

第 I 部門

軸径の違いによる加熱冷却後の頭付きスタッドのずれ性状

大阪工業大学大学院 学生員 ○野上雄暉

大阪工業大学 正会員 今川雄亮

大阪工業大学 正会員 大山 理

1. はじめに

近年、国内外を問わず、車両事故や塗装工事中の失火等に起因する火災により橋梁が大きな被害を受ける事例(写真-1)が増えている。そこで、土木学会より、「火災を受けた鋼橋の診断補修ガイドライン¹⁾」が刊行されているが、熱履歴を受けた合成桁橋に対する診断法は確立されていないのが現状である。さらに、火災後の頭付きスタッドのずれ性状を評価している知見は少なく、今後、熱履歴を受けた合成桁全体の評価指標構築に際し火災後の頭付きスタッドのずれ性状を把握することが必要となる。

そこで、本稿では、加熱試験後に自然冷却した後、静的押抜きせん断試験を行い、軸径の違い(19mm と 22mm)が頭付きスタッドのずれ性状に及ぼす影響について報告する。

2. 加熱試験・試験体概要

本研究に用いた試験体(軸径 19mm)および先行研究²⁾に用いた試験体(軸径 22mm)は、「頭付きスタッドの押抜き試験方法(案)とスタッドに関する研究の現状³⁾」(以下、JSSC 案と略記)に準拠して製作した。全試験体において、フランジとコンクリートとの接着面には剥離剤を塗布し、コンクリートはスタッドが正立の状態で打ち込んでいる。表-1 および表-2 に、本研究および先行研究の試験体の種類を示す。加熱試験の温度は常温、300、500 ならびに 700℃の 4 種類、加熱時間は、橋梁火災事例などを参考に、全て 90 分とする。例えば、同表の 19-300a はスタッドの軸径が 19mm の試験体を 300℃で 90 分間加熱した 3 体中の 1 体目を表す。表-3 および表-4 にコンクリートとスタッドの強度特性を示す。なお、コンクリートの設計基準強度は、両研究とも 24N/mm² である。

3. 静的押抜きせん断試験概要・結果

載荷要領は、JSSC 案に準拠して試験を行い、変位の測定は、スタッドが配置されている水平面の 4 箇所において変位計(CDP-25)を用いて行った(写真-2)。本試験および先行研究より得られた各試験体の押抜きせん断耐力、ずれ定数ならびに破壊形式を表-5 に示す。ただし、表の値は、スタッド 1 本あたりにおける各試験体 3 体の平均値である。また、荷重-相対ずれ関係を図-1 および図-2 に示す。なお、同図は各試験体シリーズの 1 体目における計測値である。ここで、ずれ定数とは、荷重-相対ずれ関係において押抜きせん断耐力の 1/3 の荷重点における初期割線剛性であり、完全合成から弾性合成、非合成の挙動に近づく度合いを表す数値である。ずれ定数が低下するにつれ、ずれ量が大きくなり疲労強度の低下が懸念される。

写真-1 鋼桁と床版下面の損傷¹⁾

表-1 本研究の試験体の種類

試験体名	状態 (設定温度)	試験体数
19-000 a,b,c	常温 (加熱なし)	3
19-300 a,b,c	300℃ (90 分)	3
19-500 a,b,c	500℃ (90 分)	3
19-700 a,b,c	700℃ (90 分)	3
計		12

表-2 先行研究の試験体の種類²⁾

試験体名	状態 (設定温度)	試験体数
22-000 a,b,c	常温 (加熱なし)	3
22-300 a,b,c	300℃ (90 分)	3
22-500 a,b,c	500℃ (90 分)	3
22-700 a,b,c	700℃ (90 分)	3
計		12



写真-2 試験体設置方法

表-3 コンクリートの材料特性

	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
本研究 (軸径 19mm)	34.6	2.56×10 ⁴
先行研究 (軸径 22mm)	32.2	3.01×10 ⁴

表-4 スタッドの材料特性

	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	伸び (%)
規格値	235	400~550	20
本研究 (軸径 19mm)	350	454	31
先行研究 (軸径 22mm)	377	477	29

加熱試験結果の一例として、700℃で加熱された試験体の上フランジの最大受熱温度は、軸径 22mm : 518℃、軸径 19mm : 510℃、スタッド幹部から 30mm の位置において、それぞれ、332℃と 369℃とほぼ同等の受熱温度であった。

表-5 より、破壊形式は、両軸径とも常温ではスタッドのせん断、加熱温度、300、500 ならびに 700℃ではコンクリートの割裂と同じであった。最大せん断耐力は、軸径 22mm では、加熱後において 25%程度低下した一方、軸径 19mm では、常温と加熱後では大きな低下は見られなかった。

表-5 静的押抜きせん断試験の結果一覧

軸径 (mm)	試験体	最大せん断耐力 (kN)	ずれ定数 (kN/mm)	破壊形式
22	20	186.0	386.4	スタッド
	300	145.0	410.9	コンクリート
	500	140.4	201.2	コンクリート
	700	142.5	110.6	コンクリート
19	20	145.3	271.3	スタッド
	300	139.4	210.9	コンクリート
	500	146.8	148.1	コンクリート
	700	140.9	86.9	コンクリート

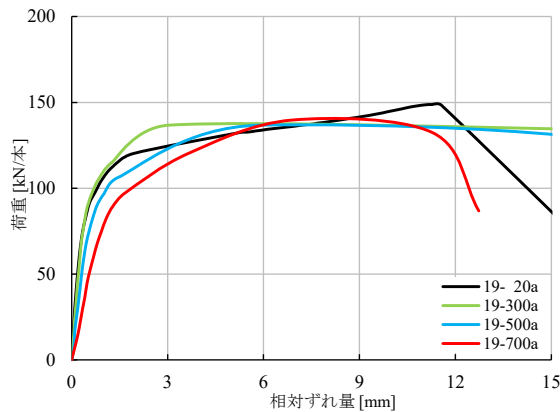
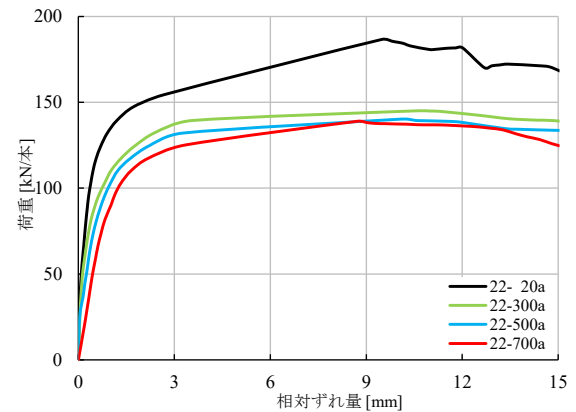


図-1 荷重－相対ずれ関係(軸径 19mm)

図-2 荷重－相対ずれ関係(軸径 22mm)²⁾

さらに、ずれ定数に着目し、軸径の変化および加熱温度の変化が及ぼす影響を変化率として、図-3 および図-4 に示す。

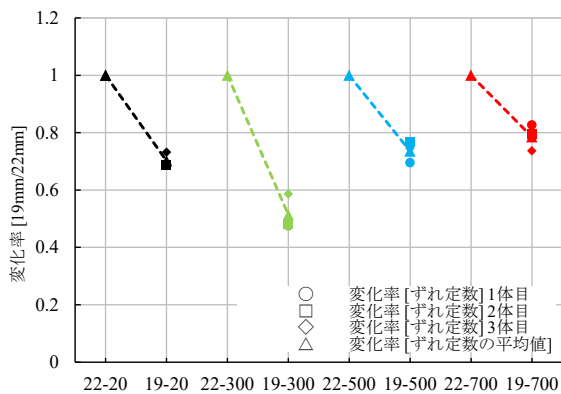


図-3 軸径の違いとずれ定数の変化率

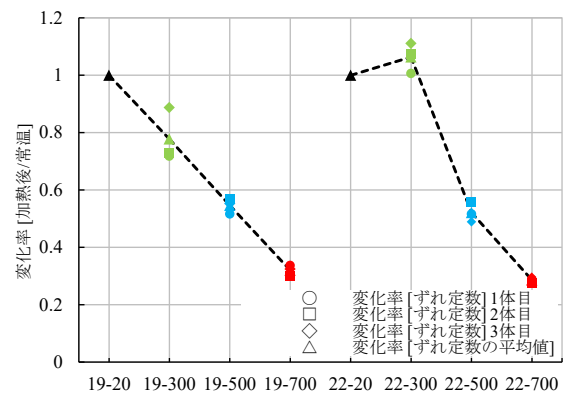


図-4 加熱温度とずれ定数の変化率

図-3 より、軸径 19mm のずれ定数は、軸径 22mm より 2 割～3 割程度小さくなるが、この割合は、加熱温度に依存しないことがわかる。図-4 より、加熱温度の上昇に伴い、ずれ定数は著しく低下し、700℃では、両者ともに常温の 3 割程度までになる。

4. まとめ

本研究は、橋梁火災における頭付きスタッドのずれ性状を解明するために加熱試験、そして、自然冷却後、静的押抜きせん断試験を行い、加熱温度の上昇に伴い、ずれ定数は低下するが、特に、加熱温度 500℃および 700℃では、両軸径の変化率に違いは見られない結果が得られた。

【謝辞】 本研究を進めるにあたり、研究当時、大阪工業大学橋梁工学研究室に在学されました、坂本龍之介氏、城間貴大氏、吉見公希氏にご協力をいただき、深く感謝致します。

【参考文献】

- 1) 土木学会：火災を受けた鋼橋の診断補修ガイドライン，2015.7.
- 2) 今川雄亮，大山 理，栗田章光：火災時および火災後におけるスタッドの力学特性，土木学会論文集，65 巻 2 号，pp.384-394，2009.5.
- 3) 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，1996.11.