

## 柱幅と梁幅が異なるラーメン梁部材の損傷過程に関する解析的検討

北武コンサルタント (株) 正会員 ○阿部 淳一  
(株) HRC 研究所 非会員 小林 加奈

## 1. 目的

鉄道構造物の高架橋に多く用いられる RC ラーメン高架橋の部材寸法は、鉄筋配置や施工上等の観点から柱幅と梁幅が同一、あるいは梁幅が若干短いものが一般的である。一方、駅部のラーメン高架橋や、既設ラーメン高架橋の改築等では、柱幅に比べ大きな梁幅を有する上層梁が構築されている場合がある。ラーメン構造物は柱と梁が隅角部により剛結され、柱の挙動と梁の挙動が互いに影響しあう。すなわち、柱の応力と梁の応力は互いに伝達しあうものと考えられるが、前述のように柱幅に比べ梁幅が大きい場合には、梁が柱と接合されていない箇所があり、応力伝達は均一化しないことが想定される。本論文はこのような観点のもと、柱幅に比べ梁幅が大きい部材の有限要素解析を行い、その損傷過程からいくつかの検討を行った。

## 2. 解析モデル

本検討は、図-1 に示す一般的な鉄道 RC ラーメン高架橋の線路直角方向ラーメンを基とし、ラーメン高架橋の中間横梁と柱の部分モデルで検討を行った。断面図を図-2 に示す。図のように断面は一般的なラーメン高架橋の断面を基とし、柱幅は 850mm、横梁は梁幅 750mm に対して、柱から 1.0m 拡幅した断面に修正した。図-3 に解析モデル図を示す。柱部材は水平力に対してせん断スパンが 1/2 になることを想定し、解析モデルは部材長を 1/2 として柱下端をピン結合した。また梁の検討を行うことを主目的としているため、スラブはモデル化していない。なお、部分モデルは柱幅および梁幅を 1/2 としたモデルとした。モデルはソリッド要素とし、要素寸法は 100mm と基本として鉄筋配置を考慮した要素分割とした。材料は鋼材が SD345、コンクリートは  $f_{ck}=27\text{N/mm}^2$  とし、材料構成則は、前川らの分散ひび割れモデルとした。なお、本検討は梁部材の曲げ挙動について着目しているため、柱部材の鉄筋、および梁のせん断補強鉄筋の降伏強度を高くし、梁部材の曲げ破壊が先行して生じるように検討を行った。解析は、梁端部に弾性要素を設け、弾性要素より水平方向に変位制御により漸増载荷した。

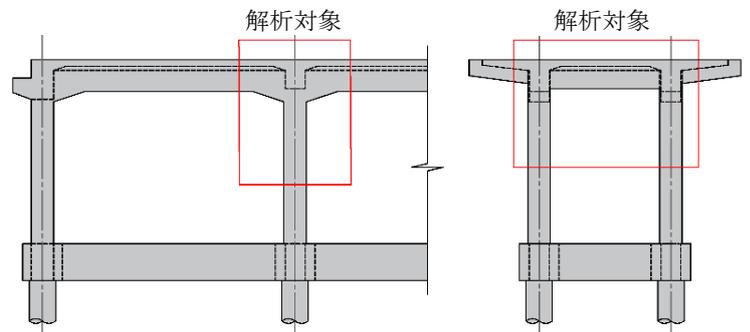
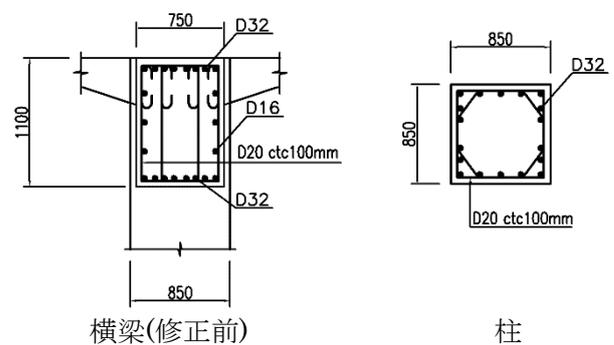
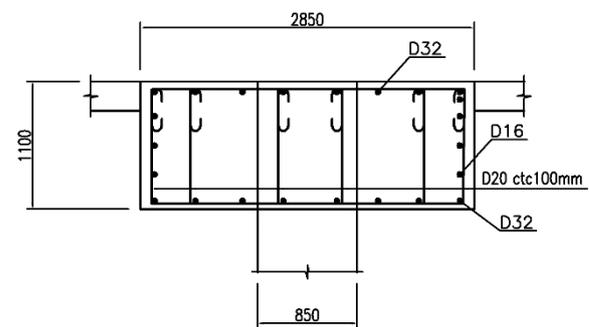


図-1 構造一般図



横梁(修正前)

柱



横梁(修正後)

図-2 断面図

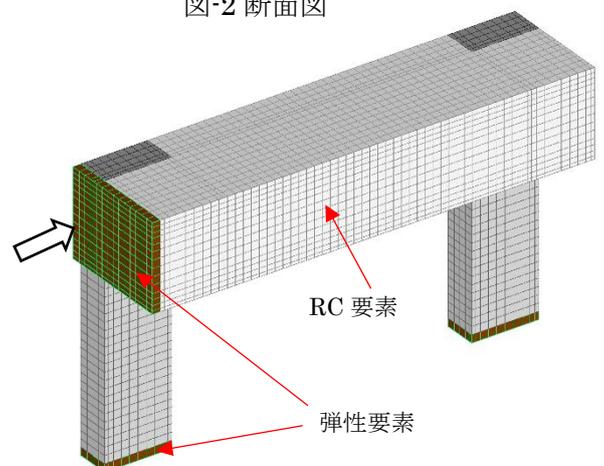


図-3 解析モデル図

キーワード ラーメン構造物, 有限要素解析, 曲げ破壊

連絡先 〒062-0020 札幌市豊平区月寒中央通7丁目北武第2ビル TEL011-851-3181

### 3. 解析結果

図-4 に解析により得られた水平力-水平変位関係を示す。また、図4には各解析ステップに対応する主鉄筋の応力コンター(梁上面), 最大主ひずみコンター(梁上面), および荷重載荷方向のコンクリートの応力コンター(梁下面)を示す。図-4より、STEP8では、柱前面の鉄筋のみが降伏し、柱より外側にある鉄筋は降伏していない。その後、徐々に柱より外側の鉄筋も降伏し、STEP15では梁幅全域で軸方向鉄筋は降伏した。

最大主ひずみを確認すると、解析全般に渡り柱前面とそれ以外でひずみに大きな差が生じている。コンクリートの応力はSTEP40のように最大耐荷力近傍では応力にばらつきはあるものの、梁全幅で圧縮応力レベルが高い。

一般的な設計においては、部材の断面耐力や非線形性能等は、鉄道構造物等設計標準・同解説等に示される設計式を用いて算出することになる。これらの設計式は、断面内のひずみ分布が梁幅に対して一様であることが前提条件である。しかし、本解析結果においては、鉄筋の初降伏時の応力分布が柱前面とそれ以外において差が生じており、設計時に想定している降伏点よりも早い段階で鉄筋が降伏し始めることを示している。また、最大主ひずみ分布は柱前面とそれ以外で異なっており、梁全幅を有効として設計したひび割れ幅よりも大きなひび割れが生じる恐れが考えられる。一方、最大耐荷力においては、鉄筋が梁幅内で全て降伏し、最小主応力も梁幅全域に高いレベルで分布しており、設計時との仮定との乖離は小さいと考えられる。

### 4. まとめ

柱幅よりも梁幅が大きいラーメン部材に着目し、有限要素法により得られる損傷過程からいくつかの検討を試みた。解析結果は、梁幅方向の鉄筋の応力や、ひずみ分布が柱前面とそれ以外で一様とはならない結果が得られた。この結果は、断面耐力等の設計式の計算条件と異なるものである。設計時には、用いている耐力算出式等の計算過程を適切に認識し、その適用範囲と異なるのであれば、必要により有限要素解析などを用いて詳細な検討を行うことが良いと考える。

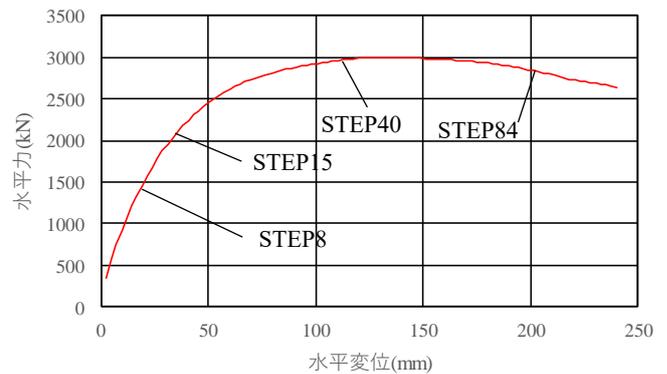


図-4 水平力-水平変位関係

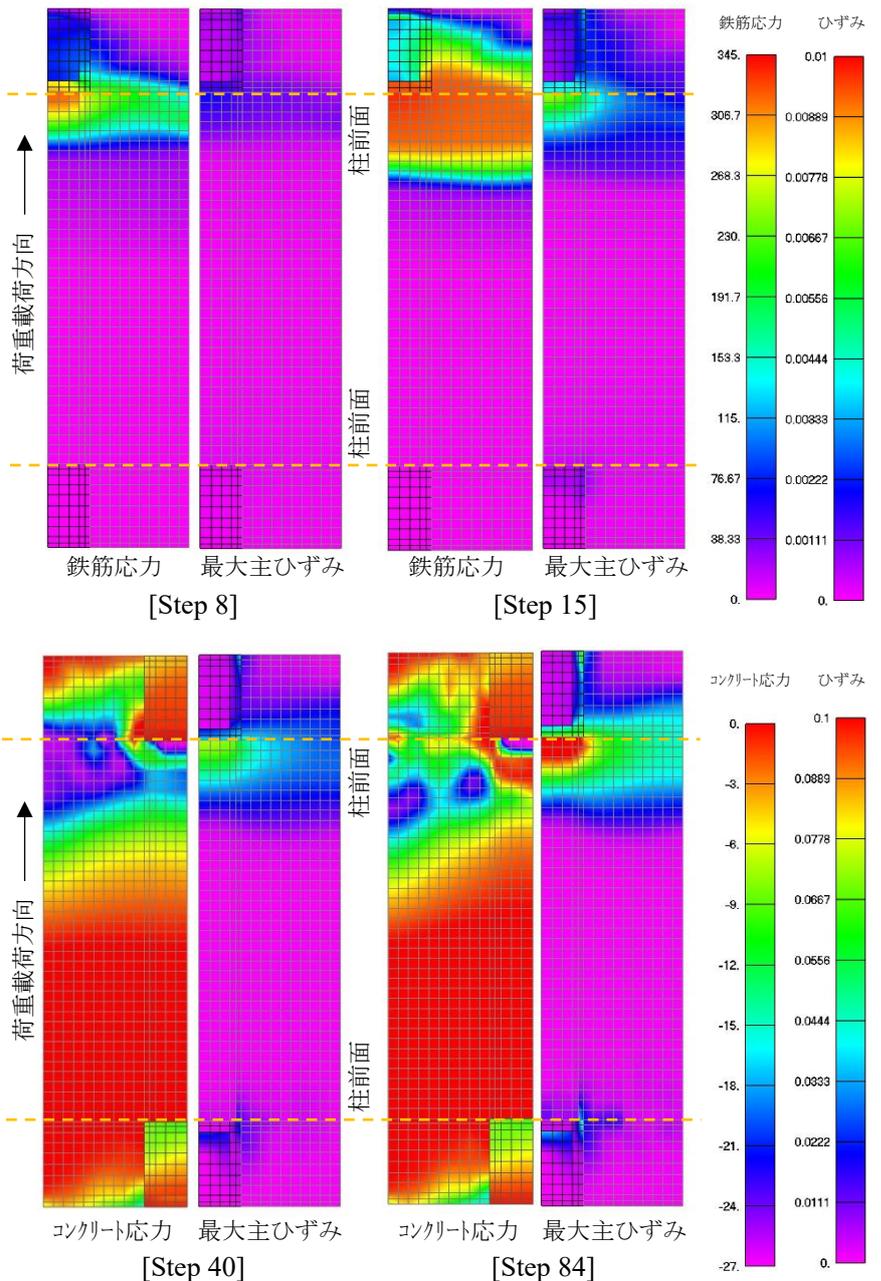


図-5 各解析ステップのコンター図

柱幅よりも梁幅が大きいラーメン部材に着目し、有限要素法により得られる損傷過程からいくつかの検討を試みた。解析結果は、梁幅方向の鉄筋の応力や、ひずみ分布が柱前面とそれ以外で一様とはならない結果が得られた。この結果は、断面耐力等の設計式の計算条件と異なるものである。設計時には、用いている耐力算出式等の計算過程を適切に認識し、その適用範囲と異なるのであれば、必要により有限要素解析などを用いて詳細な検討を行うことが良いと考える。