

通産省 工業技術院 四国工業技術試験所 正員 沢崎正信, 立岩文数, 正員 勝村宗英

§1 はしがき

スタッド溶接は溶接速度が速く、溶接部の信頼性も高く、コストも安上りであるため、陸上部門の各分野に広く使用されている。著者らは各種の水中溶接法の研究を行っているが、その一環として、このスタッド溶接を水中構造物に適用すべく、水中での実験を行ない良好な結果を得たので報告する。使用したスタッド径は、8mmφ、12mmφ、16mmφであり、鋼材は主として軟鋼を使用した。一部50キロ、60キロ高張力鋼も使用した。

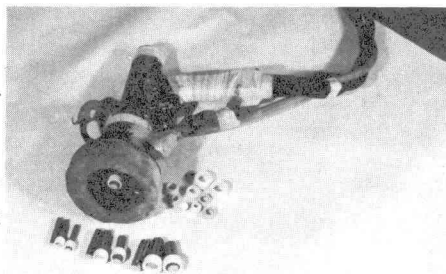


Photo 1 使用したスタッドガン、スタッド及びフェルール

§2 水中スタッド溶接法

使用したスタッド溶接機は陸上で使われているものが、そのまま適用できるが、水中という環境で使うため、リード線コイル、スイッチ等を耐水のため絶縁するとともに、溶接部の水を排除するための外筒を設けるように改造した。Photo 1 はガン、スタッド、フェルールの外観を示したものである。外筒の上部より空気を入れ、中の水を排除するが、外筒先端部にはスポンジが取付けられており、空気はこのスポンジの細孔を通して水中に排除され、小さな気泡となるため、外筒内への水が逆流しにくくなる。このため、水中溶接とはいうものの、大気中と同様の原理で溶接することになり、大気中と同じような溶接結果が得られることになる。

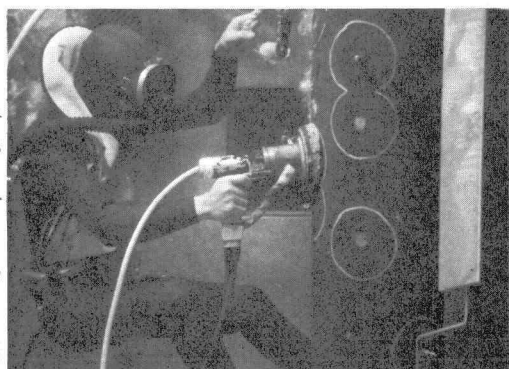


Photo 2 プール中における溶接実験状況

§3 実験方法

溶接条件を選定するための基礎的実験は2m×2mの水槽中で水深0.3mの中で行なったが、応用実験は幅4m、長さ8m、深さ2mのプール中でPhoto 2のようにアクアラングをつけて潜水し、深さ1~1.5mで鋼管に防食材としての各種の陽極を取付けるためのボルトの溶接を行なった。また、水深50mにおける実験も行なっているが、この場合はPhoto 3に示すような高圧チャンバを使用している。つまりスタッドガンをこの中に入れ、チャンバには容積の約くらゐの水を入れ、上部に空気を残し、この空気圧を5kg/cm²にすることにより、水深50mに相当する水压5kg/cm²を得て、この中で溶接した。

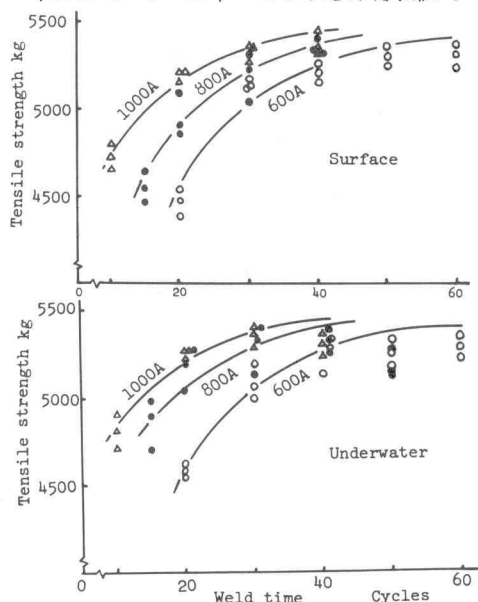


Fig. 1 大気中及び水中での電流、時間と強度

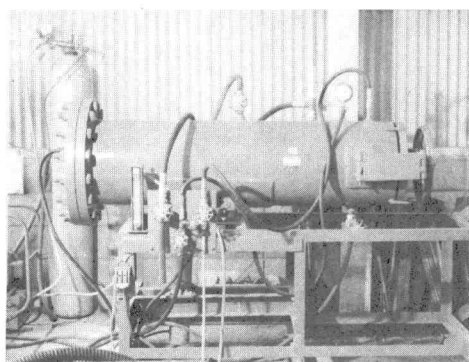


Photo 3 高圧チャンバ外観

§4 実験結果及びその考察

Fig.1は直径12mm中のスタッドを大気及び水中において、電流及び通電時間を変えて溶接した場合の引張試験結果を示したものであるが、水中といえども大気と全く同じ結果の得られていることがわかる。これは空気を送給することにより、溶接部の水がよく排除されているためである。空気を送るにはコンプレッサを必要とするが、現場では炭酸ガスを用いるとポンプだけでよい利点がある。このため炭酸ガスも試みてみたが、同様の結果が得られることを確認した。Fig.2は溶接部の硬さ分布を示したものである。母材にSS41、HT50、HT60などを使用すると充分予想できるように、HT（高張力鋼）ではHAZが硬くなるが、HT60でもHv 400以下であった。これは水中でも外筒で覆われ、溶接部には直接、水がかからないことによるものである。Photo 4は溶接したスタッドの曲げ試験例であるが、引張試験以外に、溶接部の強度を調べる方法に簡便な曲げ試験法も併用した。いずれのスタッドもネジ部に破損する。

Photo 5は各種の陽極を取付けハンマテストをした結果を示すもので、陽極の取付け板は大きく変形しているが、ボルトが折れることはなかった。Photo 6は溶接部のマクロ写真で上、下はそれぞれ、水深0.3m及び50mのものを示したものである。水深が深くなるとアーク電圧が高くなるため、溶込みは深くなっている。溶接部の破壊試験では引張においても曲げにおいても、水深が深くなっても浅い場合と全く同じ値を示した。

8mm中、16mm中のスタッドの溶接においても同様の結果が得られた。

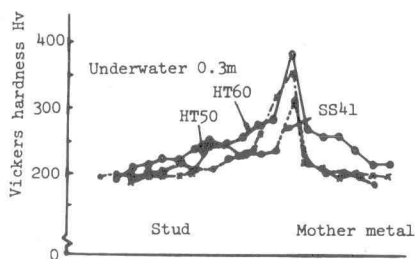


Fig. 2 溶接部の硬さ分布

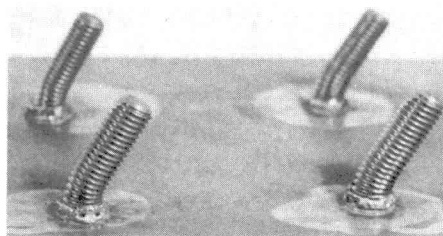


Photo 4 スタッドの曲げ試験

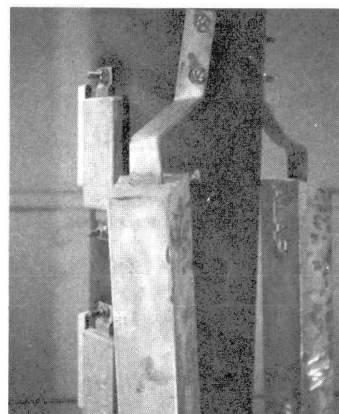


Photo 5 陽極取付け部の破壊試験例

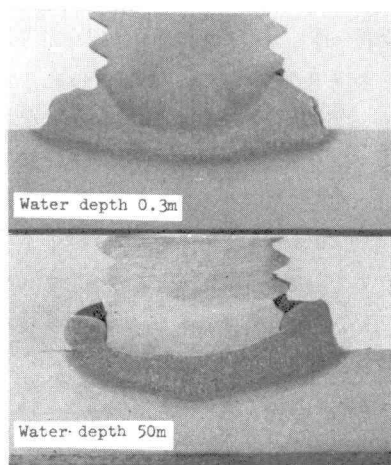


Photo 6 溶接部のマクロ写真