

I-387

供用下溶接エキスパートシステム

(第1報 変動荷重下溶接条件選定システム)

石川島播磨重工業 正員 ○井元 泉・中西 保正
大阪大学 正員 鈴木 博之

1. 緒言

近年、交通量の予想外の増大、車両の大型化により既設橋梁に損傷が生じているほか、拡幅、床板張替や等級アップなどの橋梁の機能アップの要求もあり、補修、補強及び改造工事が増加している。従来は、供用下の溶接は避ける傾向にあり、交通規制により静的荷重のみが作用した状態で施工を行う場合もあったが、供用を中断しないで変動荷重下で溶接が可能となるとその効果は非常に大きい。したがって、筆者らはこれまでに行ってきた「供用下の溶接」に関する研究成果並びに工事経験を基に、溶接の可否及び施工条件を選定するエキスパートシステムの構築を行った。

2. 供用下の溶接

供用下にある構造物には静的荷重が負荷されているほか、図1に例を示すように変動荷重による振動が生じ、さらにルートギャップが相対的に変位変動している。静的荷重下の溶接では割れ及び座屈変形のおそれがある。変動荷重下の溶接では振動により溶接欠陥が生じることがあり、変位変動により高温割れ(図2参照)が発生したこともある。そのため、静的荷重の影響の検討に続き変動荷重下の溶接割れ試験を実施し、供用下で溶接を行っても欠陥や割れが生じない条件を見出し、耐溶接割れ性が優れた専用溶接棒を開発した。

3. 供用下溶接エキスパートシステム

システムフロー：供用下の溶接における施工の可否決定及び条件選定のフローチャートの概要を図3に示す。ここでは先ず変動荷重下の溶接を取り上げた。施工に際しては、予め現地で振動及び変位変動計測を行い、継手形状、板厚、鋼種などを加味した上で判定基準と照らし合わせて溶接の可否及び溶接条件を選定する。本システムでは、振動に対する判定基準は文献¹⁾により、変位変動に対しては図4に例を示す判定曲線を継手剛性(R_p)、周波数(f)、変位変動値($\Delta \delta_{eff}$)の関数として定式化して用いている。次に市販溶接棒の凝固割れ発生評価式の例(左辺 >1 のときに割れ発生)を示す。

$$\{(39.384 \times \log R_p - 22.957) + (-0.481 \times \log R_p + 4.204) \times f\} \Delta \delta_{eff} > 1$$

また、鋼種によっては予熱and/orパス間温度の保持が必要となる場合があるが、予熱により高温割れが発生しやすくなるため入熱制限が必要となる。さらに、規格外の古い鋼材には割れ感受性を高める成分(S, Cなど)を多く含むため、溶接棒の変更が必要である。本システムではこれらをすべて考慮している。

システムの構築：システムの構築には、パソコン上のMS-DOSで作動する市販エキスパートシェルを使用した。知識ベースのルール数は約100である。

システムの実行：システムの実行例を図5に示す。昭和初期に建設された既存橋梁の改造工事を想定したため、鋼材の強度はSS41クラスであるが規格外である。低温割れ感受性及び高温割れ感受性の両者とも高いデータを入力した結果、予熱を併用し、入熱制限を行うほか、割れが生じやすい初層のみ専用溶接棒を使用し、残層は強度レベルに合わせた溶接棒を使用することになり、専門家と同じ判定が得られた。

また、現地計測のために100V電源なしで使用できるラップトップパソコンを用いたポータブル変位計を開発した。本システムもそれに搭載することにより、現地で即座に溶接の可否及び施工条件が得られるようになった(図6参照)。

4. まとめ

これまでの研究成果及び専門家の知識を集約し、変動荷重下の溶接を対象としたエキスパートシステムのプロトタイプ構築を行った。このシステムは今後ますます増加する橋梁の補修、補強及び改造工事に有用であると考えられ、静的荷重下の溶接も対象に含めたシステムに拡張中である。

【参考文献】¹⁾：阪神高速道路公団、道路構造物の補修標準[鋼構造物編]、S59.4

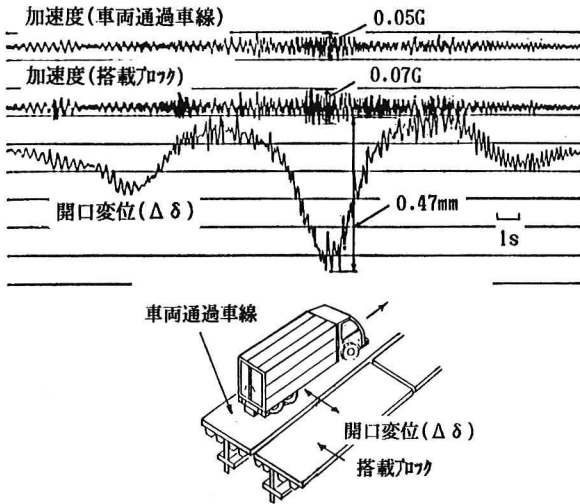


図1 橋梁における振動と変位変動の例

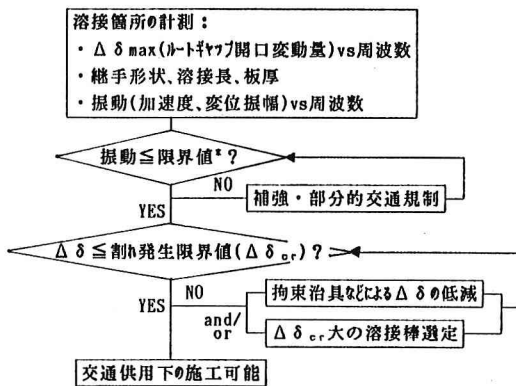


図3 供用下(変動荷重下)の溶接における施工の可否及び条件選定フローチャート

供用下での溶接が可能です。
ただし溶接棒は初層ではKS-1000を使用し、残層は下記の溶接棒を用いて下さい。
使用する溶接材の規格、銘柄は以下の通りです。

規格	銘柄
D4316	LB-47A

予熱温度=100℃ バス間温度=100℃ $\Delta\delta_{eff}=0.10\text{ mm}$
入熱値=16.0 kJ/cm

----- 入力値 -----

板厚=25.0 mm
加速度= 0.1 G $\Delta\delta=0.10\text{ mm}$
 $\Delta\delta_{max}$ 時周波数= 0.3 Hz G_{max} 時周波数=10.0 Hz
継手剛性= [5.000] (KN/mm²)
 $C_{eq} = [0.480]$ $S = [0.080] \%$
鋼種は 規格外 です
強度レベルは 軟鋼 (SS41, SM41相当)
継手変位は 突合
変位方向は 直角方向 です

図5 システムの実行例

(a) 凝固時の割れ (b) 冷却中の割れ

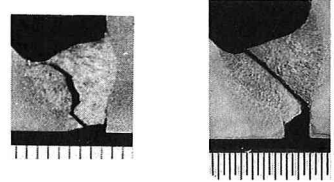


図2 変位変動下で生じた高温割れの例

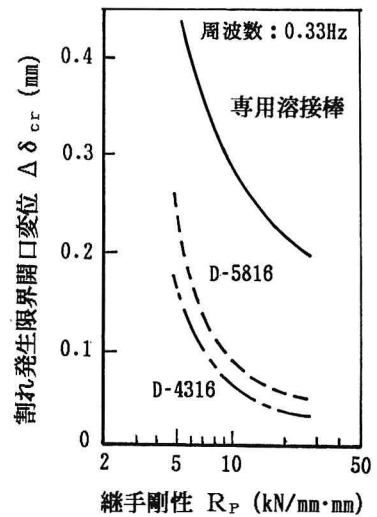


図4 変位変動に対する判定曲線



図6 システムを組み込んだポータブル変位計