スタッドを有効活用した鋼殻接合構造の基礎的研究

ＪＲ東日本　東京工事事務所　正会員　○冨田　直幹
ＪＲ東日本　東京工事事務所　正会員　佐々木　尚美
ＪＲ東日本　東京工事事務所　正会員　森部　伸一

１．はじめに

鋼橋とコンクリート橋をスパン中間部で接合する複合橋は，鋼・コンクリートそれぞれの特性を生かした合理的構造として実績がある．接合部は，主に**図 1-1** に示す鋼殻セルと呼ばれる接合体を用い，鋼殻セル部のスタッド・支圧板により力の伝達を行っている．鋼殻セル高は，鋼板と接合部間の中立軸の偏心を小さくするため，出来るだけ小さいことが望ましいが，製作・PC 緊張の施工性を鑑み 60～80cm 程度が標準とされている．また，鋼殻長さは応力分散効果を高めるため，鋼殻高の 2～3 倍が標準とされている[1]．

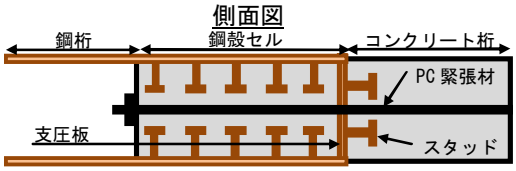

図 1-1 鋼殻セルイメージ図（前面支圧）

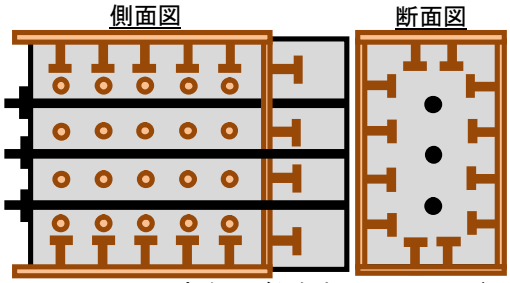

図 1-2 セル高を上げた鋼殻セルイメージ

桁高が非常に高い場合には，鋼殻セルが多段配置となり，経済性・施工性に劣る上，PC 配置の制約も受ける．そこで**図 1-2** に示すようにセル高を上げ，経済性・施工性の向上を図る検討を行った．

PC 緊張力により接合部を全圧縮とすることで，中立軸偏心は問題ないと考えるが，セル高を上げることで PC 緊張材の配置本数が増え，それに伴うスタッドの負担割合の増加および，必要本数が増大する懸念がある．加えて，鋼殻高さを上げることにより，単一の鋼殻内における活荷重等による応力変動の影響が大きくなるため，プレストレスにより発生するスタッドの初期応力状況や力の方向性について，検討する必要がある．

そこで，鋼殻ウェブ部にずれ止めを設けることでの応力分散効果及びスタッドへの負担の軽減，またプレストレスを受けた状況下で多段配置されたスタッドの応力状況等の把握を目的として試験を実施した内容について報告する．

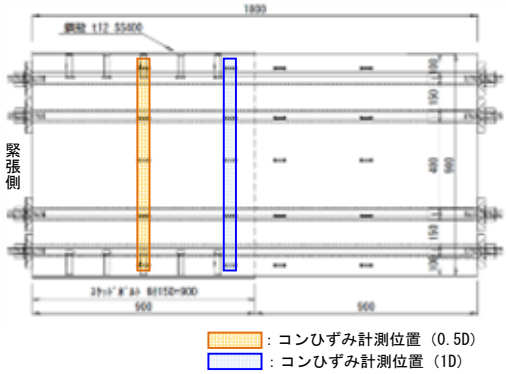

図 2-1 試験体側面図（鋼殻あり）

２．試験内容

図 2-1 に示すように，コンクリート試験体に鋼殻セルを模擬した鋼板を取り付けた試験体と鋼殻の無い試験体を用いて計 3 ケースの緊張試験を行った．緊張力は上縁圧縮・下縁引張の状態から最終的に全圧縮となるように，上段から順に 740kN/段、計約 2960kN（PC 鋼棒の降伏直前）の緊張力を導入した．また，**図 2-2** に示すように鋼殻を設置した試験体では，スタッドを上下のみに設置したケース①と，上下側面に設置したケース②において試験を行った．スタッドのひずみゲージは力の方向を確認するため，全て緊張側に設置した．コンクリート部に関しては，緊張力分布を考慮し，プレストレスの有効範囲となる試験鋼殻高（D）に対する 1D の位置と，十分な有効範囲ではない 0.5D の位置にそれぞれ，鋼殻中央部および側面側のコンクリート内部にひずみゲージを設置した．

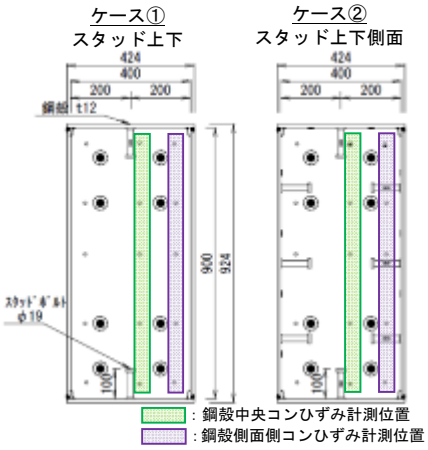

図 2-2 試験体断面図（鋼殻あり）

キーワード　複合橋，鋼殻セル，スタッド
連絡先　〒151-8512　東京都渋谷区代々木二丁目 2 番 6 号 JR 新宿ビル　東日本旅客鉄道株式会社　ＴＥＬ03-3379-4353

３．緊張試験結果

緊張試験により，鋼殻およびスタッド配置による緊張力分布への影響およびスタッドの応力分散効果について確認を行った．緊張試験の結果，プレストレスの有効範囲となる 1D 付近ではケースによる大きな差異は確認出来なかったため，本論文では 0.5D 付近のひずみに関する報告を行う．

1）緊張力分布（コンクリートひずみ）

緊張力分布に関しては，一例として鋼殻なしのケースと鋼殻とスタッドを上下側面に設置したケース②の結果を示す．試験体中央部のコンクリートひずみでは，鋼殻なしのケースにて上縁と下縁で多少ばらつきが見られるが，ケース②ではばらつきが抑えられていることが確認できた（図 3-1）．また，側面側のコンクリートひずみにおいては，鋼殻なしのケースでは上縁・中央・下縁でばらつきが非常に大きいが，ケース②において，ばらつきが大きく解消されていることが確認出来た(図 3-2)．また，スタッドは上下のみよりも，側面に設置したケースのほうが，効果が高いことも確認した．

2）スタッドの発生ひずみ

鋼殻のスタッドを上下のみに設置したケース①と上下側面に設置したケース②を比較した結果を表 3-1 に示す．上下のみにスタッドを設置した場合，負担する力は鋼殻の両端でばらつきが大きい．一方，上下側面に設置した場合，ばらつきを抑えることができ，応力分散効果が高いことを確認した．しかし，上縁・下縁で比較すると，ばらつきの差は改善されているものの均等に緊張力は分散されていない．側面のスタッドひずみに着目しても，同様の結果（表 3-2）であり，緊張位置に近いほどその差が顕著である．また，スタッドが受ける力の方向は一様ではなく，鋼殻中心から外側に向かう力を受けていることが確認できた．

４．考察とまとめ

鋼殻高を上げても鋼殻上下および側面にスタッドを設置することで効率的な緊張力の導入となることを確認できた．スタッドへの負担に関しては，スタッドの負担の軽減および分散効果が確認できたが，位置によるばらつきが大きい．これは，緊張側の側面中央付近のひずみが小さく，緊張位置から離れるに従い，ひずみ分布が均等に分散している結果から，緊張力の分布角度による影響と考えられる．よって，緊張力の分布角度を考慮したスタッド配置とすることでより高い効果を得ることが出来ると考えられる．また，スタッドが受ける力に方向性があるため，スタッドの設計を行う際は，これらを考慮する必要がある．今後検討を深度化するにあたり，本結果を有効に活用していきたい．

【総緊張力】一段目:750kN, 二段目 1500kN
三段目:2250kN, 四段目 3000kN

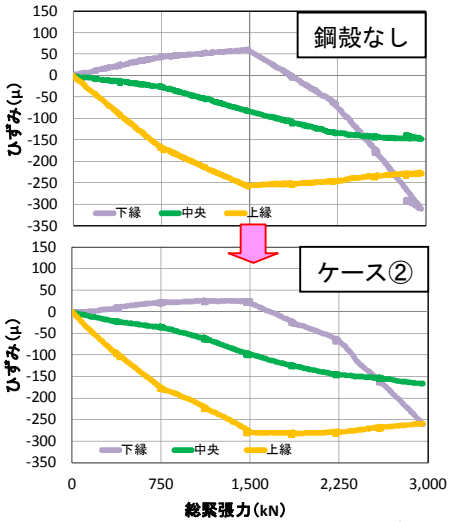

図 3-1　中央部コンクリートひずみ

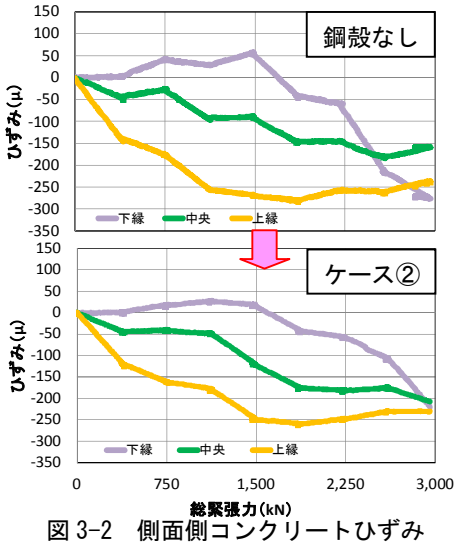

図 3-2　側面側コンクリートひずみ

表 3-1 スタッドひずみ比較

	上側スタッドひずみ（μ）			
	計測位置	左端	中央	右端
ケース①	ひずみ	-363		240
	力の方向	←		→
ケース②	ひずみ	-233	-21	208
	力の方向	←	←	→
	下側スタッドひずみ（μ）			
	計測位置	左端	中央	右端
ケース①	ひずみ	-66	76	353
	力の方向	←	→	→
ケース②	ひずみ	-150	49	272
	力の方向	←	→	→

表 3-2 ケース②におけるスタッドの分担

	側面スタッドひずみ（μ）			
	計測位置	左端	中央	右端
上側	ひずみ	-233	-21	208
	力の方向	←	←	→
側面上段	ひずみ	-129	27	242
	力の方向	←	→	→
側面中央	ひずみ	-35	53	240
	力の方向	←	→	→
側面下側	ひずみ	-50	44	239
	力の方向	←	→	→
下側	ひずみ	-150	49	272
	力の方向	←	→	→

参考文献

1)社団法人プレストレストコンクリート技術協会（複合橋設計施工基準（案）平成 11 年 12 月）