

(株)片山鉄工所

同上

同上

○正員 王置光男

藤平正一郎

明石晴仁

1. まえがき

橋梁等の製作において、スティフナ材の溶接は従来、手溶接、グラビティ溶接が主に用いられているが、作業能率、溶接部機械的性質、疲労強度等の面で解決すべき問題が多く残されている。特に、橋梁製作におけるスティフナ溶接の占める比重を考えると、その自動化は作業能率向上に大きな効果が期待できる。そこで、これらの課題に対処すべく、MIG溶接法を利用した小型のスティフナ専用自動溶接装置の開発を試みた。本稿では、装置の概略、実施工上の問題点とその対策、および溶接ビードの疲労強度評価結果について述べる。

2. 装置の概略と特性

2-1. 装置の概略 開発した装置の外観をPhoto.1に示す。本装置は小型自走式であり、フリクションローラでスティフナ材の側壁をはさみ、これをガイドとして走行する。これによりスティフナ材が小さな曲率で変化しない限り、溶接線ならいが可能であり、スティフナ格状部も特別な処置を施すことなく通過できる。また、二電極方式を採用しており、スティフナ両面の同時溶接が可能である。溶接法としては CO_2 及びMIG溶接が可能であるが、実施工では後述するビード止端形状の健全性確保のためMIG溶接($Ar+20\%CO_2$)を使用している。

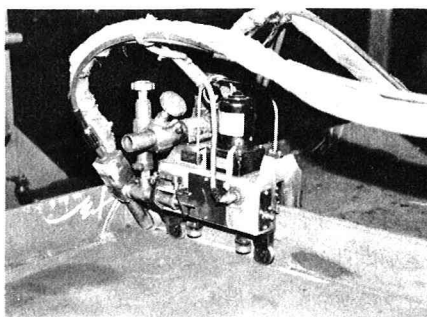


Photo.1 Twin automatic equipment in horizontal fillet welding

2-2 極間の設定 一般に、すみ肉溶接において両側を同時に溶接すると、ピットが多数発生することが知られている。以下ピット減少のための対策を述べるが、ピット発生量はビード表面を2~3mmガウジング処理後、確認される個数として定量化した。用先面処理状態(プライマ塗付、スケール付、完全金属面)を変化させた場合のピット発生数を調べると、プライマ塗付、スケール付で発生が見られ、完全金属面では皆無であった。このことからピット発生はルート部の汚染物質(サビ、油、プライマ等)がアーク熱によって分解され、その分解ガスの抜け道が閉されることに原因すると考えられる。このようにスティフナ両面自動溶接ではピットの発生が問題となるが、上記発生原因から考察してトーテの極間を適正に保つことで、その減少が期待できる。

Fig.1はトーテ極間を変化させた時のピット発生数を示したもので、先行ビードに発生するピットは極間20mm以上で皆無になっており、後行ビードにおいては、極間40mm以上で皆無になっている。先行ビードのピット発生量減少は、分解ガスの外部への放出が容易になったことに帰因し、後行ビードの減少は先行ビードによる分解ガスの影響が小さくなることの原因であろう。以上、極間変化がスティフナ両面溶接においてピット抑制に対して著しく効果があり、適正は極間を設定することで、ピット発生を皆無にすることが可能である。

2-3 面し溶接及びビード継ぎ処理 本溶接装置はスティフナ端部より溶接を開始し、部材中央付近で溶接を停止し、装置を反転させ他方端部より溶接を再開する方式を採用している。そして、この際問題となる端部面し溶接、ビード継ぎ処理を自動化している。これらの自動化はFig.2に示すシーケンス制御で実現

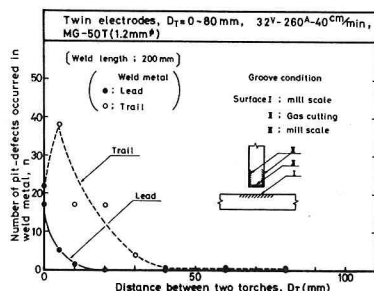


Fig.1 Relation between number of pit-defects and torch distance

されるが、これは、台車走行とアーク発生のタイミング、台車走行と溶接電流、電圧変更のタイミングを設定することである。施工条件として採用した各定数値は以下の通りである

$$T_{s1} = 0.8 \text{ sec}, t = 6 \text{ sec}, T_{s2} = 1 \text{ sec}, v = 40 \frac{\text{cm}}{\text{min}}$$

$$v' = 30 \frac{\text{cm}}{\text{min}}, I = 260 \text{ A}, I_c = 100 \text{ A}$$

3 疲労強度からの評価

溶接継手において溶接部の止端形状が疲労強度に大きな影響をもつことが知られているが、本溶接装置を使用した場合のビード止端部の形状評価を実構造物を対象として行った結果を述べる。

3-1. 止端部形状の調査結果 ビード形状の採取は、型採取剤をビード表面に圧着させ固形させる方法で行った。得られた試片を10倍に拡大し、Fig.3に示す ρ 、 θ を測定した。データの採取は本装置によるものの他に、M14下向き自動溶接、CO₂水平すみ肉半自動溶接についても行った。結果をTable 1に示す。データ分布の特徴としては全般的に θ は正規分布し、 ρ は正規分布しなかった。また、従来、 ρ と θ には相関は無いとされているが、本調査ではいずれの溶接法でも、検定の結果、危険率0.1%で正の相関性が有意となった。

3-2 疲労強度の推定 ρ 、 θ が疲労強度に与える影響について検討を行った。Fig.4は上記調査結果に基づく ρ 、 θ に関するデータの分布状態を示したものである。同図における曲線は、高橋らのHT80材についての疲労試験データ¹⁾を筆者らが座標軸を変換して表示したものである。この図より、各溶接法による比耐久限度(R_s ；溶接余盛付材の耐久限度と平滑材の耐久限度の比)の差が比較できる。このように下向きM14溶接では最悪の止端形状でも $R_s = 0.55$ 以上を保障できるが、本装置における溶接ビードは最悪 $R_s = 0.5$ をやっ下まわる。しかしながら、CO₂半自動溶接では最悪 $R_s = 0.4$ 近くまで低下するので、その疲労強度は水平すみ肉溶接であることを考慮すると良好と考えられる。

4 まとめ

橋梁等の製作におけるスティフナの自動溶接を行うべく、小型自走式の専用溶接装置を試作した。その施工条件を確立し、良好な溶接が行えることを確認すると共に、そのビード止端形状の調査を実構造物を対象として行い、その疲労強度評価は良好であることを示した。

<参考文献>

- 1) 高橋他：突合せ溶接継手余盛止端部形状と疲れ強さ、溶接学会誌 Vol 40-8, 723~735, 1971-8

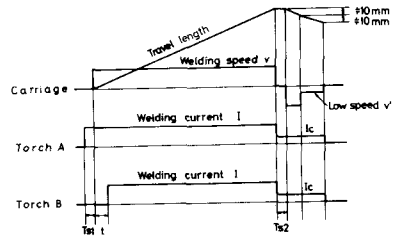


Fig.2 Welding sequence including crater treatment

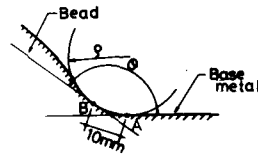


Fig.3 Measurement for toe shape of weld

Table 1 Result of toe shape measurement

Welding method	ρ		θ	
	$\bar{x}$	σ	$\bar{x}$	σ
M	2.04	1.26	143.7	10.8
TM	1.14	0.60	130.3	10.0
CH	1.20	0.59	124.4	16.4

$\bar{x}$: mean σ : standard deviation
M: Fillet weld in flat position with MIG
TM: Fillet weld in horizontal position with twin automatic device
CH: Semi-automatic weld in horizontal position (CO₂)

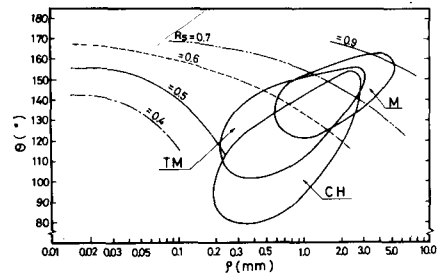


Fig.4 Estimation of toe shape for fatigue properties