

各塗装種類における塗装後及び耐候性鋼材の劣化曲線に関する研究

北海学園大学大学院工学研究科 学生員 ○山本稔晴
北海学園大学大学院工学研究科 学生員 澁谷直隆
北海学園大学工学部社会環境工学科 正会員 杉本博之

1. 背景・目的 橋梁維持管理において、予防保全の概念も浸透し、補修工事の実績も増え記録も残されるようになってきた。それに従って、補修後の部材健全度の点検記録もある程度蓄積され、補修後劣化曲線の検討も可能となってきた。筆者らは、ある地方自治体の建設部（以下、建設部とする）の協力を得て、補修後の部材の劣化曲線について検討を加えてきた^{1) 2)}。ここでは、鋼橋主桁の塗装による補修工事後の劣化曲線及び耐候性鋼材を用いた主桁の劣化曲線について、現在まで得られたデータをもとに考察を加える。

2. 塗装及び耐候性鋼材に関するデータ 建設部が管理する鋼橋主桁の塗装補修後に点検を行った径間に対し、「塗装劣化」と「腐食」の点検結果の最悪値と、その塗装年から点検年までの経過年を用いて劣化曲線を作成し考察を加える。なお、塗装補修後の点検データは 1040 径間、新設橋梁の塗装に関する点検データは 5060 径間ある。この内、耐候性鋼材の裸使用の点検データは 163 径間を含む。

3. 塗装補修後の劣化曲線 図-1 に示す棒グラフは、超油性フタル酸樹脂塗料（386 径間）における塗装補修から点検までの供用年数と径間数及び健全度の内訳を示したものである。このデータを、縦軸に健全度、横軸に供用年の散布図にプロット（◇）したものが図-2 である。図中、紫の一点鎖線がその劣化曲線である。また、赤の曲線が新設橋梁の劣化曲線、青の直線はメーカーによる劣化曲線である³⁾。ここで、劣化曲線式は以下の式を用いている。

$$r(t) = 5 - \left(\frac{t}{T}\right)^2 \quad (0 \leq t \leq T) \quad r(t) = 1 \quad (t > T)$$

ここで、 $r(t)$ は供用年 t 年における健全度、 T は耐用年数、 t は供用年数を表す。

同様に、塩化ゴム系塗料（187 径間）の塗装補修後の劣化曲線を図-3（薄い青の折れ線はメーカーによる劣化曲線）に、ポリウレタン樹脂塗料（424 径間）の塗装補修後の劣化曲線を図-4（青緑の折れ線が、メーカーによる劣化曲線）に示す。

使用したデータには、他にふっ素樹脂塗料（37 径間）及び塗料の不明なデータ（6 径間）があったが、データ数が少ないため今回は対象外とした。

図-2 より超油性フタル酸樹脂塗料の塗装補修後の劣化曲線は耐用年数に関してはメーカーが示した劣化曲線に近い傾

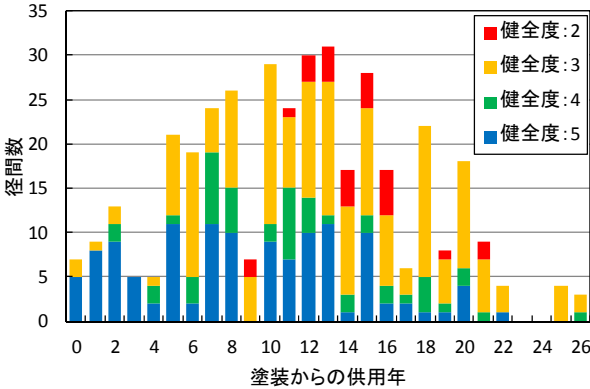


図-1 塗装後点検年と健全度の棒グラフ
(超油性フタル酸樹脂塗料)

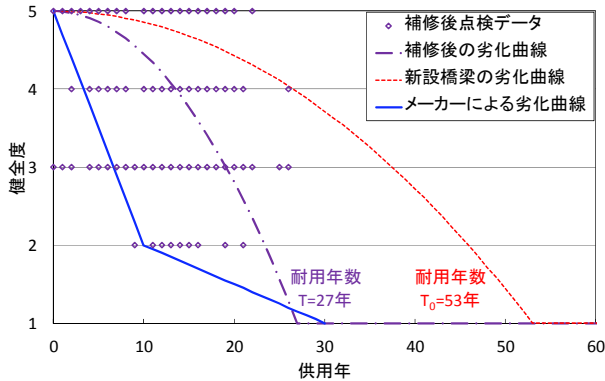


図-2 塗装後点検年と健全度の回帰曲線
(超油性フタル酸樹脂塗料)

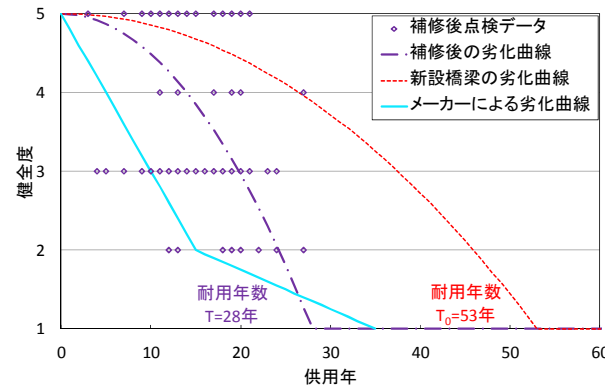


図-3 塗装後点検年と健全度の回帰曲線
(塩化ゴム系塗料)

キーワード 塗装, 補修, 塗料, 耐候性鋼材, 橋梁点検, 劣化曲線

連絡先 〒064-0926 札幌市中央区南 26 条 11 丁目 北海学園大学工学部社会環境工学科 TEL 011-841-1161

向となった。しかしながら、新設からの劣化曲線と比較すると塗装補修後の劣化曲線は大きく下回り、かつ急勾配となる。これは、超油性フタル酸樹脂塗料による塗装補修は新設塗装に比べ早期劣化することを示している。図-3の塩化ゴム系塗料も図-4のポリウレタン樹脂塗料も同様の結果を示し、新設からの劣化曲線と比較すると塗装補修後の劣化曲線は大きく下回る。また、図-4に示すポリウレタン樹脂塗料においては、塗装補修後の劣化曲線は、メーカーが示す劣化曲線よりもかなり下回っており、さらに詳細な検討が必要と思われる。

4. 耐候性鋼材の劣化曲線 図-5は、新設橋梁において、耐候性鋼材の裸使用時の供用年数と径間数及び健全度の内訳を示したものである。図中、赤字で示した供用年20年と23年にある各11径間分のデータは塩害地域（道央太平洋側，1982年建設）における耐候性鋼材の裸使用のものである。これらのデータより劣化曲線を示したのが図-6である。赤色の劣化曲線が図-2等と同様に新設橋梁全5060径間より得られた劣化曲線で、紫の一点鎖線が耐候性鋼材を裸使用した場合の劣化曲線である。耐候性鋼材は、塗装橋梁よりも耐用年数が伸びることが期待されるが、図では逆になっている。これは、図-5に示す塩害地域で使用した11径間のデータが影響していると考えられるので、そのデータを耐候性鋼材の裸使用のデータから削除して改めて劣化曲線を描いたのが図-6の紫の実線である。この場合は、新設橋梁からの劣化曲線よりも右側に書かれており、耐候性鋼材の有効性が確認できる。

5. まとめ 塗装補修後の点検データ 1040 径間、及び裸使用の耐候性鋼材の点検データ 163 径間を含む塗装に関する点検データ 5060 径間より、塗装補修後の鋼橋主桁及び耐候性鋼材の劣化曲線について考察を加えた。塗装補修後に関しては、新設後の劣化曲線よりかなり下がる傾向が見られた。補修工事におけるケレン、あるいは作業環境などが影響していると思われる。また、メーカーによる劣化曲線と比較すると、超油性フタル酸樹脂及び塗料塩化ゴム系塗料に関しては塗装後の劣化曲線はほぼ同等と考えられるが、ポリウレタン樹脂塗料はメーカーによる劣化曲線よりもさらに悪い傾向を示している。これらに関しては、補修工事の内容を含めてさらに検討する必要があると思われる。鋼橋主桁の耐候性鋼材の劣化曲線は、新設橋梁の劣化曲線より悪いという結果となったが、塩害地域のデータを除くと若干良いという結果になった。塩害に関しては 1993 年に改訂⁴⁾されている。該当橋梁は、1982 年建設であるので、妥当な結果と考えられる。

参考文献 1) 山本稔晴，齋藤善之，澁谷直隆，杉本博之：補修後の橋梁部材の劣化曲線に関する一考察，土木学会第 66 回年次学術講演会，2011。 2) 杉本博之，澁谷直隆，山本稔晴，平井理仁：補修後の橋梁各部材の劣化曲線の推移について，平成 23 年度土木学会北海道支部論文報告集，第 68 号，2012。 3) 北海道建設部：公共施設長寿命化検討委員会報告書，2006。 4) 日本橋梁建設協会：無塗装耐候性橋梁の設計・施工要領（改訂版），1993。

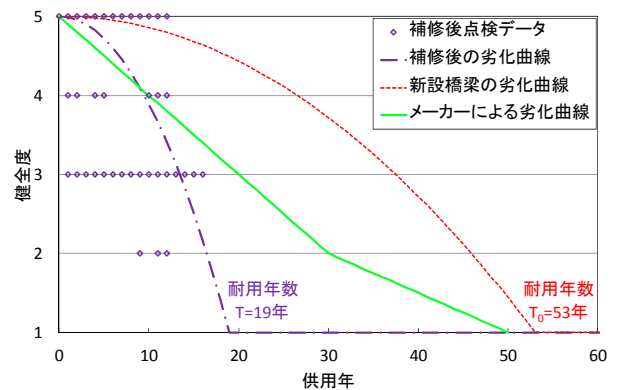


図-4 塗装後点検年と健全度の回帰曲線
(ポリウレタン樹脂塗料)

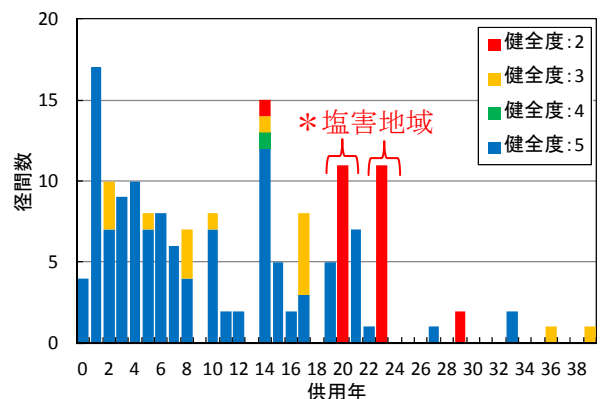


図-5 耐候性鋼材の裸使用時の健全度の内訳

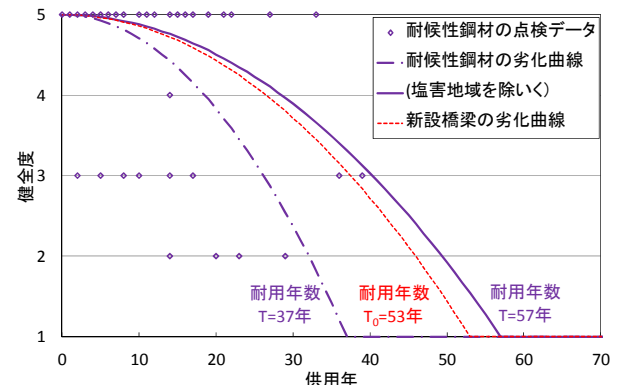


図-6 耐候性鋼材の裸使用時の劣化曲線