小林薫，菅野貴浩，木野淳一：軸方向鉄筋の内側にせん断補強鉄筋を配置したRC柱の交番荷重実験，コンクリート工学年次論文集，Vol.24，No.2，pp.1135-1140，2002.7 2) 木野淳一，菅野貴浩，吉田徹，岩佐高吉：軸方向鉄筋の内側に円形スパイラル鉄筋を組み合わせ配置したRC柱の変形性能について，コンクリート工学年次論文集，Vol.25，2003.7

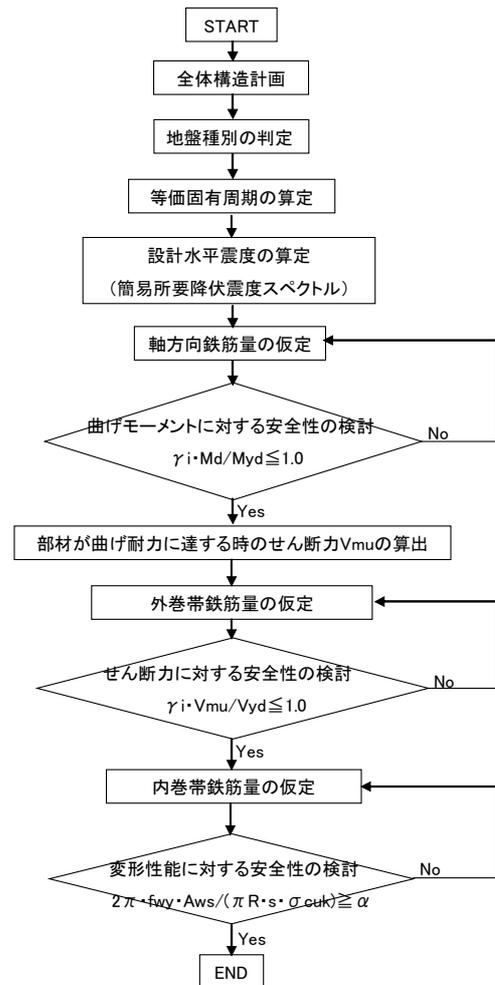


図-3 耐震設計フロー