

# 低変態温度溶接材料の交通荷重下における補修溶接適用性の検討

三菱重工業(株)正員 川上 善道      三菱重工業(株)正員 水ノ上 俊雄  
 物質・材料研究機構 材料研究所 太田 昭彦

## 1. はじめに

道路橋の補修溶接に際し、都市部のように 24 時間交通が途切れない状況では交通止めが困難な場合があり、車両通行下での溶接が求められている。そこで、本研究では、近年開発された疲労強度を向上させる低変態温度溶接材料の交通下での施工限界について検討した。低変態温度溶接材料とは、室温付近でマルテンサイト変態を終了するため、引張残留応力の大幅な低減、更には圧縮残留応力の誘起により疲労強度を向上させる溶接材料であり<sup>1) 2)</sup>、既存鋼橋梁への補修溶接にも効果があると考えられる。

## 2. 検討項目

本研究では以下の 2 点について検討を行った。

溶接部振動による溶接ビード形状、溶け込み不足への影響

作業足場や溶接部が振動することで運棒が乱れると、溶接形状に影響を及ぼすし、溶け込み不足などが生じ易くなる。そこで、溶接部全体が振動している状況での低変態温度溶接材料の溶接性能を検討する。

クラック開閉による高温割れへの影響

溶接部に生じたクラックを補修する場合、変動荷重下ではクラックに開口変位が生じ、それが高温割れの原因となる。そこで、クラック開口変位に対する高温割れ発生限界を検討する。

## 3. 振動の溶接ビード形状、溶け込み不足への影響

橋梁に接触していない足場から溶接する状況を模擬した。溶接は図 1 に示すように、鋼板を垂直向きに試験機にセットし、垂直方向に振動させながら水平方向へ溶接を行った。

試験パラメーターは振動変位 (P-P) と振動周波数とした。振動数は 走行車両によるたわみを起因とした振動 (0.1 ~ 6Hz 程度)

部材の固有振動数に依存する振動 (通常 1 次モードで 3 ~ 7Hz、2 次モードで 30Hz 程度) から 0.33Hz、5.5Hz、30Hz を選定した。

試験結果を図 2 に示す。ビード形状良好なものに ○ を、ビード形状不良のものに × を付けた。判断は溶接士との相談の上行なった。通常溶接材料に比べて、低変態温度溶接材料の方が限界値が高い結果となった。ビード形状外観を写真 1、2 に示す。振動変位が一定以上大きくなるとビード形状は不良となったが、振動周波数 30Hz、5.5Hz の場合は、凝固前にビードが垂れて、不連続となった。振動周波数 0.33Hz の場合はビードが幅方向に波型となった。加速度が大きいとビードが凝固前に垂れる欠陥が生じ、変位が大きい場合にはビード形状が幅方向に波型になると考えられる。

キーワード：現場溶接、交通下、低変態温度溶接材料  
 〒231-8715 横浜市中区錦町 12 番地 (TEL : 045-629-1483)

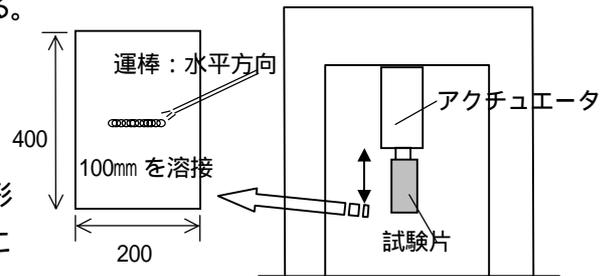


図 1 試験方法

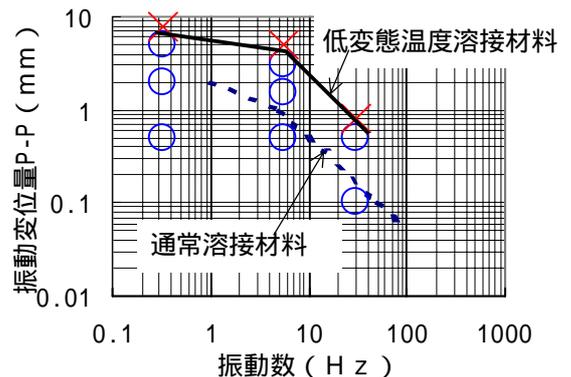


図 2 試験結果

写真 1 ビード形状例 (波型)



写真 2 ビード形状例 (不連続)

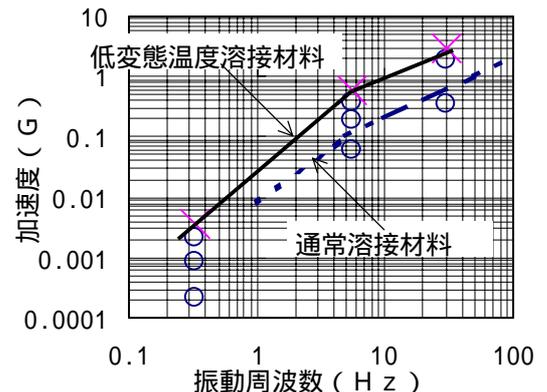


図 3 低変態温度溶接材料使用時の振動限界

### 4. クラック開閉の高温割れへの影響

車両通行下でクラックが開閉している個所を溶接補修する状況を実験で模擬し、高温割れ発生限界について検討を行った。試験は図4に示すようなクラックを模擬した人工スリット入り試験体を用意し、アクチュエータでスリットを一定量開閉させながらその上を溶接した。

パラメータは拘束度、振動周波数、スリット中央開口変位とした。拘束度は、スリットを1mm開くために必要なスリット長さ方向1mm当たりの荷重と定義され、亀裂開口部の剛性を示す。拘束度は以下に示す式で計算できる<sup>3)</sup>。

$$R_p = \frac{2(1 - \beta_p)Et}{c}$$

$$\beta_p = \frac{0.6}{(a/c)^n} + \frac{0.75}{(b/c)^{1.82}}$$

$$n = \frac{5.8}{(b/c)^2} + 2.2$$

今回は拘束度が914、2800、4600になるように試験体を作製した。今回の拘束度は実橋の各部での拘束度の範囲内である。

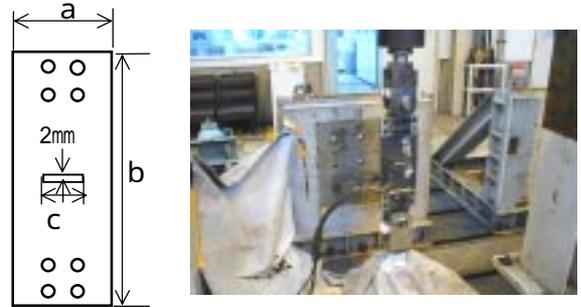
0.33Hzで振動させながら溶接した場合は図5に示すように、今回の試験条件で高温割れは生じなかった。通常溶接材料の限界線と比べて低変態温度溶接材料は高温割れの起きにくい結果となった。

5.5Hzで振動させながら溶接した場合は図6に示すように、通常の溶接材料よりも高温割れの起きにくい結果となった。低変態温度溶接の限界線は割れ無しの条件の上限値を結んである。拘束度が大きいほど小さな開口変位で割れが生じる。高温割れを起こしたビードの磁粉探傷結果を写真3に示す。

低変態温度溶接材料が通常の溶接材料に比べて高温割れを起こし難いのは、マルテンサイト変態による体積膨張を起こす分、相対的にスリットの開口との相対変位が小さくなったためと考えられる。

### 5. まとめ

低変態温度溶接材料の交通荷重下の溶接限界線を把握した。従来溶接材料よりも、振動によるビード形状不具合やクラックの開閉による高温割れは起こり難いことがわかった。



試験体	a (mm)	b (mm)	c (mm)	拘束度(kgf/mm・mm)
1	85	400	25	4600
2	100	400	40	2746
3	160	400	100	914

図4 試験体と試験状況

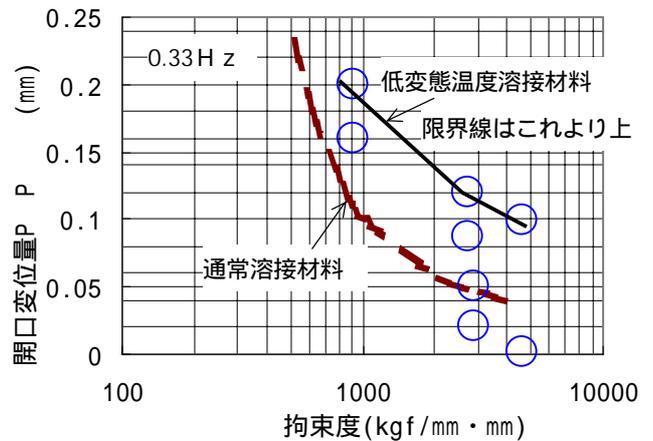


図5 高温割れ限界線(0.33Hz)

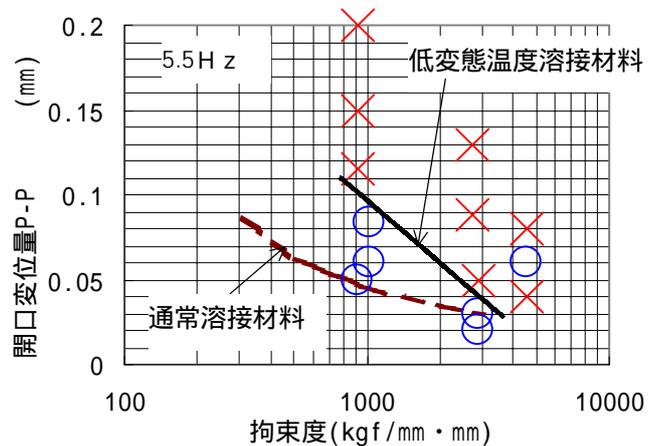
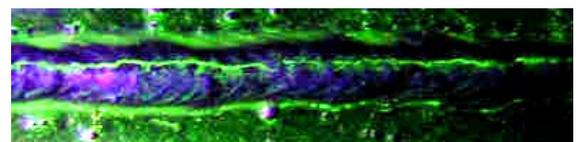


図6 高温割れ限界線(5.5Hz)

写真3 高温割れ状況



[参考文献] 1) 太田昭彦ら：低変態温度溶接材料による角回し溶接継手の疲労強度2倍化、鋼構造年次論文報告集、Vol.7、p.173-180、(1999) 2) 穴見健吾、三木千寿：高強度鋼溶接継手部の疲労強度向上～特に低温層変態溶接棒による付加溶接、土木学会第55回年次学術講演概要集 -A76、(2000) 3) 上田ら：スリット溶接継手の拘束度、溶接学会誌、Vol.48、No.10、1979