

超音波板厚測定による道路照明柱基部の簡易な平均板厚評価に関する研究

徳山工業高等専門学校 学生会員 ○光永 知央
 徳山工業高等専門学校 正会員 海田 辰将
 広島大学大学院 正会員 藤井 堅

1. はじめに

全国的な橋梁等のインフラ施設の老朽化が問題となっている現在、道路照明柱や標識柱といった道路附属物についても、支柱基部の腐食による倒壊事故が多く報告されるようになった。点検要領¹⁾では、超音波厚さ計(UTG)によってベースプレート上端から60mm以内の断面を周方向90°毎に4点を計測し、その平均値から残存板厚を評価しているが、腐食がかなり進んだ状態では鋼表面の凹凸によりUTGの測定精度が低下すると考えられる。また、UTG計測の前処理であるグラインダ切削は手間である上、鋼表面の凹凸が激しい場合には、相当量切削しなければならない。このことから、本研究では腐食損傷の激しい道路照明柱1体の基部を対象に、ポータブル3Dレーザースキャナ(3Dスキャナ)とUTGの両方を用いた残存板厚測定を実施し、両結果の比較から、UTGを用いて支柱基部の残存平均板厚を安全側に評価するための簡易な板厚評価式について検討する。

2. 供試体概要

本研究で用いた支柱は、山口県内瀬戸内沿岸部の道路(離岸距離約100m)にて約40年間供用後に撤去されたものである。この照明柱は、柱基部にベースプレート(約20mm厚)と4枚の補強リブ(約12mm厚)を有し、ベースプレート境界付近に腐食による著しい断面欠損が存在している。供用中はベースプレートが土と雑草で覆われている環境下にあった。

3. 支柱基部の残存板厚測定

3.1 残存板厚の測定方法

残存板厚測定は、支柱のベースプレート上端より高さ $h < 250\text{mm}$ の断面について、3DスキャナとUTGの2種類のデバイスを用いて行われた。3Dスキャナでは、鋼表面の凹凸から得られる座標値から、2mmピッチで板厚データを求めた。UTGでは、サンドブラスト処理を施した支柱基部に25mmピッチで測点を設け、グラインダによる前処理無しに直径9mmの円形探触子を接触させて板厚を計測した。測点周辺での凹凸が激しく、UTGが計測に必要な感度を得られない場合には、まず測点近傍で計測可能な点を探し、それでも計測不可能な場合は、周方向における25mm離れた隣の測点と同じ板厚値とみなした。

図-1に3Dスキャナ測定から得た板厚等高線(展開図)を示す。この照明柱はリブCが海側を向く方向で供用されており、海側のリブC~D間基部の断面欠損が著しい。

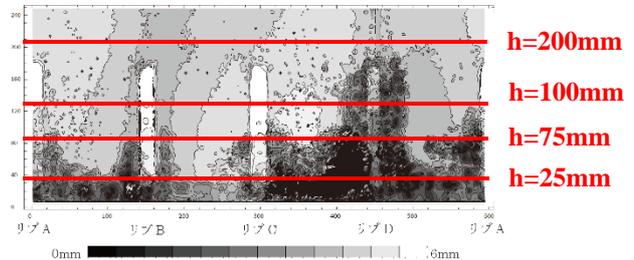


図-1 板厚等高線(展開図)

3.2 板厚測定結果の比較と考察

図-2(a),(b)に、板厚測定結果の比較例として、 $h=25\text{mm}$ 、 100mm における周方向断面の板厚分布図を示す。1断面あたりの最大測点数はUTG:24点、3Dスキャナ:297点であり、明らかに断面欠損している測点の板厚はゼロとして取り扱った。

これらの図から、断面の位置がベースプレートに近く、鋼表面の凹凸が激しいほどUTGの結果は3Dスキャナを上回る傾向が顕著であり、実際の板厚よりも過大に表示されている。しかし、 $h > 100\text{mm}$ の断面になると、この特徴は抑えられ、3DスキャナとUTGの結果はほぼ一致してくる。これは、凹凸面に探触子を接触させることによる誤差であり、鋼板両面の腐食状態に深く関係すると考えられる。

図-3に、断面周方向における平均板厚と断面の高さ位置の関係を示す。図から、比較的腐食の軽微な $h > 75\text{mm}$ の範囲では、3DスキャナとUTGの結果はほぼ一致しているが、腐食減肉の激しい $h < 75\text{mm}$ の区間では、UTGの結果は3Dスキャナよりも最大約1mm程度大きい平均板厚を示している。同様に、図-4に板厚標準偏差と断面高さの関係を示す。 $h > 75\text{mm}$ の場合、小~中程度の小さな孔食が表面全体に分布するような腐食形態が大部分を占めるため、UTGではその小さな凹凸を捉えることができず、その分だけ板厚標準偏差が3Dスキャナよりも小さくなる。一方、 $h < 75\text{mm}$ では、平均板厚に影響する程の大きな凹凸が支配的になるため、UTG測定から得た板厚標準偏差が3Dスキャナを上回ったと考えられる。

4. 支柱断面の平均板厚評価式

図-3,4の結果から、この支柱の耐荷力を考える上で注目すべきは $h < 100\text{mm}$ の断面であり、4点のUTG測定から得られる平均板厚について、凹凸状況(板厚標準偏差)を踏まえて安全側に見積もるための板厚評価式について、以下の考え方を適用する。

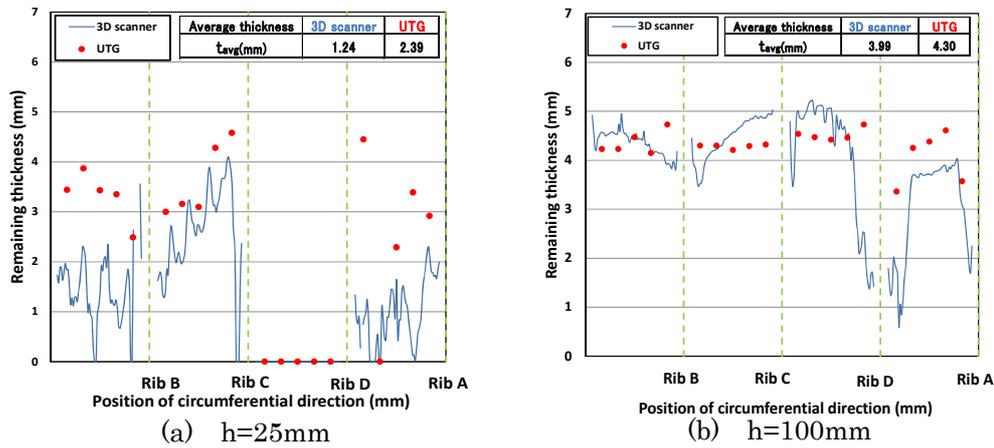


図-2 周方向断面における残存板厚の変化

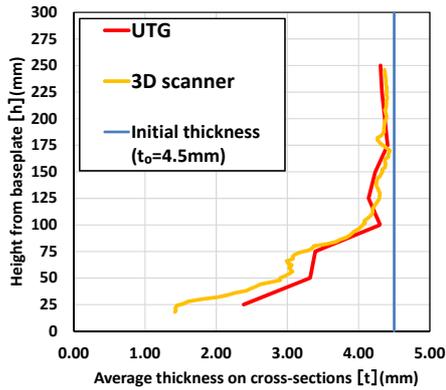


図-3 高さ方向における残存平均板厚の変化

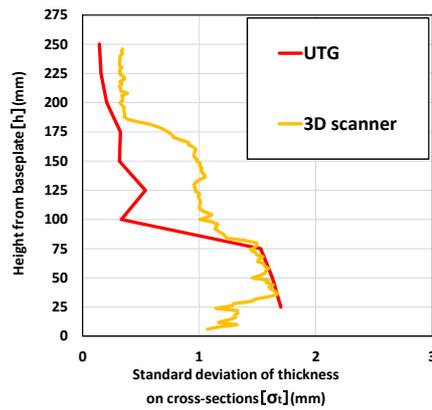


図-4 高さ方向における板厚標準偏差の変化

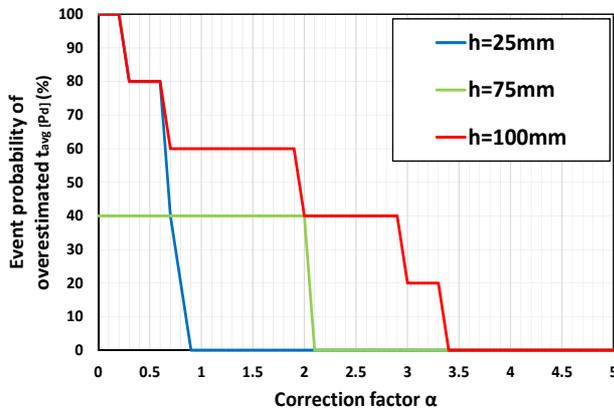


図-5 危険側に判断を与える t_e の発生確率と α の関係

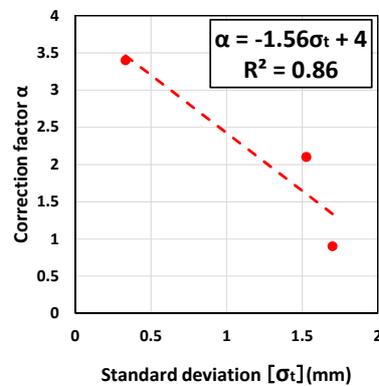


図-6 補正係数 α と σ_t の関係

評価板厚(t_e)=平均板厚(t_{avg})- α ×板厚標準偏差(σ_t)

て安全側に一応の評価が可能と思われる。

α は平均板厚の補正係数であり、板厚を測定した断面の凹凸状況に応じて決められるべき値である。いま、1断面20測点の中から90°毎に4点を抽出した5パターンの組み合わせについて、 α を0.1ずつ変化させてそれぞれ評価板厚 t_e を式(1)から求め、3Dスキャナの結果を上回る値(危険側の判断)となる t_e の発生確率がゼロに収束した時の α を決定する(図-5)。この計算を $h=25mm, 75mm, 100mm$ の断面に対して行い、 α と σ_t の関係を求めると図-6のようになる。図から求まる α を上式に適用してUTG測定の平均板厚を修正すれば、鋼表面の凹凸状況に応じ

5. おわりに

本研究では、腐食した照明柱基部について1断面あたり4点のUTG測定を想定し、平均板厚と標準偏差を用いて板厚を安全側に見積もる方法の一例を示した。しかし、これらの結果は、本供試体のように非常に激しく腐食した照明柱1体について示されたものであり、今後、腐食が小～中程度の照明柱を対象に、様々な腐食形態を有する照明柱についてもデータを蓄積する必要があると考えられる。

【参考文献】

- 1) 国土交通省 道路局 国道・防災課, 附属物(標識, 照明施設等)の点検要領, 2014. 6.