

加熱冷却後のスタッドの静的押抜きせん断試験

大阪工業大学大学院 学生会員 今川雄亮 学生会員 柳楽英俊
大阪工業大学 正会員 大山 理 正会員 栗田章光

1. はじめに

鋼・コンクリート合成桁橋が車両事故などにより火災を受けた場合、被災後の車両の通行可否を迅速かつ適切に判断することが重要である。そのためには、加熱による鋼桁の強度低下や変形ならびにコンクリート床版の圧縮強度の低下などを確認することに加え、合成構造において最も重要な点であるずれ止めの損傷の有無も確認する必要がある。しかし、加熱冷却後の鋼材およびコンクリートの強度特性に関する研究は、建築の分野などで多くの実績があるものの、加熱後のずれ止めの性状は明らかにされていないのが現状である。

そこで、本文では、鋼・コンクリート合成桁橋における火災後の合成挙動に関する基礎的研究として、加熱冷却後のスタッドのせん断耐力と、ずれ性状などを把握することを目的として実施した、静的押抜きせん断試験の結果について報告する。

2. 供試体の概要および実験のフロー

まず、本実験における供試体は、(社)日本鋼構造協会の「頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)」¹⁾に準拠して製作し、図-1 に示すように 22×150mm のスタッドを用いた。表-1 に、ミルシートに記載されたスタッドの材料試験結果ならびに実験時のコンクリートの圧縮強度試験結果(3体の平均値)を示す。

つぎに、本実験のフローを図-2 に示す。本実験では、加熱せず常温のまま押抜き試験を実施する供試体を Type-0 (3体)として、300、500 および 700 で 90 分間加熱する供試体をそれぞれ Type-300、Type-500 および Type-700(各2体)とした。そして、これらに対する加熱試験終了後、自然冷却して常温に戻った状態で押抜き試験を実施した。

3. 加熱試験

供試体の設置概要および炉内温度計測位置を図-3 に示す。供試体の設置は、桁下における火災を想定し、ボルト締めしない状態の供試体の上フランジおよびコンクリート下面を、ガスバーナーによって加熱するものとした。

炉内温度の計測は、供試体のコンクリート下面から 30mm の位置で行った。なお、スタッドおよびコンクリート内部の温度は、計測センサーを埋込むことによって押抜き試験の結果に影響を及ぼす可能性があることから、計測を行わなかった。

各供試体における加熱試験結果の平均値を、図-4 に示す。同図に示すように供試体を各温度(300、500、700)で 90 分間加熱した後、常温に戻るまで十分に自然冷却した。

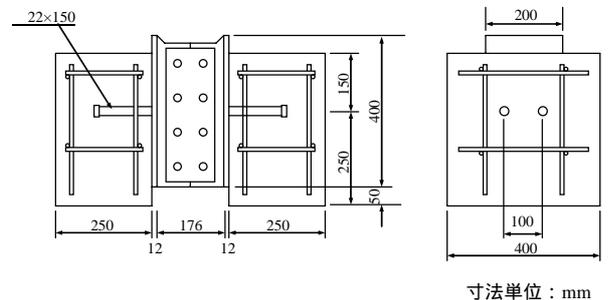


図-1 供試体の形状寸法

表-1 材料試験結果

スタッド (SM400)		コンクリート	
降伏強度 (N/mm ²)	392 [235]	圧縮強度 (N/mm ²)	34.3
引張強度 (N/mm ²)	492 [400~550]	弾性係数 (N/mm ²)	2.67 × 10 ⁴
伸び (%)	34 [20]	ポアソン比	0.18

*【 】内の数値は規格値を示す。

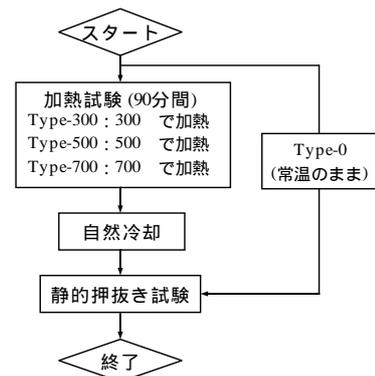


図-2 実験のフロー

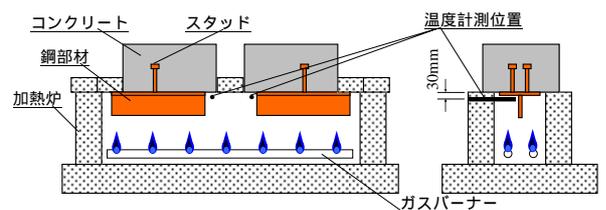


図-3 供試体の設置および計測位置

Key words: 耐火性能, 火災後の合成挙動, せん断耐力, ずれ定数
〒535-8585 大阪府大阪市旭区大宮5丁目16番1号

TEL: (06)6954-4109, FAX: (06)6957-2131

4. 静的押抜き試験

押抜き試験における荷重の载荷には、容量 2000kN の万能試験機を用いた。供試体は、図-5 に示すとおり、载荷面と支持面が平行を保ち偏心载荷を防ぐようにするため、敷モルタルを使用して設置した。また、ずれ量の測定は、変位計(CDP-25)を使用し、スタッドが配置されている水平面内で、H 形鋼左右のブロックの両側面 4 箇所で行った。

以上の手法により実施した静的押抜き試験によって得られた作用せん断力-相対ずれ関係を図-6 に示す。さらに、各供試体の最大せん断耐力、最大ずれ量、ずれ定数(初期剛性)および降伏せん断耐力の平均値を表-2 にまとめて示す。

同図表より、Type-300 の最大せん断耐力は、Type-0(常温)と同等の値であり、Type-500 および Type-700 においても、Type-0 の 10%程度の下下しかみられない。一方、ずれ定数に着目すると、加熱温度が上昇するほど大きく低下しており、Type-0 と比較して Type-500 で 50%程度、Type-700 で 70%程度もの低下がみられる。これは、鋼材(スタッド)が加熱冷却後において強度などの回復がみられるのに対し、コンクリートは加熱冷却後においても圧縮強度などの力学特性に回復がみられないためである^{2), 3)}。したがって、加熱冷却後のずれ止めは、コンクリートの損傷により、特にずれ特性が著しく低下するものと考えられる。

5. まとめ

鋼・コンクリート合成桁橋が火災を受けた場合の合成挙動に着目し、加熱冷却後のずれ止めに対して押抜きせん断試験を実施した結果、加熱によるせん断耐力への影響は小さいものの、ずれ定数は大きく低下することがわかった。

このことから、合成桁橋が火災を受けた場合、本実験のように上フランジが 500 以上で長時間加熱されたような状況であれば、ずれ特性が低下することを考慮して、対策を講じる必要があると考えられる。

また、今後の課題として、本実験と同様に、加熱後自然冷却した供試体に対して繰り返し押抜き試験を実施し、合成桁橋が火災を受けた後の疲労耐久性を確認する必要がある。

【参考文献】

- 1) (社)日本鋼構造協会：頭付きスタッドの押抜きせん断試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状、1996 年。
- 2) (社)日本鋼構造協会 技術委員会：構造用鋼材の高温時ならびに加熱後の機械的性質、JSSC vol.4 No.33, 1968 年。
- 3) (社)土木学会 コンクリート委員会：コンクリート構造物の耐火技術研究小委員報告ならびにシンポジウム論文集、2004 年。

【謝辞】

本実験を遂行するにあたり、実験供試体の製作などで御協力を賜りました、片山ストラテック株式会社に御礼申し上げます。

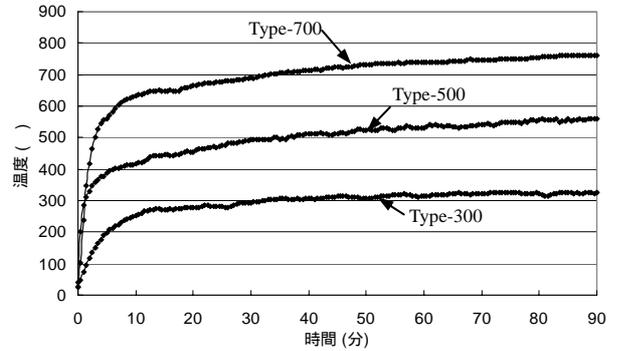


図-4 加熱試験結果

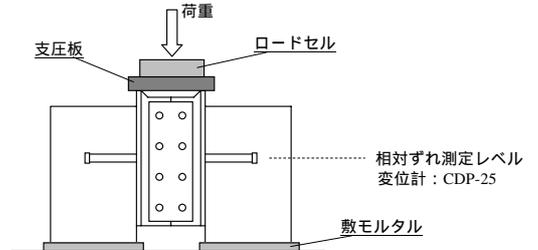


図-5 供試体の設置および測定位置

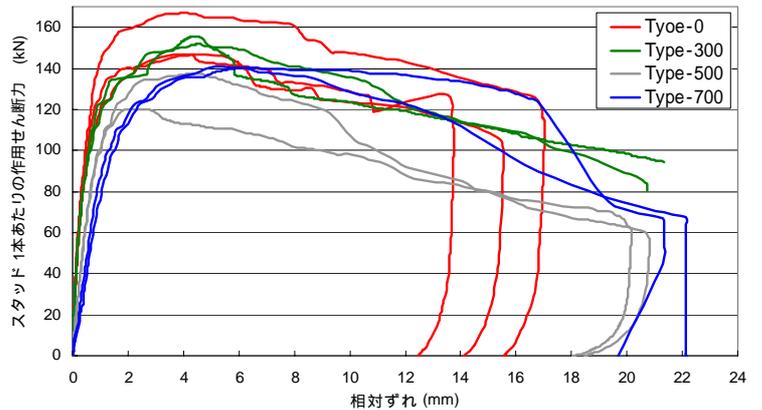


図-6 作用せん断力-相対ずれ曲線

表 - 2 各供試体における測定項目の平均値

供試体種類	スタッド1本あたり			
	最大せん断耐力(kN)	最大ずれ量 (mm)	ずれ定数 (kN/mm)	降伏せん断耐力(kN)
Type-0	157【1.00】	4.4【1.00】	302【1.00】	103【1.00】
Type-300	154【0.98】	4.5【1.07】	262【0.87】	98【0.95】
Type-500	138【0.88】	4.6【1.05】	142【0.47】	93【0.91】
Type-700	141【0.90】	5.2【1.18】	87【0.29】	99【0.96】

*【 】中の値は、Type-0 を 1.0 としたときの割合を示す。