

(55) 頭付きスタッド太径φ25溶接性確認試験

石川 孝重¹・中島 章典²・渡部 健太³・青木 一賀³・内海 祥人³・稲本 晃士³

1 正会員 日本女子大学 家政学部 住居学科 (〒112-8681 東京都文京区目白台 2-8-1)

E-mail: ishikawa@fc.jwu.ac.jp

2 正会員 宇都宮大学 工学研究部循環生産研究部門 (〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2)

E-mail: akinorin@cc.utsunomiya-u.ac.jp

3 非会員 スタッド協会 (〒108-0014 東京都港区芝 5-29-22)

E-mail: studkyoukai@asw-net.jp

頭付きスタッドJIS B 1198¹⁾が2011年に改正され軸径φ25が追加された。しかし、設計・施工指針等では一般にφ22までが適用範囲となっており、φ25においても最小板厚規定など同様の設計検討でよいのかどうか、過去の実験データが少なく適切な評価方法が確立されていない。そこで、φ25について静的せん断試験・繰返しせん断試験・疲労試験のデータの蓄積および、データ解析を行う。

本報告では、各種試験を行う準備段階として、φ25と母材の厚さと溶接性について確認を行った。

従来スタッド径に対して母材の最小板厚は、母材の溶け落ちや大きな変形を生じさせないため、スタッド径の1/2.5～1/3を下限値としていた。軸径φ25に対する最小板厚について、前述の妥当性と溶接性について確認を行った。

溶接性の確認方法として、静的引張試験および30°打撃曲げ試験後の破断状況、断面マクロおよび硬度測定を行い、総合的に評価を行った。

Key Words : headed stud, welding quality, Shear connector, Thickness of the smallest steel sheet

1. はじめに

頭付きスタッドはコンクリートと鋼板とのせん断応力伝達を目的として使用されている。頭付きスタッドのサイズは、φ13 φ16 φ19 φ22が基本的なサイズとして建築・土木の分野に関わらず幅広く採用されている。

近年では、頭付きスタッドのJIS規格であるJIS B 1198の改訂が2011年に行われ、新たにφ10とφ25のサイズが追加された。しかしながら、現行の設計基準・施工規則のほとんどがφ22までのサイズを基本としており、特に最大サイズとなるφ25について明確な規定などはなく、φ22までの設計基準に準じた形で運用されているのが現状である。そのため本実験は、φ25スタッドの各種基礎実験を行う前の要素試験として、母材厚(最小板厚)の選定を含め溶接性について調査することを目的とする。

現状では、頭付きスタッドの軸径に対する最小母材厚の目安としては以下の式(1)が採用されるケースが多い。

$$\text{スタッド軸径 } d / 2.5 \text{ 以上} \quad (1)$$

ここで、式(1)を母材厚の目安として使用する場合の注意点は、頭付きスタッドが最終的にどのような目的で使用されるかである。一般的な用途であるせん断耐力を伝達するシアコネクタとして使用するのか、引張力を支配的に負担するアンカー的な用途で使用するのかという点である。式(1)は一般的にシアコネクタとして使用される場合を前提としており、全ての用途・目的に対して採用できるわけではないことに留意する必要がある。特に、引張部材として使用する場合には、事前確認のテストを行うか、または、過去の実績(データ)から採用の可否を判断すべきである。

また、スタッド溶接部の性能は、母材の材質と板厚の違いにより様々な影響を受ける。これは、スタッド溶接が短時間の大電流による溶接であり、溶接部の性状が材質により変化するほか、板厚の違いにより急冷効果の影響が異なる。

表-1は、従来における、母材の材質、スタッド径および母材の板厚の適切な組み合わせの目安である。

表-1 母材の材質とスタッド径・母材板厚の組合せ

母材の材質	呼び名 (軸径)	母材の板厚 (mm)
SS400, STK400, STKR400, SM400, SMA400, SM490, SMA490, SM520 SN400, SN490	13	6~22
	16	6~32
	19	8~50
	22	10~50

2. 試験概要

スタッド材に関してはφ25×150mmに固定，母材材質をSS400，母材サイズを100×100の切断板として，母材板厚をパラメータとし，溶接性・溶接後の母材変形，母材の溶け落ちを確認する．試験のパラメータを表-2に示す．

表-2 試験項目および試験体数

板厚 (mm)	試験項目			
	外観 検査	引張 試験	30度 打撃試験	マクロ 試験
6	6	3	2	1
9				
12				
16				
19				
50				

試験項目の外観検査については，日本建築学会 鉄骨工事技術指針²⁾の判定に加え，母材変形・裏面の焼け・溶け落ち等も確認することとした．また，外力が加わった場合，スタッドが破断する前に，母材がどのように変形するかを確認した．

表-2の溶接条件に加え，溶接後の冷却速度に違いが発生しないように溶接時に母材の裏当て板は無しとし，溶接補助材のフェールルの除去は溶接後1分経過後とした．

表-3 溶接条件

溶接電流 (Amp.)	溶接時間 (Sec.)	引上げ (mm)	溶け代 (mm)
2100	1.2	4.0	6.0

3. 試験結果

(1) 外観検査

規格に基づきカラーの外観検査と，溶接時の熱量に応じて発生する母材裏面の溶落ち(貫通の有無)，裏焼け，母材の変形について確認を行った．

表-4 母材厚と裏焼け及び変形

母材厚 (mm)	カラー (余盛)	溶落ち 有・無	裏焼け 有・無	変形 有・無
6	OK	無	有	有
9	OK	無	有	有
12	OK	無	有	無
16	OK	無	有	無
19	OK	無	有	無
50	OK	無	無	無

溶接後に，母材裏面に金尺をあてて隙間を確認．クリアランスにより母材変形を確認．



図-1 カラー(余盛)



図-2 裏焼け

(2) 引張試験

溶接部の強度を確認するため，下図のように引張試験を行った．試験時には，φ42mmの穴を空けた反力板を使用した．

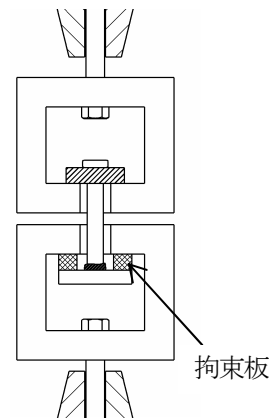


図-3 引張試験方法

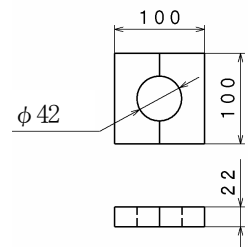


図-4 拘束板

母材厚 6mm の場合，破断位置が母材栓抜けとなり，スタッドの強度を満足していなかった．母材厚 9mm の場合，破断位置がスタッド軸部であったものの，スタッド側に 2~3mm 程度の母材変形が確認できた．母材厚 12mm 以上では，破断位置がスタッド軸部で母材変形は見られなかった．

(3) 曲げ試験

JISZ3145 に従い曲げ試験を行った。試験片を適切な方法で固定し、頭付きスタッドの頭部を 30° になるまでハンマーなどで打撃し曲げた。

母材厚 6mm の場合、母材端部と母材中央部との間に 1.5mm~2.0mm 程度の変形が確認されたが、溶接部に割れなど発生は見られなかった。また、母材厚 9mm 以上の場合は、母材変形は見られず、溶接部に割れなどの欠陥は見られなかった。

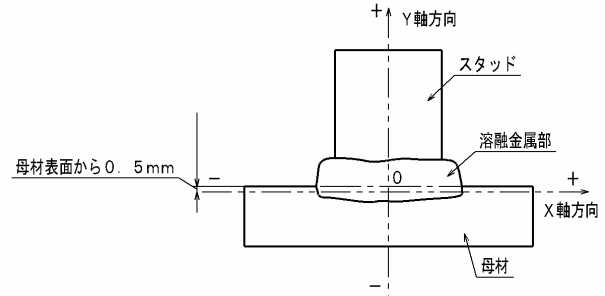


図-7 硬度測定位置

(4) 断面マクロ

溶接断面に切断後、表面研磨して希釈硝酸で金属表面をエッチングして金属組織の違いを確認した。スタッド溶接部の断面マクロ各部位は、図のように表される。

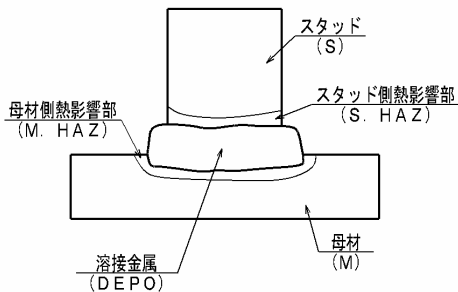
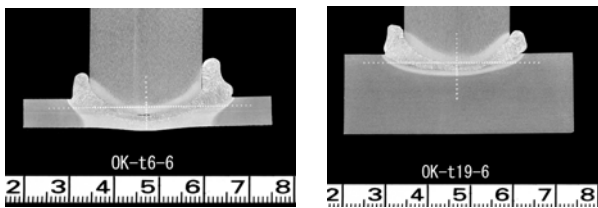


図-5 断面マクロ各部位

溶融金属部に有害な欠陥の有無を確認した。母材板厚 6mm には溶着金属部に割れが見られたが、その他試験体の溶融金属部には、特に有害なブローホールや割れなどの発生は見られなかった。



a) 母材厚 6mm b) 母材厚 19mm

図-6 断面マクロ

(5) 硬度測定

ビッカース硬度計にて測定を行った。

測定は、0.5mmピッチとして、図-7に示すように母材表面から0.5mmの位置をX方向、スタッド軸部をセンターとし、母材面に対して垂直方向をY軸方向とした。

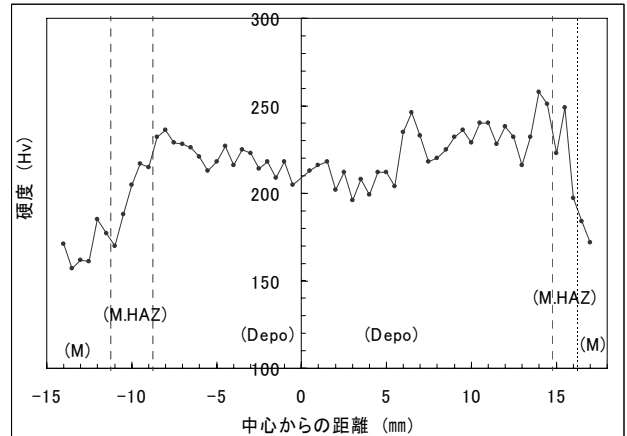


図-8 ビッカース硬さ測定結果 (t50mm Y軸方向)

各母材厚による、最高硬さを下表に示す。最高硬さの数値が260以下であることから、本試験の結果では、特に問題はないと判断できる。ただし、母材の大きさ(面積)によっては、留意する必要がある。

表-5 母材厚と最高硬さ

母材厚 (mm)	最高硬さ	最高硬さの部位
6	215	母材熱影響部
9	222	母材熱影響部
12	255	母材熱影響部
16	253	母材熱影響部
19	251	母材熱影響部
50	258	母材熱影響部

4. まとめ

母材厚が6mm以下の場合、溶接後母材変形がみられ、溶接条件によっては、溶け落ちる可能性もある。

母材厚が9mm以下の場合、スタッドの垂直方向に引張方向の力が働いた場合、母材の変形が発生したり、母材栓抜けになる可能性がある。

母材厚が12mm以上では、特に問題なく溶接ができる

と判断できる。ただし、母材厚が9mm以下の場合と同様に、スタッドの垂直方向に引張方向の力が働く場合、母材変形が発生したり、母材栓抜けになる可能性があるため最終的な使用状況、また必要とされる要求性能を考慮し適切な組み合わせを選定する必要がある。

また、本試験で採用した母材の最大厚さである50mmの場合は、急冷効果により、溶融金属部および母材熱影響部で硬さが増加すると懸念されたが、特に顕著な差はみられず、溶接性に問題はないと判断される。

参考文献

- 1)日本工業規格：JISB1198(2011)頭付きスタッド
- 2)日本建築学会：鉄骨工事技術指針・工事現場施工編 第6版
- 3)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編
- 4)日本建築学会：各種合成構造設計指針・同解説
- 5)川田工業(株)：川田技報 Vol.24 2005 スタッド径と鋼板厚に関する一考察

25 STUD BOLT WELDABILITY CONFIRMATION EXAMINATIONS WITH THE HEAD

Takashige ISHIKAWA , Akinori NAKAJIMA , Kenta WATANABE , Kazuyoshi AOKI , Yoshito UTSUMI and Koji INAMOTO

The standard of headed stud bolt JIS B 1198 was revised in 2011 and 25.0mm of headed stud bolt was added. However, the range of application was generally until 22.0mm stud at the designing and the guide of construction.

For 25.0mm stud, was it good enough whether the same design examination as 22.0mm stud could be applied for the regulation for the minimum thickness of work piece?, and the appropriate evaluation method for 25.0mm stud was not established, because there was little past experimental data.

Therefore, the accumulation and analysis of data of the static shear examination, the repetition shear examination and the fatigue test were performed for 25.0m stud.

In this report, the weldability with 25.0mm stud and the thickness of the work piece was verified, as the preliminary stage for the various examinations.

For the stud until 22.0mm, minimum thickness of the work piece was specified to $1/2.5 \sim 1/3$ of stud diameter, preventing from burn-through and big distortion.

The weldability and applicability for the minimum thickness of the work piece, as described above, for 25.0mm stud were verified.

As a confirmation method of the weldability, the condition of fracture after the static tensile strength test, 30 degree blow bending test, the cross section macro and the hardness measurement were comprehensively evaluated.