

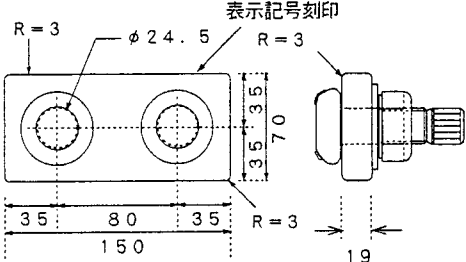
大阪大学大学院 学生員○正岡 孝
大阪大学工学部 正 員 松井繁之
大阪大学工学部 正 員 福本湧士

1. はじめに 土木構造物は、風雨・日光・塩化物などの環境要因を受け劣化が進行する。鋼構造物においては、大気中の酸素、降雨による水分が発生要因となる腐食が主な劣化であり、一般に鋼材表面に塗装を施すことにより、自然環境下において存在する様々な腐食要因による劣化を防ぎ耐久性の向上を図っている。したがって鋼構造物の環境劣化に対する耐久性は、塗膜の健全性に大きく支配されているとも言える。塗膜劣化に関する調査研究は従来様々なものが行われてきているが、この研究では、劣化がよく見られるボルト添接部に着目して、その特有の形状が塗膜に及ぼす影響を考慮して、劣化が起きやすいと思われる箇所に形状改良を施したボルト・ナットを用意し、添接部塗装の耐久性評価のための環境促進実験を行った。

2. 実験概要 ボルト添接部における塗膜劣化特性を評価するための供試体として、添接部をモデル化した供試体（図－1）を用意した。その供試体に使用したボルトは、六角高力ボルト（Hボルト）、Hボルトに防錆処理を施した防錆ボルト（Bボルト）、頭の丸いトルシア型ボルト（Tボルト）である。また、使用したナットは、通常の高力ボルト用のナット、通常のナットに防錆処理を施したもの、ナットのエッジに3mmのR処理を施したもの、R処理に加えて、ボルト孔の内側にある「面取り」を取り除いたものや、ナットと座金の接触面にある「座」を取り除いたものを用意した（図－2）。

供試体には、阪神高速道路公団の塗装仕様 F-2¹⁾（添接部用）を施した。また、これらの塗装系自体の耐久性を評価するための供試体として、鋼平板に塗装を施した塗膜耐候性評価用の供試体も用意した。

実験を行う促進環境としては、最も基礎的かつ鋼構造物の耐久性劣化に大きく影響を及ぼす環境として、①太陽光による紫外線の影響を受ける環境（光環境-H）、②太陽熱による温度繰り返しや大気中の湿度の影響を受ける環境（通常環境-T）、③海洋からの塩化物の影響を受ける環境（海洋環境-K）の3種類とした。各環境は、①サンシャインウェザーメーターWEL-SUN-DC（スガ試験機製）、②恒温恒湿機PR-4FP（タニシマ製作所製）、③塩・乾・湿複合サイクル試験機 ISO-3-CY・R（スガ試験機製）を用いて、人工的に再現した。また各供試体には、目視調査、交流インピーダンス測定、膜厚測定を行い、それに基づく塗膜劣化度の評価を行った。



図－1 ボルト添接部型供試体（Tボルト使用）

表－1 パラメータの組み合わせ

表示記号	ボルト	ナット
KH21	通常	通常
KB21	防錆	防錆
KT21	トルシア ボルト	Rのみ
KT22		R+座なし
KT23		R+面取りなし
KT24		R+余長なし

(海洋環境の例)

表－2 光環境促進装置（サンシャインウェザーメーター）の設定条件

	ブラックパネル温度	試験槽温度	露球温度	湿度	時間
照射時	63° C	50° C	31° C	50%	60分
停照時	***	42° C	30° C	98%	30分

(1サイクル1時間30分)

表－3 通常環境促進装置（恒温恒湿機）の設定条件

温度	湿度	所要時間
5° C	60%	1時間15分
↓		45分
60° C		1時間15分
↓		45分
5° C		(1サイクル4時間)

表－4 海洋環境促進装置（塩乾湿複合サイクル試験機）の設定条件

状態	温度	湿度	塩水温度	所要時間
塩水噴霧	35° C	98%	5%	4時間
乾燥状態	60° C	***		2時間
浸漬状態	50° C	***		2時間

(1サイクル8時間)

また促進実験における劣化と自然環境における劣化との比較を行うために、和歌山県御坊市の関西ペイントの海洋暴露試験場にて自然暴露実験を行った。

3. 実験結果及び考察 本実験において得られた結果及び考察を以下に示す。

①全体的に見ると、ボルト余長部で劣化が多く確認されている。これはボルト余長部に存在するネジ山のその独特の形状によるものと考えられる。

②防錆ボルトは特に海洋環境において高い耐性を示した。これは従来から言われている防錆ボルトの有効性を実証したことになる。しかし、通常環境においては、座金付近に特徴的なクラックが、特に防錆ボルトに多く見られた。この理由についてははっきりしておらず、今後の課題とするところである。

③耐候性評価用平板、添接部供試体の平面部からは劣化傾向が見られないことから、塗膜自体劣化はしていないことがわかる。目視調査において確認される劣化は主に形状に起因する力学的要因から生じたものではないかと考えられる。

④交流インピーダンス調査からは、劣化の傾向は見られなかった。この実験では測定箇所は平面部分に限っており、正確に評価するためには平面部分だけでなく、特異部分も測定点として選定することが好ましいと考えられる。

⑤形状改良の効果は明らかに期待できるが、供試体の個体差等により現段階でははっきりとした形では現れてきていないと思われる。劣化の程度も考慮しつつ、今後も続けて追跡していく必要があるものと考えられる。

⑥この促進実験の結果と暴露実験との結果を比較すると、劣化の発生位置等に明らかな共通性が認められる。従って、今回の促進実験では自然環境における劣化をほぼ再現していると考えられる。

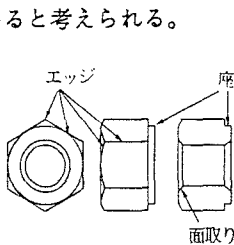


図-2 ナット形状

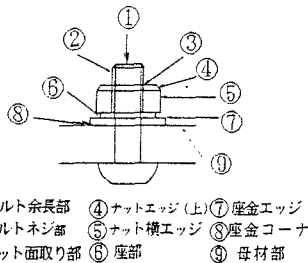
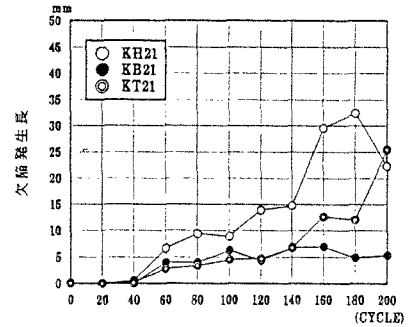
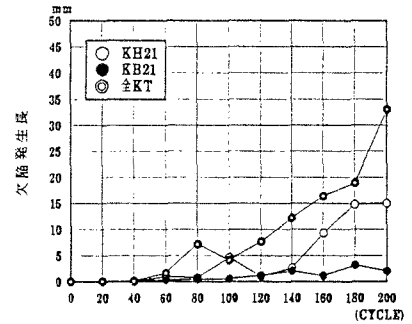


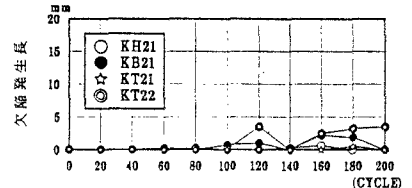
図-3 供試体の部位名称



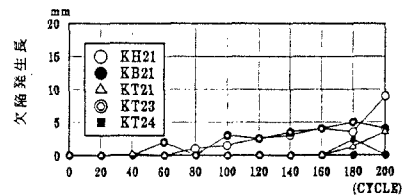
ボルト余長部劣化長 (海洋環境)



ナットエッジ部劣化長 (海洋環境)



ナット座部劣化長 (海洋環境)



ナット面取り部劣化長 (海洋環境)

図-4 形状改良箇所の劣化状況 (海洋環境)

4. まとめ 本実験は長期間を要し現在も実験を続行中であり、まだ結論には至っていないが、次第にはっきりとした改良の効果等が現れてくると思われる。最後に、本実験の供試体製作に当たり、日本ファスナー、関西ペイントの協力を得たことを記し、ここに謝意を表したい。

【参考文献】

1. 関西ペイント株式会社編：KHDシステムガイドブック 橋梁塗装, 1994
2. 大西、松井、正岡、福本：ボルト添接部の腐食特性とその改良に関する研究、土木学会第49回年次学術講演概要集, I-261, 1994