

上下部一体構造のアンカービーム方式接合部における貫通鉄筋の低減

(公財) 鉄道総合技術研究所
(独) 鉄道建設・運輸施設整備支援機構
伊藤忠テクノソリューションズ (株)

正会員 ○土橋 亮太
正会員 南 邦明
正会員 田島 文彦

斉藤 雅充
横山 秀喜
中野 雄哉

1. はじめに

鉄道構造物では、連続合成桁における中間支点部の支承省略を目的として、鋼上部構造と RC 橋脚の上下部一体構造 (複合ラーメン) のアンカービーム方式 (写真 1) が用いられる。この方式は、地震時の損傷箇所がアンカービーム先端となり、修復が困難な接合部内部に損傷が進展しにくく、復旧性に優れた構造である。連続合成桁は、道路や河川、既設鉄道との交差部などで採用されることが多く、送出し架設を採用する事例が多い。アンカービーム方式では、橋脚主鉄筋は下フランジを貫通して桁内に定着しているが、この貫通鉄筋本数を低減すれば、下フランジの貫通孔を通してながら行う桁降下の施工性を向上することができる。

本研究では、FEM 解析により接合部の変形・応力状態を確認し、貫通鉄筋本数の低減が橋脚の損傷状況位置に与える影響を確認した。

2. 解析モデル

図 1 に橋梁モデルの全体図を示す。本検討における解析対象は、支間長 50m+50m の 2 径間連続 2 主 I 桁形式の合成桁で、中間支点部周辺は箱断面、中間橋脚と剛結された構造となっている。解析モデルは、着目箇所である接合部周辺を「詳細モデル区間」、接合部への影響が小さい桁や橋脚の一般区間を「骨組み解析モデル区間」とした。なお、横断面が左右対称のため、1/2 モデルとした。解析パラメータは、貫通鉄筋の本数とした。解析ケースを表 1 に示す。本解析には、ABAQUS Ver.2018 を用い、幾何学的非線形性を考慮した静的解析を行った。鋼材は、主桁 SMA490W、アンカービーム SM570、鉄筋 SD390 とした。非線形性能を考慮した箇所のコンクリートの圧縮強度については、18.5N/mm² とした。荷重は、自重作用下における橋軸方向水平地震力を作用させた。図 2、表 2 に詳細モデル区間の部材と要素を示す。なお、コンクリートと鉄筋の非線形性については、土木学会標準設計方書²⁾を基に設定した。鋼材は 1/100 剛性のバイリニアとした。鋼とコンクリートの接触として、鋼桁と床版・充填コンクリートを接点共有、床版鉄筋・貫通鉄筋・橋脚鉄筋を要素埋込、鋼桁・アンカービーム側面と橋脚コンクリートを面接触とし、引張側の応力は伝達しないように設定した。アンカービーム先端とコンクリートの

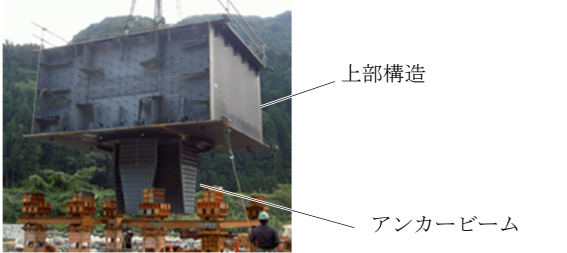


写真 1 アンカービーム

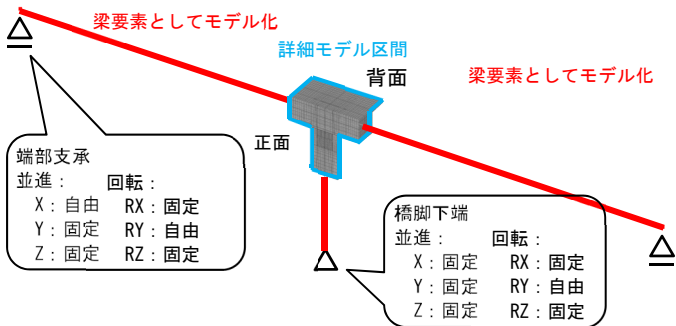


図 1 橋梁モデル全体図

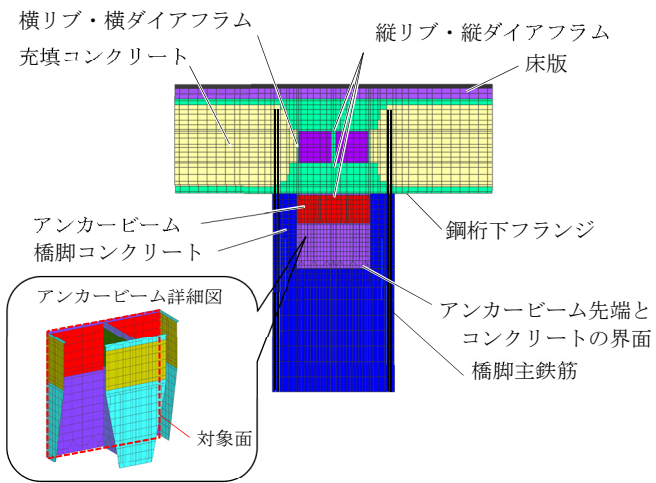


図 2 詳細モデル区間概要図

表 1 解析ケース

解析ケース	貫通鉄筋
Case1	RC橋脚主鉄筋の半数 (32本)
Case2	Case1の半数配置 (16本)

表 2 詳細モデル区間の部材と使用要素

部材		材料	使用要素	線形・非線形
床版コンクリート		コンクリート	ソリッド要素	線形
充填コンクリート				線形
橋脚コンクリート				非線形
鋼桁		鋼材	シェル要素	非線形
アンカービーム				非線形
床版鉄筋		鉄筋	トラス要素	線形
橋脚鉄筋				非線形
ずれ止め		鋼材	ばね要素	軸：線形
				せん断：非線形
鋼とコンクリートの接触部	アンカービーム先端とコンクリート	ギャップ要素	非線形	
			引張：応力伝達なし 圧縮：剛	
	その他の箇所		接触対、節点共有、要素埋込み	

キーワード：鋼鉄道橋、上下部一体、合成桁、アンカービーム、3次元有限要素解析
連絡先：東京都国分寺市光町 2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 鋼・複合構造 TEL06-6394-6033

接触については、参考文献³⁾により、引張側で「伝達なし」、圧縮側で「伝達あり」となり、これを再現するためにギャップ要素を用いることとした。

3. 解析結果・考察

FEM 解析により、設計の最大震度 0.64 時の変形および応力を確認した。

図3に変形図を示す。Case1 に比べ、Case2 のアンカービーム先端より下側の鉛直方向変位の領域が広がり、変形量が増加していることが分かる。これは、貫通鉄筋本数の低減により、接合部の剛性が低下していることが要因であると考えられる。しかし、主要な変形位置はアンカービーム先端付近であるという点は、変わっていない。

図4にコンクリートの最小主応力図を示す。貫通鉄筋本数の低減による応力増はあるが、いずれのケースにおいても、アンカービーム先端付近で最大の圧縮応力となっており、アンカービーム根元付近については、大きな違いは見られなかった。

図5に鉄筋の軸応力図を示す。貫通鉄筋本数の低減による応力増はあるが、いずれのケースにおいても、図中右側の引張領域において、アンカービーム先端付近が大きな応力となっている。

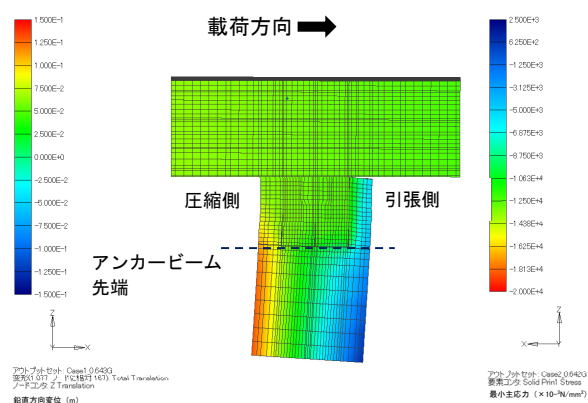
変形図・最小主応力図・鉄筋の軸応力図の解析結果から、いずれにおいても橋脚の主たる損傷個所はアンカービーム先端付近であり、貫通鉄筋本数の低減による応力および変位の大きな変化は見られなかった。

4. おわりに

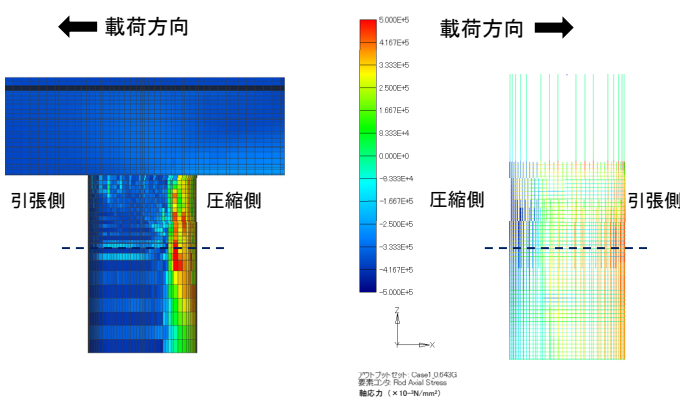
本解析結果から、貫通鉄筋の本数低減が橋脚の損傷状況位置に与える影響は小さく、貫通鉄筋本数の低減は可能であると考えられる。

参考文献

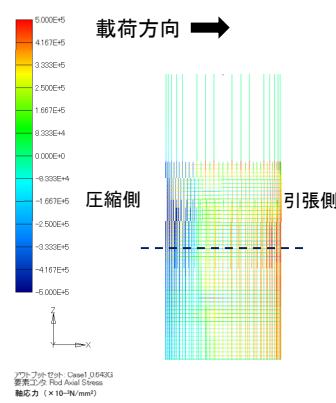
- 1) 齊藤雅充, 南邦明, 横山秀喜, 林川俊郎, 八巻康博, 水野浩: 鋼箱桁とRC柱の結合部に用いるアンカービーム定着構造に関する実験的研究, 構造工学論文集, Vol.58A, pp.897-907, 2012.3
- 2) 土木学会, 複合構造標準示方書(2014年度制定), 2015.5
- 3) 藤原良憲, 八巻康博, 保坂鐵矢, 水野浩, 林川俊郎: 鋼箱桁とRC柱の剛結部に用いるアンカービーム定着構造のずれ止めに関する一考察, 土木学会年次学術講演会, Vol.63, pp.127-128, 2008.9



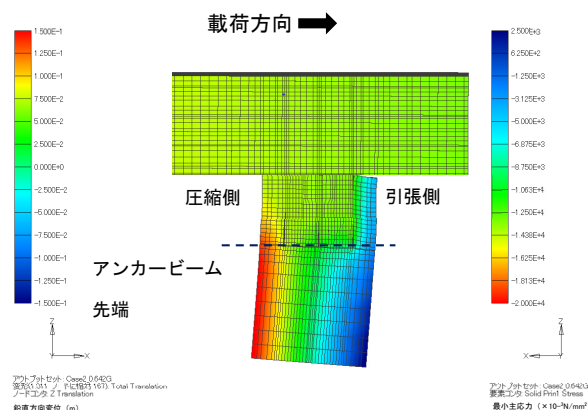
(a) Case1



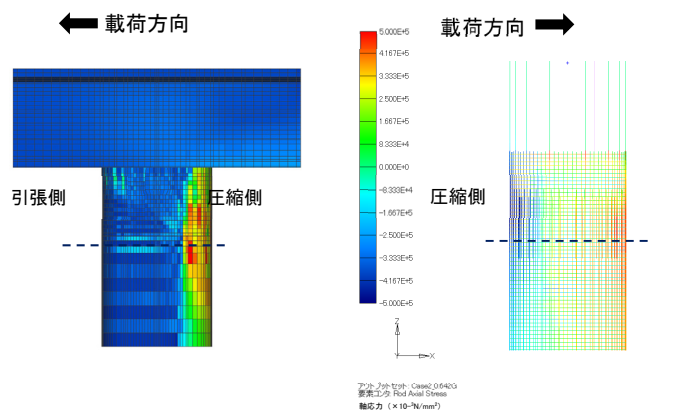
(a) Case1



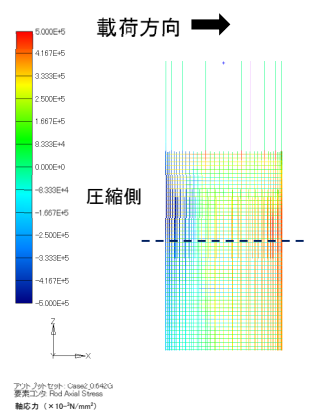
(a) Case1



(b) Case2



(b) Case2



(b) Case2

図3 変形図(正面)

図4 コンクリート最小主応力(背面)

図5 鉄筋軸応力図(正面)