

RC ラーメン高架橋柱部材の一面せん断補強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
 パシフィックコンサルタンツ (株) 正会員 松橋 宏治

1. 目的

駅部の RC ラーメン高架橋は、高架橋内部を店舗などに利用している場合が多く、柱や梁部材の補強を行うためのスペースが確保されていない場合がある。このような部材に耐震補強を行う場合、従来の補強工法では難しく、施工可能な部材の一面から補強を行う、一面補強工法を用いる場合がある。本論文では、この一面補強によるせん断補強を施した RC ラーメン高架橋柱部材に着目し、鋼板やアンカー筋の定着に対する解析的な検討を行う。

2. 解析モデル

本検討は、ラーメン高架橋柱部材に着目し、実構造を基に図 1, 2 に示す解析モデルによる検討を行

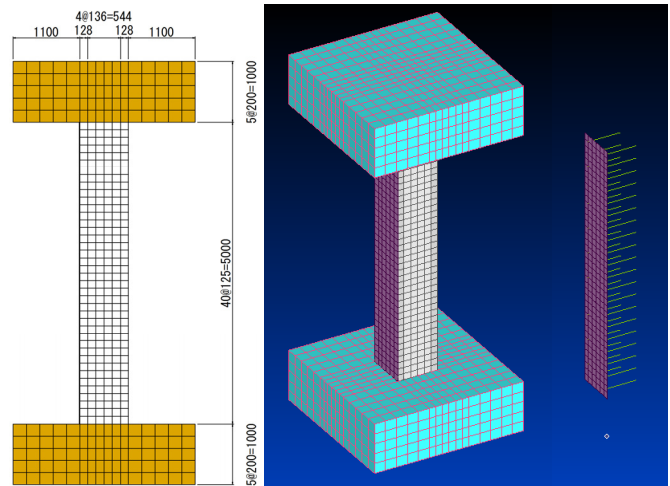


図 1 解析モデル図

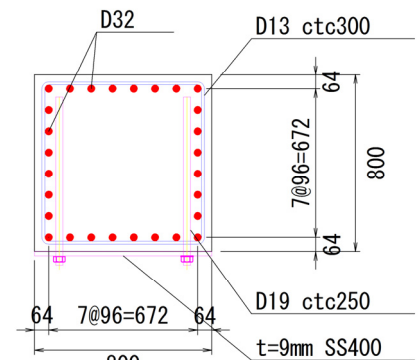


図 2 断面諸元

った。使用材料はコンクリートを $f_{ck}=24\text{N/mm}^2$ 、鉄筋を SD345 とし、補強鋼板は SM570、補強アンカー筋を SD390 とした。モデルはコンクリート部材をソリッド要素で作成し、鉄筋の配置に合わせて 125mm を目安に要素分割を行う。柱上端下端にはスタブを配置し、弾性要素とする。補強鋼板はプレート要素とし、補強アンカー筋はビーム要素とした。ソリッド要素とビーム要素は節点結合し、補強鋼板とソリッド要素は、ジョイント要素を介する場合と節点結合する場合の 2 種類で検討した。材料構成則は、コンクリート部材は前川らの分散ひび割れモデルとした。補強鋼板、補強アンカー筋は完全弾塑性型とし、降伏基準は Von-Mises 型とした。拘束条件は、下端スタブを完全固定とし、上側スタブの上端と下端の変位が同一となるように多点拘束し、逆対称曲げを再現した。また上側スタブの鉛直方向の回転を拘束した。本検討では、鋼板およびアンカー筋の定着に着目した検討を行った。CASE0 は比較のための無補強の解析ケース、CASE0M はせん断補強効果を確認するための比較ケースとして、せん断補強鉄筋の降伏強度を 100 倍として曲げ破壊型としたモデルとした。CASE1Y は鋼板方向に載荷したモデルで、鋼板とコンクリートの節点結合したモデルとした。CASE2Y は鋼板とコンクリートをジョイント要素で結合した。CASE1X はアンカー筋方向に載荷したモデルで、アンカー筋全長が定着していると想定し、アンカー筋とコンクリートの全節点を結合したモデルとした。CASE2X, 3X はアンカー筋が全長定着していない場合のモデルであり、コンクリート要素の分割に合わせて 2X はアンカー筋径 ϕ の 7 ϕ 分、3X は 14 ϕ 分定着していないと想定したモデルである。

3. 解析結果

図 3 に各解析ケースの水平力-水平変位関係を示す。図は上が鋼板方向に載荷した場合、下がアンカー筋方向に解析した場合の結果である。無補強の CASE0 の破壊過程は、曲げ降伏後にせん断補強鉄筋が降伏する破壊形態を示した。曲げ破壊型とした CASE0M と鋼板方向に載荷した CASE1Y, 2Y を比較すると、CASE1Y では曲げ破

キーワード 一面補強, せん断補強, 鉄道 RC ラーメン高架橋

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 TEL 011-851-3181

壊型相当まで耐荷力を保持しているのに対し、CASE2Yは無補強と同程度の耐荷力となっている。図4に最大耐荷力時の鋼板のMises 応力コンターを示す。Mises 応力は、CASE1Y に比べ CASE2Y では鋼板の応力レベルが低い。CASE2Y の耐荷力が低くなった要因は、コンクリートのせん断変形に対して、アンカー筋のみでは鋼板が追従できず、鋼板に応力が伝達されていないことが要因であると考えられる。実構造物においても、コンクリートと鋼板が十分に定着されることが必要であることが示される結果となった。

アンカー筋方向に载荷した CASE1X, 2X, 3X を比較すると、最大耐荷力のみに着目すると曲げ破壊型と同程度の耐荷力となっており、曲げ耐荷力相当のせん断補強効果はいずれのケースでも得られる結果となった。一方、図5に最大耐荷力時の最大主ひずみコンターを示す。無補強のケースは、側面に部材全長にわたり最大主ひずみレベルが高い領域が形成され、せん断による損傷が卓越していることが考えられる。一方、CASE1X では部材端部に集中し、曲げによる損傷が卓越してせん断補強効果が十分にみられる結果となった。一方、CASE2X, 3X では側面のひずみレベルが高い箇所が形成され、せん断による損傷もみられる結果となった。アンカー筋の定着長は、本モデルのようなせん断補強鉄筋としての使用ではないが、たとえば、あと施工アンカーの設計・施工の手引きでは10φ以上としている。本解析結果における7φでも側面のひずみレベルが高い領域が掲載されており、実構造物においても、アンカー筋に高強度や太径の用いる場合などには特に、定着長を考慮した検討が必要であると考えられる。

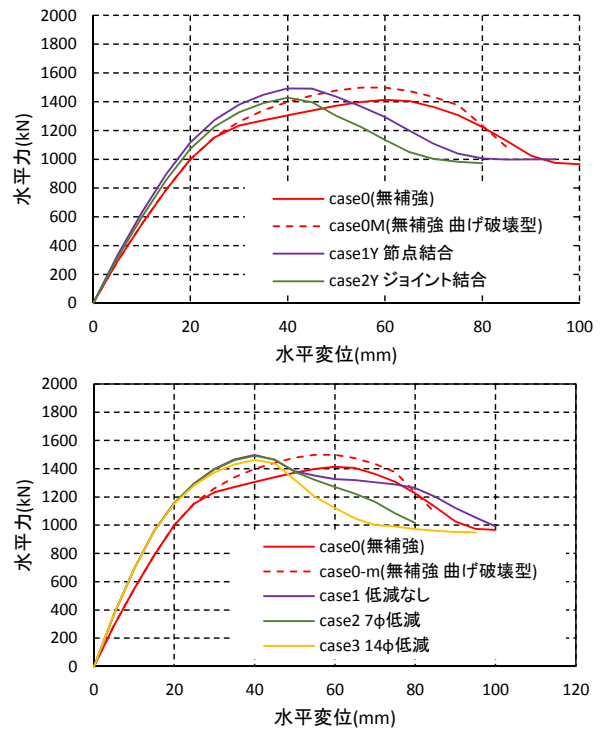


図3 水平力-水平変位関係

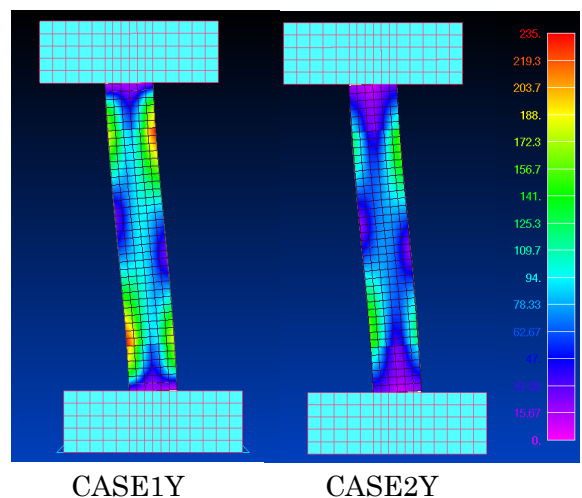


図4 補強鋼板の Mises 応力コンター図

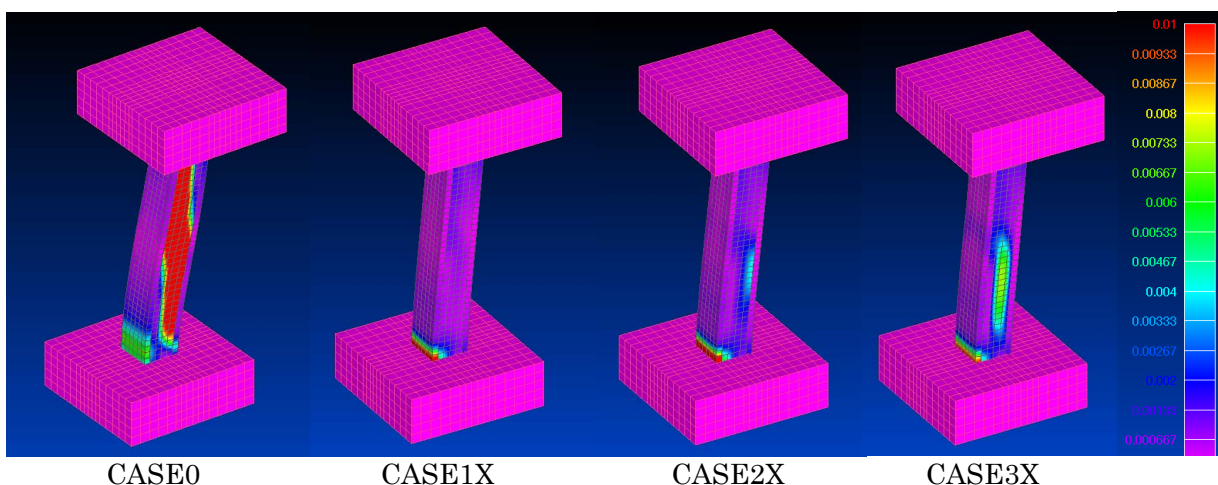


図5 最大主ひずみコンター図

参考文献

- ・岡村甫, 前川宏一: 鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則, 技報堂出版, 1991.
- ・公益財団法人鉄道総合技術研究所: あと施工アンカーの設計・施工の手引き, 2018.