

I-238 変動荷重作用下にある鋼構造物の突合せ溶接に関する実験的研究

トピー工業(株)	正員	新井	雅敏
大阪大学溶接工学研究所	正員	堀川	浩甫
大阪大学溶接工学研究所	正員	鈴木	博之

1. はじめに 供用中の鋼構造物に作用する荷重には静荷重と変動荷重がある。静荷重作用下での溶接には既に一連の実験が行われており、静荷重作用下における現場溶接への提言もほぼ終了している。一方変動荷重作用下での溶接に関する研究は進められてはいるが、現場溶接に指針を与える程のものは未だ見当たらない。従って本研究においては数々の現場溶接がある中で手始めに変動荷重作用下での突合せ溶接に焦点をしばり実験・分析を行い、考察を加え、現場溶接において役立つデータを提供することとした。

2. 実験装置及び実験方法 本実験は図-1に示すような試験板及び試験板に20tのアクチュエーターを用いて変動荷重を載荷し、試験板の突合せ溶接を行った。変動荷重の振動数は1Hz, 3Hz, 10Hzとした。変動荷重を載荷させることにより試験板の開先は水平方向に開かれる。この開先の変位量を開口変位量と呼ぶことにし、この開口変位量を制御することにより各々のデータを測定した。表-1は各試験板の記号、開口変位、実験条件を示している。試験板は各々の変位量に対して1層と5層の溶接をした。また1Hzと3Hzの振動下での実験においては仮付けにより開先の変位を拘束したものと仮付けしないもの（拘束をしないもの）の双方について溶接をした。実験中は溶接前後の試験板上フランジ及びウェブの応力、溶接前中後の試験板の応力、溶接前後の試験板の支間中央のたわみ、溶接前中後の試験板の開先開口変位量を測定した。溶接後の突合せビード部は目視検査、X線透過試験、断面マクロ観察、ミクロ組織観察、SEMによる破面観察により、その良否、欠陥の有無を調べた。

3. 实验结果

(1) 静的荷重載荷時応力 溶接後の各試験板の応力は4枚載荷時において1層のみ溶接した試験板では5.89MPaから12.8MPaの範囲に分布し、5層溶接した試験板では8.83MPaから13.7MPaに分布していた。このときの試験板の応力と溶接部に発生した線状欠陥の長さには明らかな相関は得られなかった。

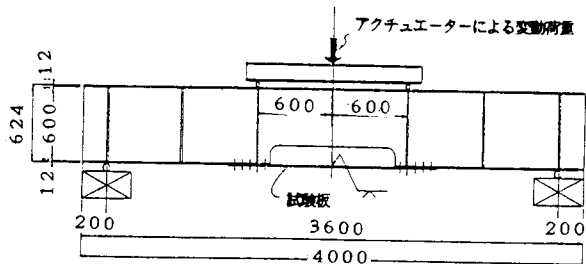


圖-1 實驗裝置

(2)変動荷重載荷時応力 溶接ビード中

に線状欠陥が発生する際の応力変化をベンレコーダーを用いて調べようとしたが、線状欠陥が発生する際の応力変化は非常に小さく、他の要因、例えばスラグの除去やグラインダーによるビード整形等の作業と区別出来ず、線状欠陥の発生時点を明確にすることが出来なかった。

(3)溶接部の検査の結果 溶接部の検査の結果、ビードに発生した欠陥の種類を分類すると次のようになった。

a) 溶融池形成不良 変動荷重の作用により開先が水平方向に動く速度（開口速度）の大きさによっては溶接時に溶着金属が最初からビード中央で分離されたままの場合がある。このような状態を本研究では特に溶融池形成不良と呼ぶことにする。本実験においては全線溶融池形成不良は変動荷重の振動数が1 Hzでは発生しておらず3 Hzと10 Hzで発生している。この場合の開口変位は0.53 mm (No. 6-2, 3 Hz), 0.72 mm (No. 8-1, Hz), 0.27 mm (No. 15-1, 10 Hz) であり、これらの試験板のビードは全線に渡り溶落していた。一部溶融池形成不良の試験板においては発生したすべての試験板で仮付け部に溶融池形成不良が発生しており、その長

さも仮付け長さ以内のものであった。

b) 溶落ち 本実験では3Hzと10Hzの振動下でのみ溶落ちが発生していた。3Hzの振動下では開口速度が3.36 mm/sec以上で発生し、10Hzの振動下では2.6mm/sec以上で発生していた。

c) 凝固割れ 1Hzの振動下では試験板に発生したほとんどの割れが溶接始末端部・棒継ぎ部の割れ、またはそれらの割れがビード中央にそのまま進展したものであった。また3Hz、10Hzの振動下においてはビード中央部の割れがその大部分を占めていた。またすべての割れは1層目に発生したものであった。

d) ブローホール・スラグの巻込み 本実験では前もって行った無载荷状態での溶接と比べてブローホールあるいはスラグの巻込みが多くみられた。

4. 考察及び施工への提言 図-2は開口速度と線状欠陥の総延長の関係を示したものである。この図及び実験の結果から開口速度と線状欠陥発生との関係を整理すると次のようになる。(1)溶融池形成不良が発生する開口速度は約2.8mm/sec以上である。(2)溶落ちが発生する開口速度は3Hzでは約3.4 mm/sec以上であり、10Hzでは約2.6mm/sec以上である。(3)割れが発生する開口速度は約1.0mm/sec以上である。以上のことから今回の実験の範囲においては線状欠陥が発生する開口速度は1mm/secが1つの目安になるものと考えられる。また本研究では供用下にある鋼構造物の突合せ溶接を行う場合、欠陥は1層目に集中することが分かった。このことより供用下での溶接施工に際してはガウジングにより裏はつりを行って1層目を除去し、その部分を溶接により埋戻す施工を提案する。現場の状況によりガウジングをすることが不可能な場合は開先部の溶接方向の動きは溶接される双方の部材が同一の動きをするように拘束する必要があると認められた。この場合溶接する開先の開口速度は仮付けや治具等である限度以下になるように拘束し、溶接を行う必要がある。

5. 参考文献

- 1) 中西保正 他：変動応力載荷注の溶接施工に管する研究（第一報）—変動応力下の溶接割れ試験—
- 2) JSSCレポートNo. 8 供用下にある鋼構造物の補強・補修指針（案） 昭和63年2月

表-1 試験板記号、実験条件、開口変位

実験条件	試験板記号	仮付け系 開口変位 (mm)	実験条件	試験板記号	仮付け系 開口変位 (mm)
1 Hz 仮付けなし	NO. 1-1	0.57	1 Hz 開先内に長さ3cmの2層分の仮付けあり	NO. 9-1	0.61
	NO. 1-2	0.58		NO. 9-2	0.62
	NO. 2-1	1.01		NO. 10-1	0.53
	NO. 2-2	1.10		NO. 10-2	0.56
	NO. 3-1	0.85		NO. 11-1	0.73
	NO. 3-2	0.86		NO. 11-2	0.60
	NO. 4-1	0.61	3 Hz 開先内に長さ3cmの2層分の仮付けあり	NO. 12-1	0.47
	NO. 4-2	0.60		NO. 12-2	0.47
	NO. 5-1	0.54		NO. 13-1	0.61
	NO. 5-2	0.53		NO. 13-2	0.60
3 Hz 仮付けなし	NO. 6-1	0.53	10 Hz 仮付けなし	NO. 14-1	0.72
	NO. 6-2	0.56		NO. 14-2	0.72
	NO. 7-1	0.59		NO. 15-1	0.27
	NO. 7-2	0.59		NO. 16-1	0.14
	NO. 8-1	0.72		NO. 16-2	0.13
	NO. 8-2	0.74		NO. 17-1	0.07

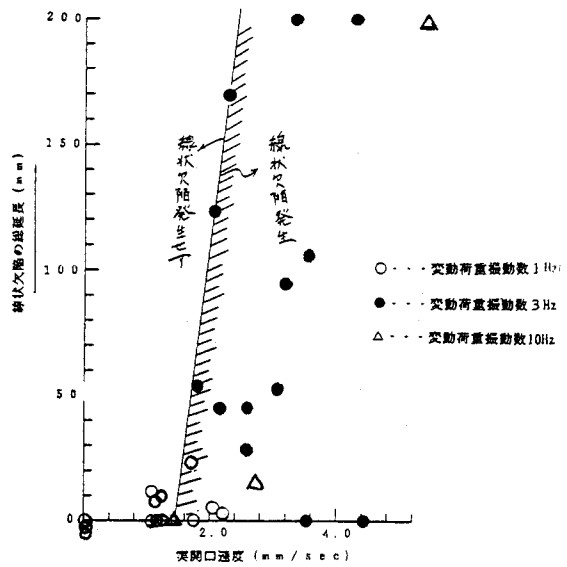


図-2 開口速度と線状欠陥の総延長の関係