

3次元動的解析による駅部RCラーメン高架橋の地震時挙動の検討

北武コンサルタント株式会社	正会員	○齊藤 聡彦 (Akihiko Saitou)
北武コンサルタント株式会社	正会員	渡邊 忠朋 (Tadatomo Watanabe)
財団法人鉄道総合技術研究所	正会員	谷村 幸裕 (Yukihiro Tanimura)
財団法人鉄道総合技術研究所	正会員	田所 敏弥 (Toshiya Tadokoro)

1. 目的

既往の研究では、ラーメン橋台等、質量配置が不均等なラーメン構造物が、地震時において3次元的に挙動し、RC柱にねじりが生じることが、解析的検討により明らかになっている。

しかしながら、過去の地震では、質量配置がそれほど不均等ではないにもかかわらず、ねじりによると考えられる損傷が発生したラーメン高架橋の被害事例がみられた。この高架橋は、駅部の高架橋幅が変化する位置にあり、起点方と終点方で線路直角ラーメンの柱間隔が異なる構造であった。そこで、本検討では、線路直角方向ラーメンの柱間隔をパラメータに時刻歴動的解析を行い、地震時挙動におよぼす影響について検討することを目的とする。

2. 検討概要

検討対象とした構造物は、図2.1に示す一般的な2柱式整形RCラーメン高架橋を基本モデルとした。駅部のラーメン高架橋を想定し、基本モデルの起点側の線路直角方向柱間隔を10m、15mと変化した構造物を検討対象とした。解析モデルを図2.2に示す。ラーメン高架橋は、起点方、終点方ともにスパン9.3mの単純RCT桁を支持している。各モデルにおいて、支持している上部工の質量は同一とする。

部材のモデル化は、モデルの違いによる影響を把握するために、柱部材のみ鉄筋の降伏や部材の損傷による非線形を考慮し、他の部材は線形とした。柱部材の曲げ変形性能のモデル化は、曲げモーメント-部材角関係¹⁾により考慮し、テトラリニア型のモデルとした。また、柱部材のねじり特性のモデル化は、ねじりモーメント-回転角関係により考慮し、バイリニア型のモデルとした。

解析は、直接積分法を用いた時刻歴動的解析とし、地震波は釧路沖地震釧路気象台での観測波を用いて、最大加速度を1000galに調整した。なお、解析は線路直角方向を実施した。

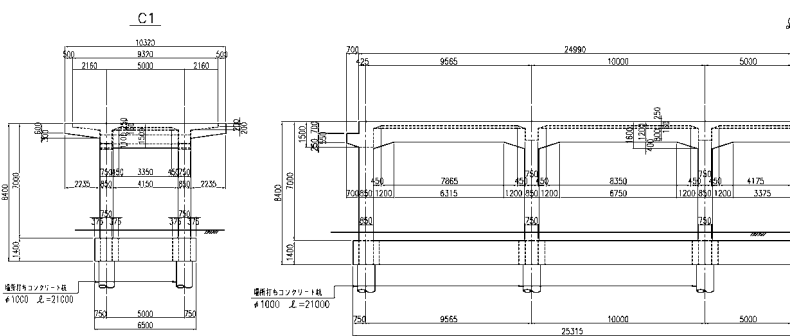
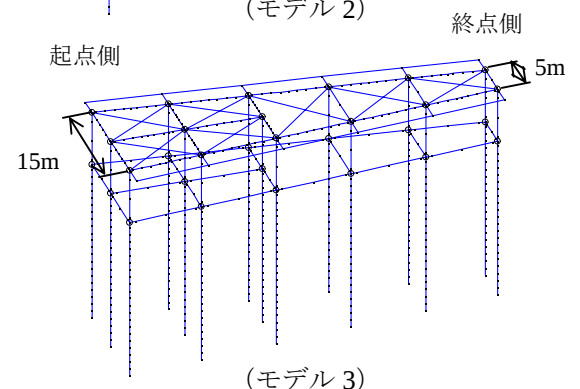
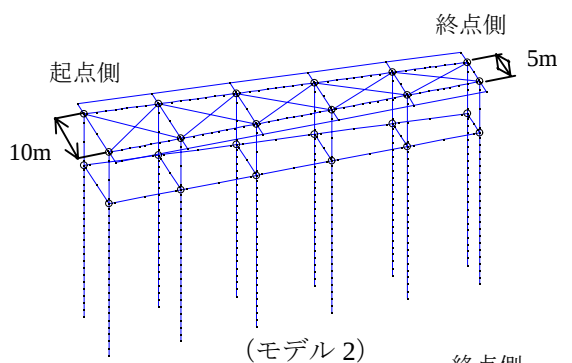
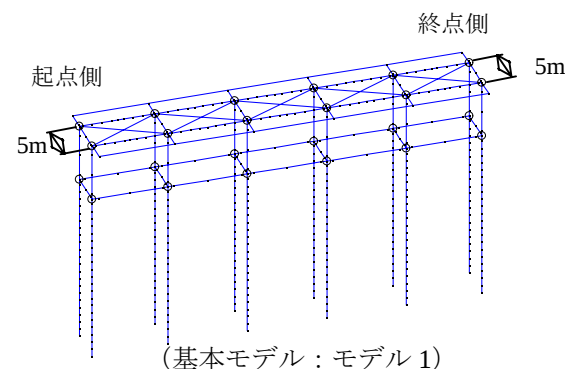


図2.1 RCラーメン高架橋一般図 (単位: mm)

図2.2 解析モデル

キーワード 駅部RCラーメン高架橋, ねじり, 3次元時刻歴応答解析,

連絡先 〒062-0020 北海道札幌市豊平区月寒中央通7丁目 北武コンサルタント(株) TEL011-851-3181

3. 解析結果および考察

柱上端の端部節点(節点 1, 51)に着目し、応答変位の比較を行った。図 3.1 に各モデルの平面変位の軌跡を示す。線路直角方向の最大応答変位に関して、節点 51 では、変位が各モデルにおいて同程度の値となった。しかし、節点 1 においては、モデル 1 に対してモデル 2 の変位は 70% 程度、モデル 3 の変位は 60% 程度に小さくなっている。これは、モデル 2、モデル 3 では起点側端部ラーメンの直角方向幅を広げたことにより、端部ラーメンの剛性が大きくなったため、変位が小さくなったと考えられる。線路方向の最大応答変位に関して、モデル 1 では、0.5mm と変形が小さいが、モデル 2 では最大で 5.6mm、モデル 3 では最大で 17.4mm 変形が生じている。これより、モデル 2、モデル 3 においては、地震波の入力方向に直行する方向に構造物が変形していることが確認できる。

端部柱基部(部材 3, 18)のねじりモーメントと部材角($M_t - \theta_t$)の応答履歴の比較を行った。図 3.2 に各モデルのねじりモーメントと部材角の応答履歴を示す。これより、モデル 1 での最大ねじりモーメントは、小さい値であるが、モデル 2、モデル 3 においては、モデル 1 の 10 倍以上の応答値となっている。また、モデル 3 においては、ねじりひび割れが発生している。

4. まとめ

本検討では、駅部の高架橋幅が変化する R C ラーメン高架橋において、線路直角方向ラーメンの柱間隔をパラメータに時刻歴動的解析を行い、柱のねじりモーメントおよび平面変位の軌跡について検討を行った。その結果、本解析条件においては、以下のことが確認できた。

- ・ 質量配置が均等な高架幅が変化するラーメン高架橋の挙動は、地震波の入力方向と直交する方向の変位が発生し、構造物が回転しており、柱にねじりモーメントが発生していることを確認した。
- ・ 高架幅の変化の程度が大きい構造物は、構造物の回転により発生する変位量の影響が大きいため、3次元モデルを用いて、ねじりに対する検討が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説－コンクリート構造物，丸善，2004。
- 2) (財)鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説－耐震設計，丸善，1999。
- 3) 渡邊忠朋，谷村幸裕，瀧口将志，佐藤勉：鉄筋コンクリート部材の損傷状況を考慮した変形性能算定手法，土木学会論文集，No.683/V-52，pp.31-45，2001。
- 4) 土木学会：コンクリートライブラリー第 52 号 コンクリート構造物の限界状態設計法指針（案），1983。

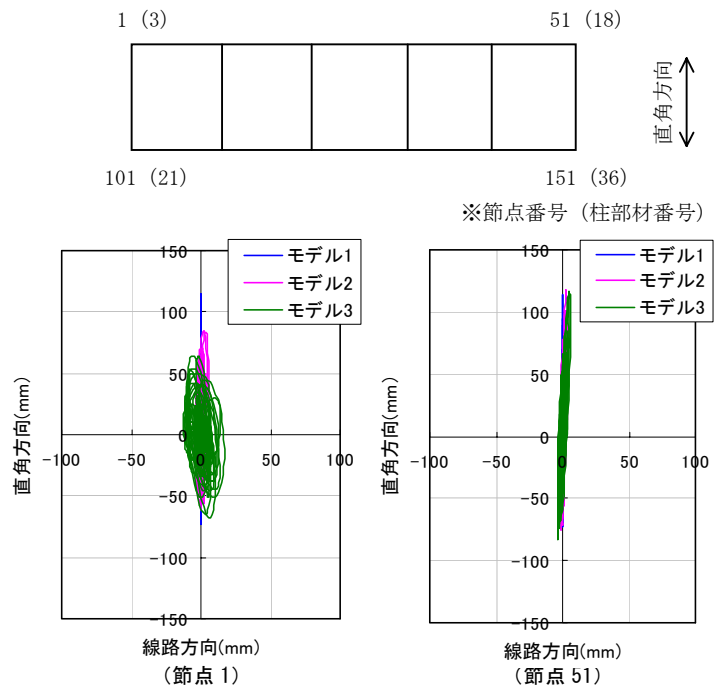


図 3.1 柱上端の端部節点の平面変位軌跡

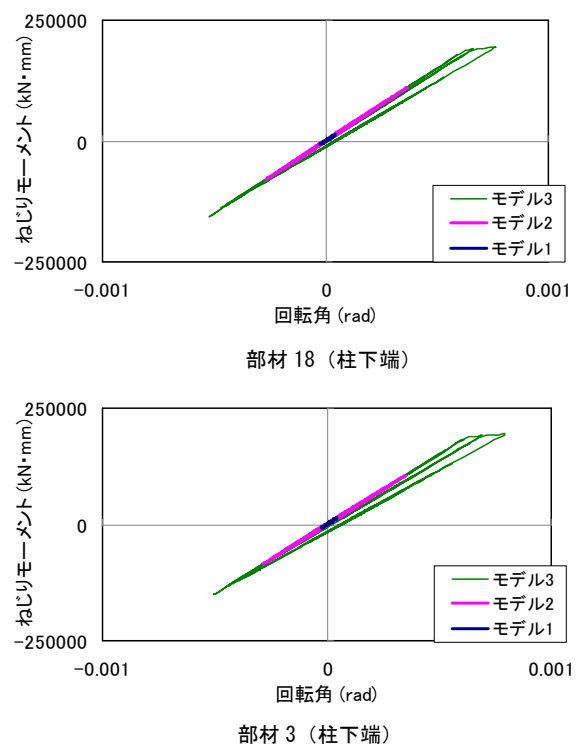


図 3.2 柱の $M_t - \theta_t$ の応答履歴