

合成桁のスタッドグループ配置に関する実験的研究(その1)

大阪工業大学大学院 学生員○中島星佳^{*}
大阪工業大学大学院 学生員 小松恵一^{*}

片山ストラテック 正会員 大久保宣人^{**}
大阪工業大学工学部 正会員 栗田章光^{*}

1. はじめに

近年、我が国における橋梁は、設計・施工の合理化・省力化によるコスト縮減を目指して、従来までの RC 床版を用いた多主桁橋から、床版支持間隔を大きく出来る PC 床版を用いた少数主桁橋や多径間連続合成桁橋が主流になりつつある。これらの少数主桁橋や合成桁の連続構造形式には多くの利点があることは周知の通りである。しかし、連続合成桁橋を採用することにより中間支点部近傍に負の曲げモーメントが発生する。この問題に対処するための方法としてコンクリート床版にプレストレスを導入する方法などが挙げられる。その中でもプレストレスを有効に導入する1つの方法として、スタッドのグループ配置が考えられる。通常、スタッドは一定の間隔を設けて等間隔に配置されるが、スタッドのグループ配置の場合、図-1 のようにスタッドを集中的にかためて配置される。スタッドのグループ配置の場合、グループ配置した箇所の床版は箱抜きにし、鋼桁と合成させずにコンクリートを打設する。そして鋼桁と合成していない状態で、コンクリート床版にプレストレスを導入し、最終的に鋼桁と合成する方法である。スタッドをグループ配置することにより、PC ケーブル緊張に伴う鋼桁への影響を排除してコンクリート床版に有効なプレストレスを導入することができると考えられる。そこで、本研究では、合成桁にスタッドをグループ配置した場合の力学性状を把握するため、押し抜き試験と桁による静的曲げ試験を行った。ここでは、本試験シリーズの1試験である押し抜き試験の結果を以下に報告する。

2. 試験体と計測方法

静的押し抜き試験体の概略図を図-2 に示す。試験体は頭付きスタッドを現行の道路橋示方書¹⁾に基づき配置した Type-a、頭付きスタッドをグループ配置し、箱抜きのない Type-b、およびグループ配置のスタッド部分を箱抜きし、箱抜き部分を後打ちで無収縮コンクリートを打設する Type-c の3タイプであり、各タイプ3体、計9体を用いて押し抜き試験を行った。コンクリートおよび無収縮モルタルは実構造と同様、正立にした状態で打設した。押し抜き試験には容量 2000kN の万能型載荷試験機を用いた。試験は図-3 に示すように載荷面と支持面が平行を保ち、偏心載荷が生じないようにモルタルを使用しセットした。試験体への載荷は JSSC のスタッドの押し抜き試験方法²⁾に従い、各試験体ごとに漸増繰返し載荷法によって行った。なお、いずれの試験体もずれ止めに 30mm 以上の相対ずれが生じる状態まで継続して載荷を行った。また、使用したコンクリートは設計基準強度 $\sigma_{ck}=30\text{N/mm}^2$ 、無収縮モルタルは $\sigma_{ck}=60\text{N/mm}^2$ である。

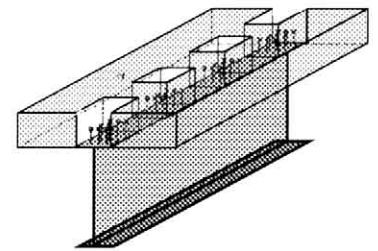


図-1 グループ配置

Type 名	概要説明	ずれ止め配置の概要図
Type-a 通常配置	道路橋示方書に基づいた配置 <諸元> コンクリートブロックの厚さ: 120mm スタッドの径: $\phi 13 \times 80$ 鉄筋: D13	
Type-b グループ配置 箱抜きなし	スタッドをグループ配置したもので箱抜きなしのタイプ <諸元> コンクリートブロックの厚さ: 120mm スタッドの径: $\phi 13 \times 80$ 鉄筋: D13	
Type-c グループ配置 箱抜きあり	スタッドをグループ配置したもので箱抜きありのタイプ <諸元> コンクリートブロックの厚さ: 120mm スタッドの径: $\phi 13 \times 80$ 鉄筋: D13 箱抜き部: 200×240	

図-2 試験体概略図

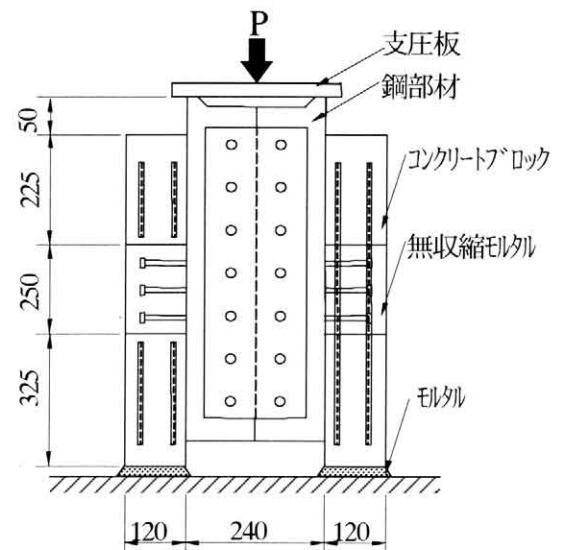


図-3 押し抜き試験体 (Type-c) (寸法単位: mm)

Key Words : 合成桁, 頭付きスタッド, 押し抜き試験, 通常配置, グループ配置

*〒535-8585 大阪市旭区大宮 5-16-1

TEL 06-6954-4109 FAX 06-6957-2131

**〒551-0021 大阪市大正区南恩加島 6-2-21

TEL 06-6552-1235 FAX 06-6551-5648

3. 試験結果と考察

試験結果を表-1 に示す。表-1 より最大せん断耐力、降伏せん断耐力、限界荷重および、ずれ定数に関しては Type-a と Type-b は、ほぼ同じ値を示しているのがわかる。しかし、Type-c に関しては、他タイプと比べ、若干耐力が大きくなっている。これは箱抜き部に圧縮強度の高い無収縮モルタルを使用したためであると考えられる。また、最大ずれ量に関しては、全てのタイプでほぼ同じ値を示している。よって、スタッドをグループ配置した場合もスタッドは通常配置のときと同様な相対ずれが生じるということもわかる。

次に安全率の比較を行う。安全率は、スタッド1本当当たりの測定値を設計値で除したものであり、各基準における安全率を表-2 および表-3 に示す。道示に対する安全率は、Type-a、Type-b は同じような値であるが、Type-c は若干小さい。一方、PART B の規定値を用いた場合でも道示と同じ傾向となった。また、限界荷重に対しても、道示では、ほぼ 3.0 前後の安全率を有している。Type-c の場合、最大せん断耐力の測定値は、他のタイプよりも大きくなっている。しかし、安全率を比較すると小さくなる。これは、計算値における水平せん断強度はコンクリートの強度に左右されるためである。したがって、スタッド1本当当たりの最大せん断耐力は、せん断耐力だけの比較ではなく安全率までの比較が必要であることがわかる。しかし、いずれにおいても設計値に関しては、道示では約 6.0～7.0 倍、PART B では 1.5～2.0 倍の安全率があることが確認された。

表-1 試験結果

Type	最大せん断耐力 Q_{max}	最大ずれ量 δ_{max}	降伏せん断耐力 Q_y	限界荷重 Q_k	ずれ定数 K
	(kN/本)	(mm)	(kN/本)	(kN/本)	(kN/mm/本)
a	66.0	4.7	34.0	25.0	2740.0
b	66.0	4.8	39.0	29.0	3000.0
c	70.0	4.6	44.0	33.0	3430.0

降伏せん断耐力：初期ずれ剛性をずれ量 0.2mm までオフセットしたときの荷重
 限界荷重：Viest が提案した残留ずれ量が 0.075mm に達したときの荷重²⁾
 ずれ定数：荷重-ずれ曲線における初期接線の傾き(初期ずれ剛性)

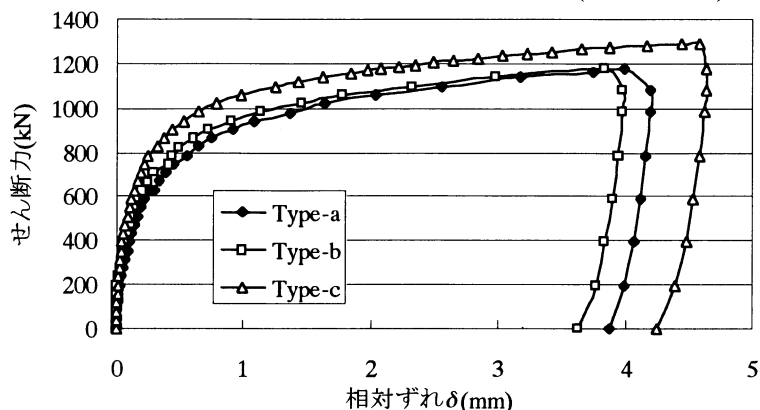


図4 せん断力-相対ずれ曲線

あるが、Type-c は若干小さい。一方、PART B の規定値を用いた場合でも道示と同じ傾向となった。また、限界荷重に対しても、道示では、ほぼ 3.0 前後の安全率を有している。Type-c の場合、最大せん断耐力の測定値は、他のタイプよりも大きくなっている。しかし、安全率を比較すると小さくなる。これは、計算値における水平せん断強度はコンクリートの強度に左右されるためである。したがって、スタッド1本当当たりの最大せん断耐力は、せん断耐力だけの比較ではなく安全率までの比較が必要であることがわかる。しかし、いずれにおいても設計値に関しては、道示では約 6.0～7.0 倍、PART B では 1.5～2.0 倍の安全率があることが確認された。

表-2 道路橋示方書に対する安全率

Type	許容せん断力 Q_a (kN/本)	最大せん断耐力に対する安全率 $(Q_{max}/本)/Q_a$	降伏せん断耐力に対する安全率 Q_y/Q_a	限界荷重に対する安全率 Q_k/Q_a
a	9.6	6.9	3.6	2.7
b	9.6	6.7	4.1	3.1
c	12.7	5.6	3.5	2.6

表-3 鋼構造物設計指針 PART B に対する安全率

Type	水平せん断強度 Q_u (kN/本)	最大せん断耐力に対する安全率 $(Q_{max}/本)/Q_u$
a	36.3	1.8
b	36.4	1.8
c	48.1	1.5

4. 結論

スタッドの通常配置およびグループ配置に関し、押し抜き試験を実施した結果、以下のことがいえる。

- 1) 最大せん断耐力、降伏せん断耐力、限界荷重、および最大ずれ量とも全てのタイプでそれらの差はあまり見られなかった。
- 2) 道路橋示方書に基づくスタッド1本当当たりの設計せん断力は、破壊に対して 6.0、降伏に対して 3.0 と記述されている¹⁾。今回の試験でも、破壊に対して 6.0～7.0、降伏に対して 3.5～4.5 程度であることが確認された。
- 3) 鋼構造物設計指針 PART B による最大せん断力は、破壊に対して安全率 1.5～2.0 を有している。合成桁にスタッドのグループ配置を施した際、せん断力に対してのスタッドの挙動は、通常配置のものとはほぼ同等であり、ずれ止めとして十分にその機能を発揮すると考えられる。
- 4) 今後は、箱抜き部の形状や、スタッドの配置間隔を変化させてグループ配置を行った場合の構造的特性を把握する必要がある。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説、丸善株、1996.12.
- 2) 日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押し抜き試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状、JSSCテクニカルレポート、No.35、1996.11.
- 3) 土木学会：鋼構造シリーズ⑨B 鋼構造物設計指針 PART B 合成構造物、丸善株、1997.9.