

設計施工の合理化を目指した金属溶射接合面を有する摩擦接合継手の実験的検討（その2）

阪神高速道路(株) 正会員 ○小坂 崇 , 正会員 金治 英貞
大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 山口 隆司, 学生員 黒野 佳秀
三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 北川 淳一, 正会員 山根 茂春

1. はじめに

著者らは、接合面を金属溶射とする摩擦接合継手の適用性について検討してきている。報告¹⁾では、金属溶射の材料、施工方法および膜厚の組み合わせをパラメータとした実験を行い、長期リラクセーションを考慮しない場合、E-150（溶射材料：亜鉛-アルミ（以下 Zn-Al という）、目標膜厚 150μm、溶射工法：アーク）のすべり係数が 0.66 と高くなることを示した。報告¹⁾の実験に続き、各組み合わせの実験供試体に対して長期のリラクセーション計測と、母板側の無機ジンクリッチペイント（以下、ジンクという）の膜厚を変数とした実験的検討を行った²⁾。

本報文中では、長期リラクセーションによって推定した軸力残存率を踏まえた、金属溶射の最適な組み合わせの選定と、選定した組み合わせについて、すべり係数のばらつきを確認するために行った実験の結果を報告する。

2. 長期リラクセーション計測を踏まえた金属溶射の最適な組み合わせの評価

(1) 実験供試体

図-1にボルト軸力のリラクセーション計測に用いた実験供試体を示す。連結板の接合面は金属溶射、母板の接合面はジンクである。

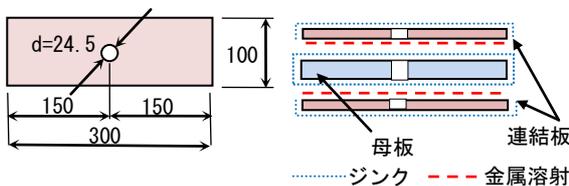


図-1リラクセーション計測供試体 (mm)

(2) ボルトの軸力残存率の推定

ボルト軸力の 4 ヶ月間の計測結果から、軸力残存率と経過時間の関係を式(1)で近似し、定数 α と β を同定した³⁾。

$$\frac{N}{N_1} = 10^{-\alpha t^\beta} \quad (1)$$

ここに、

α, β : 定数

t : 経過時間 (日)

N : 経過時間 t (日) 時のボルト軸力 (kN)

N_1 : 初期導入ボルト軸力 (kN)

一例として供試体 C（溶射材料アルミ-マグネシウム（以下 Al-Mg という）溶射工法：アーク）の 220 日間の計測値と推定値を図-2に示す。凡例の 150 及び 300 は金属溶射の目標膜厚を表す。C-150 の推定値は計測値と近い値となっているが、膜厚の大きい C-300 については、140 日付近から推定値が計測値よりも大きくなっており 4 ヶ月間のリラクセーション結果をもとに同定した推定式と一致しない。したがって溶射の膜厚によって残存率の低下の傾向が異なると推測される。

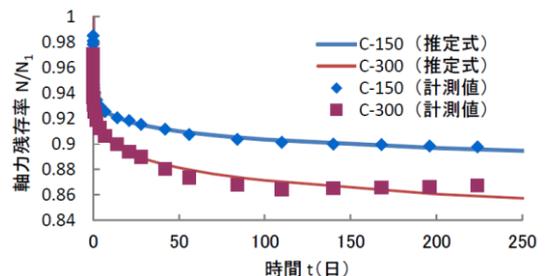


図-2 軸力推定式と計測値の比較（供試体 C）

橋梁の供用期間を考慮した 100 年経過後の推定軸力残存率と金属溶射の膜厚の関係を図-3に示す。Zn-Al より Al-Mg による金属溶射の軸力残存率が高く、アーク溶射よりもガスフレーム溶射の軸力残存率が高くなる傾向がみられた。

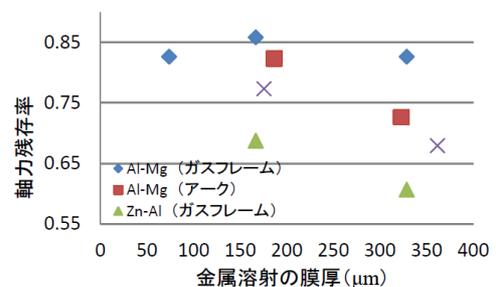


図-3 100 年経過後軸力残存率と溶射膜厚の関係

キーワード 高力ボルト, 摩擦接合継手, 連結板, 金属溶射, すべり試験, リラクセーション

連絡先 〒550-0011 大阪市西区阿波座 1-3-15 阪神高速道路(株) 建設事業本部 建設技術課 tel:06-6535-9438

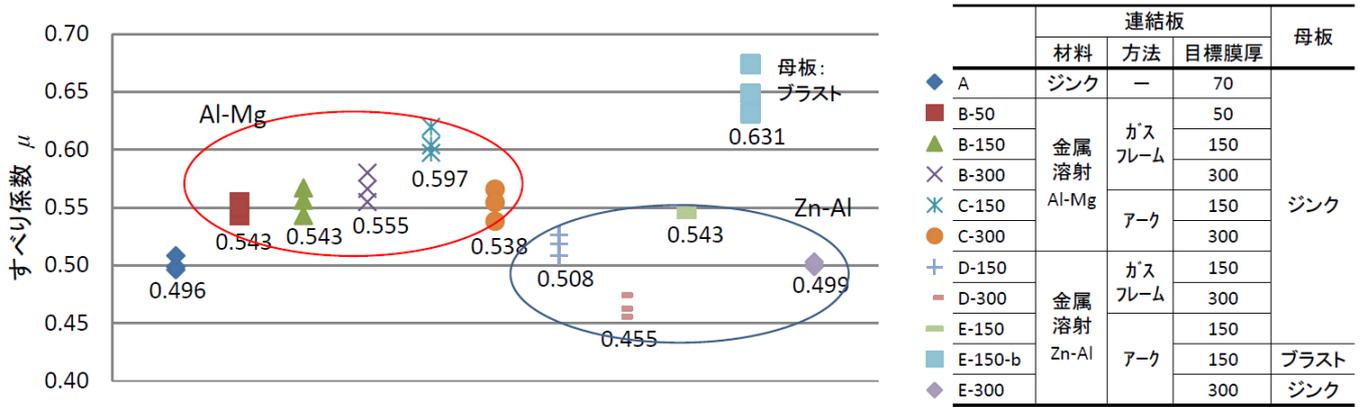


図-4 リラクゼーションを考慮したすべり係数 μ (数字は各ケースの下限值)

(3) 金属溶射の最適な組み合わせに関する検討

ボルト軸力のリラクゼーションを考慮して、設計に用いるすべり係数 μ を、式(2)によって算出する。すべり係数の算定結果を図-4に示す。

$$\mu = \frac{P}{4 \times N_0} \times \frac{N_2}{N_0} \times \frac{N_{100}}{N_0} \quad (2)$$

($N_2 \geq N_0$ の場合は $N_2 / N_0 = 1.0$ とする)

ここに、

μ : 設計に用いるすべり係数

P : すべり試験によるすべり荷重 (kN)

N_0 : 設計軸力 205 (kN)

N_2 : すべり試験直前の計測軸力 (kN)

N_{100} : 100年経過後の推定残存軸力 (kN)

すべり係数は Zn-Al よりも Al-Mg の方が大きい傾向となった。これは図-3に示す軸力残存率が Al-Mg より Zn-Al の方が小さいためである。母板がジンクの供試体の中では、C-150 のすべり係数の下限値が 0.597 と高いため、最適な溶射の組み合わせとして C-150 を選定した。E-150-b のすべり係数は 0.631 と C-150 より高くなったが、母板ブラスト面の製作や施工時の防錆に課題があるため選定に至らなかった。

(4) C-150 におけるすべり係数のばらつき確認

報告¹⁾の3体に7体の供試体(複数の溶射施工会社による製作)を追加した。その結果、母板のジンク膜厚とすべり係数との関係性が推測されたため、母板のジンク膜厚を 30 μm ~ 100 μm とし 15 体のすべり試験を追加した。

すべり試験の結果から算定したすべり係数を図-5に示す。凡例の括弧内の数値は、溶射の目標膜厚/ジンクの目標膜厚をそれぞれ示す。母板のジンク膜厚が 65 μm 以下または 115 μm 以上になると、すべ

り係数が低下する傾向にあった。

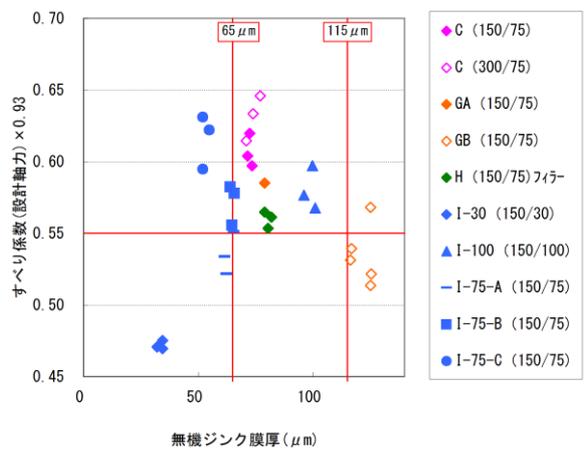


図-5 無機ジンク膜厚とすべり係数

4. まとめ

本実験の結果、金属溶射接合面を有する摩擦接合継手について、長期リラクゼーションを踏まえたすべり係数を算定し、最適な溶射の組み合わせとして、Al-Mg (150 μm)、アーク溶射を選定した。

今後は、本継手のすべり係数に影響のあるパラメータを把握して、安定した係数を得るための品質管理方法について検討する必要がある。

参考文献

- 1) 小坂ら:設計施工の合理化を目指した金属溶射接合面を有する摩擦接合継手の実験的検討,土木学会第66回年次学術講演概要,2011/9.
- 2) 黒野ら:片面に金属溶射を用いた高力ボルト摩擦接合継手のすべり係数に関する2,3の考察,平成24年度土木学会関西支部年次学術講演会概要,2012/6.
- 3) 大倉ら:アルミニウム合金板摩擦接合継手における鋼製高力ボルトの軸力低下,構造工学論文集,Vol.56A, pp.827-837, 2010/3.