

溶接継手の表面形状パラメータ自動決定手法

大阪大学 接合科学研究所 正会員 ○堤 成一郎

大阪大学 接合科学研究所

下築 瑠奈

1. はじめに

溶接構造物の疲労寿命と応力集中との相関は高く¹⁾、これまで公称応力と局所最大応力の比で定義される応力集中係数（以降、 K_t ）を簡易に推定可能な式が複数提案されている²⁾。止端半径やのど厚などの溶接表面形状パラメータを推定式に入力することにより K_t が算出されるが、近年、余盛形状としてスプライン曲線を採用することで実形状との乖離を小さくした高精度な推定式も提案されている³⁾。

一方、橋梁接合部の止端形状を対象に、レプリカ法を用いて実施した先行研究では、計測者個人のもつクセや評価範囲設定の差などが原因で計測結果にばらつきが生じると報告⁴⁾されており、形状パラメータを個人に左右されることなく、一意に決定可能な手法は確立されていないのが現状であろう。なお、近年では形状計測機器の発展が進み、簡易的かつ高精度に3次元形状データを取得することが可能であり、品質管理システムの高度化などへの活用も期待される。

そこで本研究では、止端半径や余盛部スプライン曲線を含む複数の溶接継手形状パラメータを、計測者に依存することなく、統一的かつ一意に自動決定可能な手法を提案する。

2. 評価対象および形状パラメータ自動決定の評価フロー

すみ肉溶接継手を対象として表面形状パラメータの自動決定を行う。継手の表面形状データの取得には、3Dスキャナを用い、そこから得られる2次元断面形状データを評価対象とした。溶接表面形状パラメータの定義の概要をFig.1に、提案する自動決定手法の評価フロー概要図をFig.2に示す。まず、評価対象形状を7つの接続点を通る直線、円弧、スプライン曲線の3種類の関数の組合せによってFig.3のように表現する。次に、前述した7つの接続点のうち、円弧とスプライン曲線に関連する4つをパラメトリックに変動させ、多数の予測形状を取得する。このとき、評価対象形状と予測形状の距離に関する誤差指標D値を計算するとともに、全組合せの中でD値が最小となった予測形状を解として決定する。

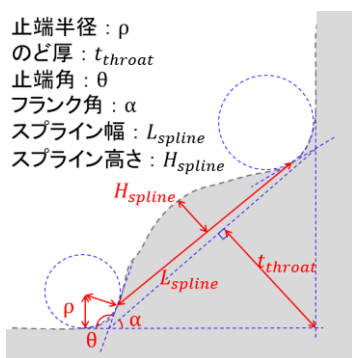


Fig. 1 すみ肉溶接における表面形状パラメータ

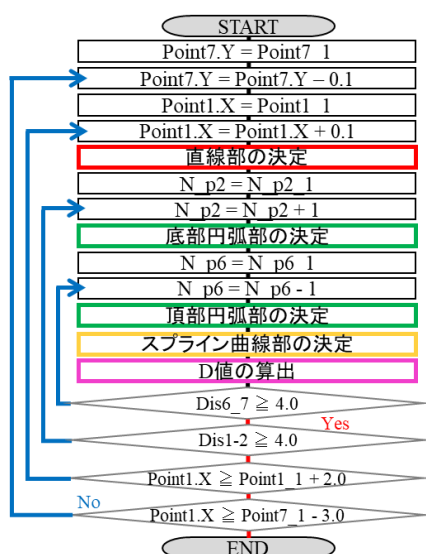


Fig. 2 提案する評価フローの概要

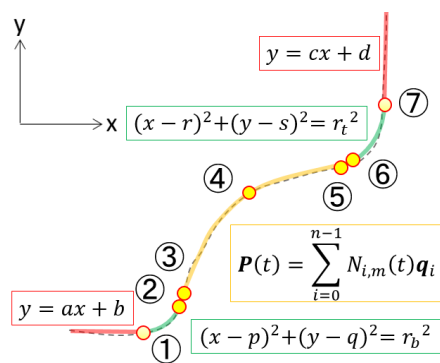


Fig. 3 ビード形状の関数化

キーワード 疲労強度, 応力集中係数, 止端形状, スプライン曲線, 自動化

連絡先 〒567-0047 大阪府茨木市美穂が丘 11-1 大阪大学 接合科学研究所 堤 成一郎 (TEL 06-6879-4887)

Table. 1 提案手法で使用する変動パラメータ

動点	変動パラメータ	step	制約条件
①	Point1.X (Point1_x 座標)	+0.1	初期位置との距離 2.0mm 以内
②	N_p2 (Point2_データ番号)	+1	①との距離 2.0mm 以内
④	なし(②と⑥に連動)	×	②⑥を通る直線から 最も遠い点
⑥	N_p6 (②と同様)	-1	⑦との距離 2.0mm 以内
⑦	Point7.Y (Point1_y 座標)	-0.1	初期位置との距離 3.0mm 以内

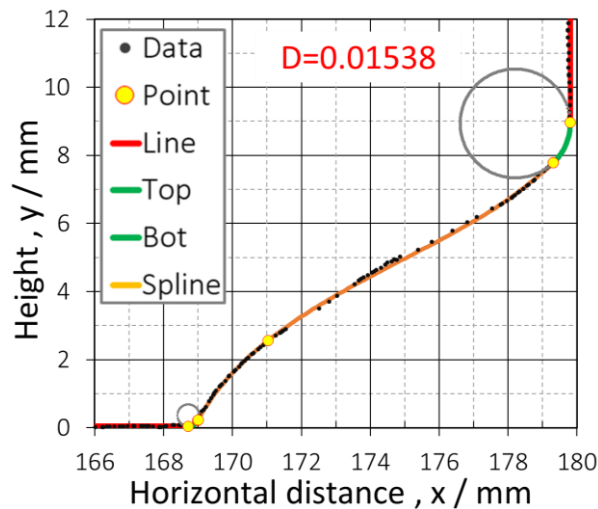


Fig. 5 D 値最小の予測形状 (断面 1)

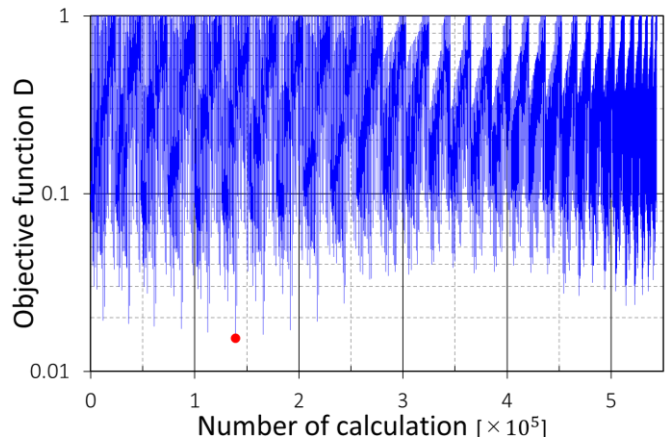


Fig. 4 D 値の推移 (断面 1)

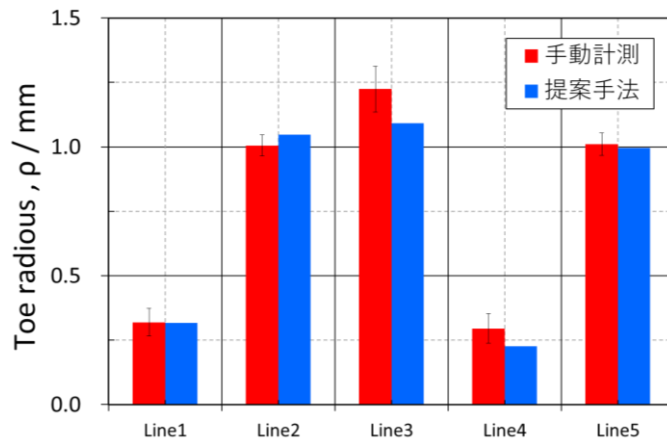


Fig. 6 提案手法と手動計測による止端半径の計測結果

3. 評価結果および検証

3D スキャナにより取得したすみ肉溶接継手の 2 次元断面データ 5 つに対して提案手法により評価を行った．評価に採用した変動パラメータの概要を Table. 1 に示している．Fig. 4 に断面 1 における D 値の推移を示す．この 2 次元断面データにおいて D 値が最小の値となったときの形状を Fig. 5 に示している．得られた形状パラメータは、止端半径 $\rho_{bottom}=0.32\text{mm}$ 、のど厚 $t_{throat}=6.5\text{mm}$ 、止端角 $\theta_{bottom}=118.1^\circ$ 、フランク角 $\alpha=36.3^\circ$ 、スプライン幅 $L_{spline}=12.8\text{mm}$ 、スプライン高さ $H_{spline}=0.69\text{mm}$ であった．また、同一の断面データ 5 つに対して 5 名の経験豊富な計測者が止端半径の手動計測を行った結果と、提案手法により得られた止端半径の比較結果を Fig. 6 を示す．これらの図より、提案手法での止端半径の予測結果は手動計測結果とほぼ同等、或いはやや安全側の結果を与える傾向が確認された．

4. まとめ

本研究では、溶接継手の表面形状パラメータの自動決定手法の開発を目的として、評価対象形状を関数 3 種の組合せにより表現する評価手法を提案し、計測精度に関して検討を行った．その結果、非常に高い精度で形状パラメータを抽出可能であることが示された．

【参考文献】

1) 例えば、小谷他：溶接学会全国大会講演概要，105，2019，366-367.
2) 辻勇：非荷重伝達型すみ肉溶接継手の止端部の応力集中係数の推定式，西部造船会々報，80，241-251，1990.
3) Luo, Y., Ma, R., Tsutsumi, S.：Materials, 13(1), (2020), 169.
4) 鋼橋技術研究所施工部会編：施工部会報告書-I，鋼橋技術研究会，11-14，2009.