

1. 研究背景

構造の合理化という観点から、鋼上部工と RC 橋脚を一体化させた多径間ラーメン橋が、近年注目されており、現在までに数橋の施工実績が日本道路公団等で報告されている¹⁾。この構造は、死荷重の小さい鋼桁を RC 橋脚に連結するため、従来の PC ラーメン橋よりも上部工の慣性力の低減が期待でき、耐震性に優れた構造物となる。また上部工重量が小さくなるため、RC 橋脚、基礎工も小さく押さえられる。更に中間橋脚上に支承が不要となり、維持管理が容易となる。しかしながら、このような構造形式における結合部の力学挙動については不明な点が多く、設計における性能と安全性の評価の妥当性に関しても未確認な点が残っている。そのため、この構造を採用する際には実物大模型実験を行わなければならない等、合理的な設計方法がいまだに確立されていないのが現状である。本研究では、特に結合部内におけるスタッドと鉄筋との関係に注目した。本研究では、結合部においてスタッドと鉄筋の相対的な位置関係により生じる耐荷力や応力伝達の差異を小型供試体によって実験を行い検証することを目的とする。

2. 基礎実験の概要と供試体

図 1、2、今回の実験で用いた供試体図の一例を、表 1、2 に各供試体のパラメータ表を示す。いずれの供試体も図面上下方向に一端固定、一端に漸増荷重与える静的引張試験である。図 1 の供試体(引張形式)は、スタッドに引張力が作用した場合、スタッド軸方向挿入されている軸鉄筋との相互作用による影響をその相対距離と定着部の鉄筋形状によって比較するものである。図 2 の供試体(せん断形式)は、同様にせん断力のみが作用した場合、スタッド軸直角方向に挿入されている軸鉄筋との相互の関係を、スタッド挿入部に配筋されているスタッドの本数を変化させることにより比較するものである。測定項目は鉄筋のひずみ、全体の変位、荷重等である。

表 1. 引張形式供試体パラメータ表

供試体名	軸鉄筋-スタッド距	スタッド軸径	スタッド全高	定着部形状
	r (mm)	φ (mm)	hs (mm)	
20t6-45s	20	6	45	straigh
20t6-45h				hook
20t6-60s			60	straigh
20t6-60h				hook
35t6-45h	35		45	hook
35t6-60h			60	hook
65t6-45h	65		45	hook
65t6-60h			60	hook

表 2. せん断形式供試体パラメータ表

供試体名	スタッド軸径	スタッド全高	スタッド配筋段数(本数)
	φ (mm)	hs (mm)	
1s6	6	45	1段(4本)
2s6			2段(8本)
3s6			3段(12本)
1s13	13	80	1段(4本)
2s13			2段(8本)
3s13			3段(12本)

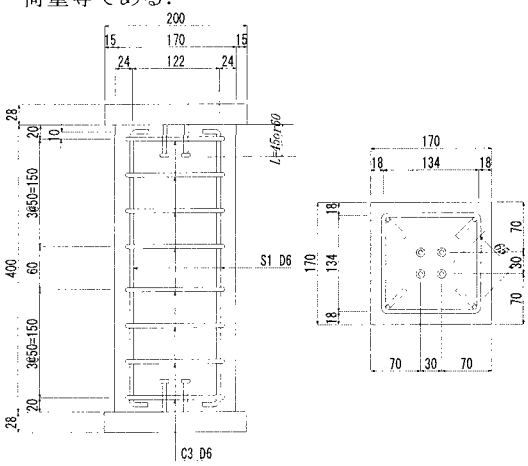


図 1. 供試体概要図の例(引張形式:65t6-45)

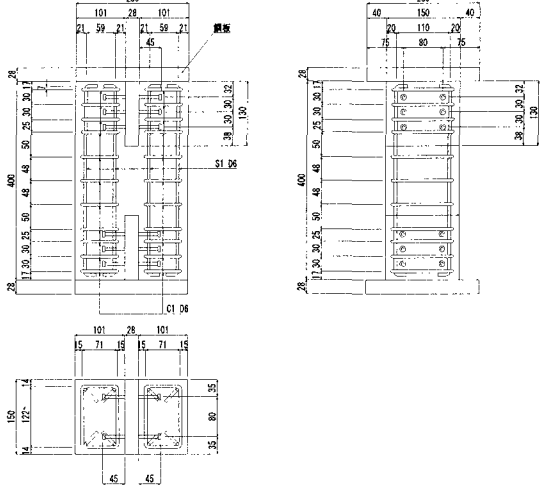


図 2. 供試体概要図の例(せん断形式:3s6)

3. 実験結果

3.1 引張形式

図 3 に、スタッド高さ毎のスタッド-鉄筋距離-終局荷重関係を示した。各距離、定着部形状による明確な終局耐力の差はみられないことから、スタッドが引張力を受けることによって形成するコンクリートコーンに鉄筋の挿入量は影響せず、悪影響は及ぼしていないことがわかる。また、図 4 に、鉄筋ひずみ-荷重曲線を示したが、これより、軸鉄筋とスタッドの距離が近づくにつれ、両者間の応力伝達は潤滑に行われていることがわかる。また、スタッド首下長さ程度はスタッドに対して軸鉄筋を近づけないと、応力伝達が不十分になるという結果も確認することができる。

3.2 せん断形式

図 5 に、スタッドの本数と終局荷重の関係を示した。スタッド量が増加するとともに、耐荷力が線形的に上昇している。図 6 に示すように、スタッドの本数が増加するとともに、鉄筋とスタッドとの定着長が長くなり、応力伝達が外側に配置された鉄筋にも円滑に行われている事がわかる。破壊モードはコンクリートの破壊だが、スタッドを 3 段(12 本)配筋したものでは、鉄筋のひずみが $2500\mu\epsilon$ 程度出ていたもので、更に定着長を増加させると、鉄筋の降伏により破壊に至ると考えられる。また、通常、十分な周辺コンクリート量を持つスタッドのせん断試験では、スタッドの降伏が破壊モードであるが、今回はすべての橋試体においてコンクリートの破壊によるものであった。

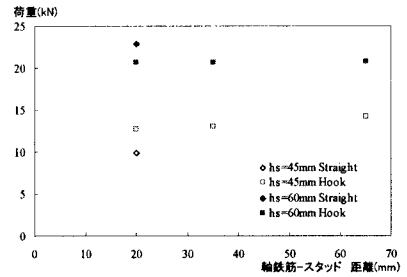


図 3. 定着距離-荷重関係(引張形式)

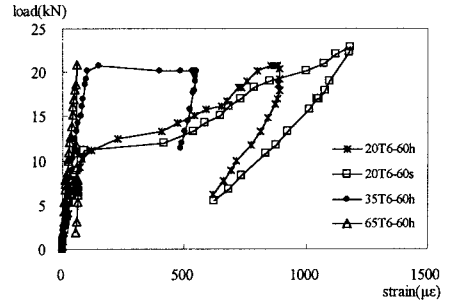


図 4. 鉄筋ひずみ-荷重関係(引張形式)

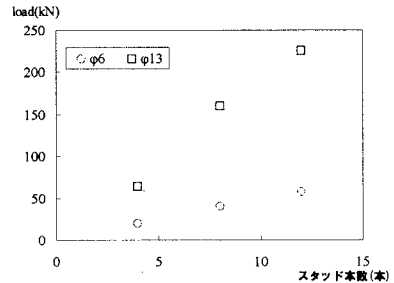
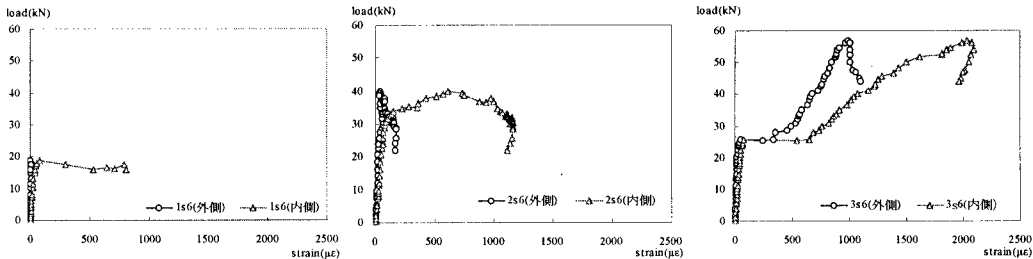


図 5. スタッド本数-耐荷力関係



4. まとめ

スタッドが引張力もしくはせん断力を受ける際の周辺鉄筋との位置関係による耐荷力に関して考察した。今回の検証の他に、スタッドの群配置による効果、周辺コンクリート端部までの距離(縁端距離)による耐力低減効果など、他にも耐力において検証する必要性があるパラメータがあるので、スタッドの受け持つ耐力に関して更なる検証が必要であろう。

【謝辞】 本研究は片山ストラテック(株)、(株)酒井鉄工所、日本スタッドウェルディング、日本電子計算(株)、松尾橋梁(株)との共同研究として行われたことをここに付記するとともに多大な御協力を頂いた関係各位に謝意を表する。

【参考文献】 1) 松井繁之、湯川保之、和田信良、石崎茂、田中俊彦：複合ラーメン橋・鋼桁-RC 脚剛結部の構造と力学性状について、構造工学論文集、Vol. 43A, pp. 1367-1375, 1997. 3