

上下部一体構造のアンカービーム接合部におけるずれ止め配置の検討

鉄道総合技術研究所
鉄道建設・運輸施設整備支援機構

正会員 ○土橋 亮太 齊藤 雅充
正会員 南 邦明 横山 秀喜 筒井 康平

1. はじめに 連続合成桁における中間支点部の経済性・維持管理性の向上を目的として、合成桁とRC橋脚の上下部一体構造(写真1)が用いられ、鉄道構造物では、地震時の復旧性に優れたアンカービーム方式が用いられている。しかし合成桁は、道路や既設鉄道との交差点で送出し架設を採用する事例が多いが、本方式ではアンカービームの突起が送出し架設時の課題となる。送出し架設の施工性向上のため、アンカービーム分割方式を提案した²⁾が、従来の考え方ではアンカービームに多数のずれ止めを設置する必要があり、分割したアンカービームの継手部までずれ止めを配置することが施工上の障害となる。そのため、継手付近にずれ止めを設けないことや、本数を低減することが望ましいと考えられる。

本研究では、非線形有限要素(FEM)解析によりアンカービームのずれ止めに作用するせん断力を算定し、ずれ止め配置を検討した。また、ずれ止め本数、配置が変更されることによる断面力の分担や破壊形態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。解析対象は、支間長50m+50mの2区間連続2主I桁形式の合成桁で、中間支点部周辺は箱断面であり、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の箱型断面部分を「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線形梁要素による「骨組モデル区間」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、ずれ止め(スタッドジベル)の本数・配置とし、図2に示す解析ケースとした。ケース1は従来のずれ止め配置、Case2はCase1の解析結果を基に配置検討を行った。本解析には、ABAQUS Ver.2018を用い、材料非線形および幾何学的非線形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設計基準強度については、24.0N/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3および表1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、土木学会標準示方書⁴⁾を基に設定した。鋼材は降伏後1/100剛性のバイリニアとした。アンカービーム先端とコンクリートの接触については、参考文献⁵⁾



(a) 中間支承を省略した合成桁 (b) 接合部の鋼部材
写真1 アンカービーム方式

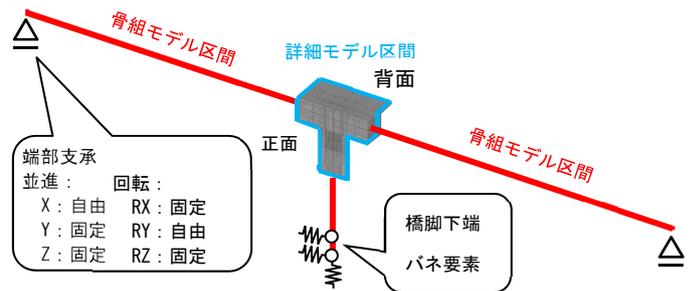
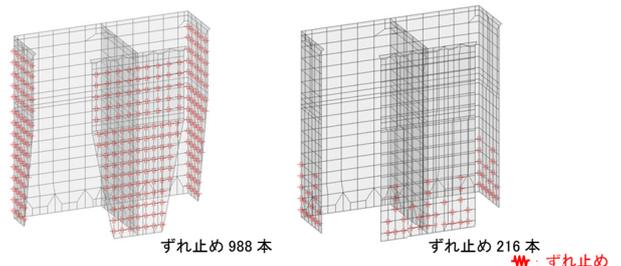


図1 橋梁モデル全体図



Case1 Case2

図2 解析ケース

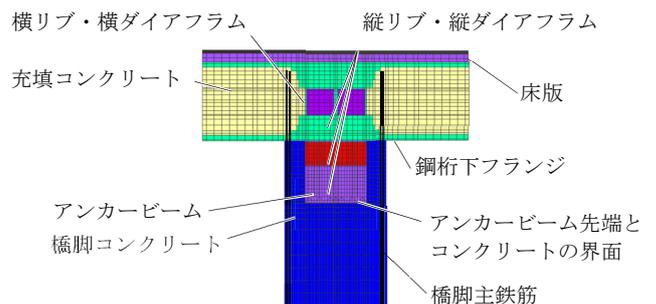


図3 詳細モデル区間概要図

表1 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 TEL042-573-7280

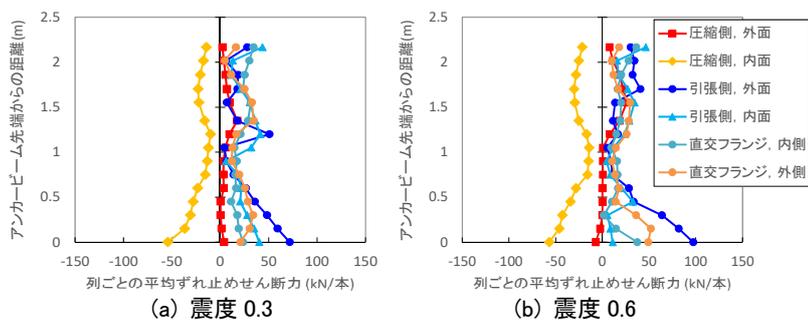


図4 平均ずれ止めせん断力分布図 (Case1)

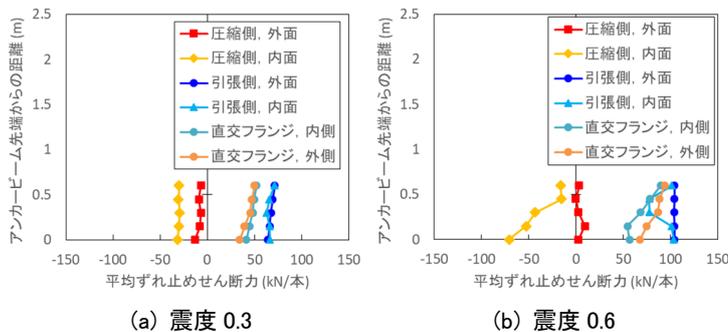


図5 平均ずれ止めせん断力分布図 (Case2)

表2 アンカービームに作用する断面力

Case	部材名称	軸力 [kN]	せん断力 [kN]	曲げモーメント [kN・m]
Case1	コンクリート	-37993	-1667	—
	アンカービーム	8366	-16618	—
	鉄筋	6107	0	—
	合計	-23521	-18285	90320
Case2	コンクリート	-35238	-1106	—
	アンカービーム	6808	-22038	—
	鉄筋	9129	0	—
	合計	-19302	-23144	92048

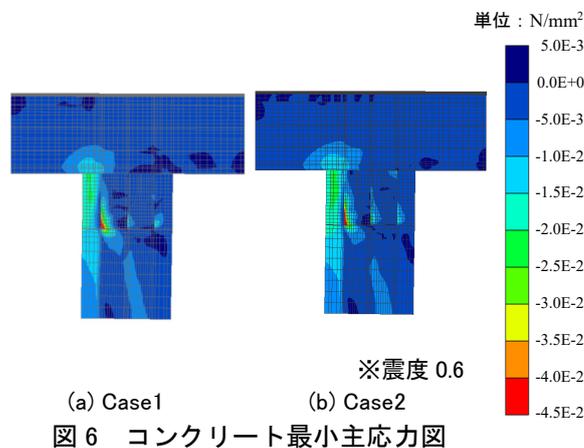


図6 コンクリート最小主応力図

と同様にギャップ要素を用いた。

3. ずれ止め配置の検討 図4に、FEM解析により得られた、ずれ止めに作用するせん断力分布を示す。震度0.6は最大応答震度相当時、その半分の震度0.3の結果を示している。どちらの震度時においても、アンカービーム先端付近のずれ止めのせん断力が大きく、中心より根元側のせん断力が小さい傾向であることが分かった。従来の考え方では、鋼桁からRC橋脚への曲げモーメント・せん断力・軸力の伝達をアンカービームのみで受け持つと仮定し、ずれ止めの必要本数を算出していた。しかし、表2のCase1の通り、作用する断面力に対して断面全体で抵抗しており、フランジに発生する応力より、ずれ止めの必要本数を算出し、Case2のずれ止め本数の検討を実施した。その結果、Case1に比べ、ずれ止めの本数が2割程度に減らすことが可能であることが分かった。さらに、ずれ止め列ごとの負担するせん断力を平均化するため、先端に近づくほどずれ止め本数が増える配置を考え、図2のCase2に示すずれ止め配置を提案し、解析を実施した。

4. ずれ止め配置変更による影響 図5にずれ止めに作用するせん断力分布を示す。図4に比べ、ずれ止めの列によるせん断力のばらつきは少なく、各列のずれ止めにせん断力が平均化されるような分布が確認された。ただし、震度0.6の場合、引張側外面において、せん断力がずれ止め耐力に達している。そのため、実際には部位ごとのせん断力のばらつきなどを考慮し、ずれ止め本数を検討する必要があると考えられる。

表2の各ケースの断面力については、軸力とせん断力で2割程度の差が見られたが、曲げモーメントについては2%程度の差であった。また、図6に最大応答震度相当時(震度0.6)のCase1と2のコンクリート最小主応力を示すが、最小主応力や変形に大きな変化が見られないことから、ずれ止め配置の変更は接合部の破壊形態に与える影響は小さいと考えられる。

5. おわりに 本研究では、ずれ止め本数が変更されることにより、断面力の分担や破壊形態に与える影響について確認した。以下に得られた知見を示す。

- ・アンカービーム先端のずれ止めが受け持つせん断力が大きく、根元は小さい傾向にある。
- ・ずれ止めの本数をアンカービームに作用する断面力から設定し、先端付近に多くのずれ止めを配置した結果、ずれ止めが受け持つせん断力の分担が平均化される傾向を確認した。
- ・ずれ止め配置の変更が接合部の破壊形態に与える影響は小さいと考えられる。

今後は、ずれ止め配置の設定方法について検討していく。

参考文献

- 1) 斉藤ら：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) 土橋ら：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，土木学会年次学術講演会，Vol.74，CS6-18，2019.9
- 3) 中野ら：送り出し架設が可能な鋼鉄道橋の一体化構造の検討，土木学会年次学術講演会，Vol.74，1-299，2019.9
- 4) 土木学会，複合構造標準示方書(2014年度制定)，2015.5
- 5) 藤原ら：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