

IV-173

締結ボルトの緩みの機構と防止法

サンスター技研 株式会社 正員 ○ 吉岡 仁志
 長岡技術科学大学大学院 学生員 星野 利幸
 長岡技術科学大学工学部 正員 清水 敬二
 長岡技術科学大学工学部 正員 橋本 親典

1) まえがき

レール締結ボルトの緩みは、軌道の精度、走行安定性に大きな影響を及ぼし、又、その保守に多大な労力を要し、簡易かつ有効なボルトの緩み防止法の開発が強く要請されている。

本研究は、かかる締結ボルトの緩み防止の重要性に着目し、ボルト穴に樹脂などを充填・硬化させることにより緩みを防止し、同時にボルトを防錆することのできるカプセル工法の開発改良に必要な基礎的事項を解明することを目的とする。

2) 実験方法

締結ボルトの樹脂充填後における緩みの防止は、力学的には緩みトルクを増加することであり、図1のように緩みトルクは、摩擦角 β （摩擦係数）及び付着強度を増加することによって増加する。

締結ボルトと埋込栓との摩擦特性は、鋼とFRPの摩擦現象としてとらえ摩擦界面に砂粒、防錆油、てん充用樹脂等が介在する場合の影響について図2に示す摩擦実験装置により検討した。なお、供試した樹脂は、防錆効果を考慮して試作したウレタン系樹脂（サンスター技研KK製）である。

付着強度は、図3に示す要領により、一面せん断により求め、養生時間・養生温度及び破断状況の影響を検討した。

防錆効果は、図4に示すように鋼片をモデル海洋性腐食環境に暴露し、錆びの発生性状を検討した。

現用のボルト、埋込栓を用いた振動荷重下における締結ボルトの緩み現象は、図5に示す装置を用いて検討した。

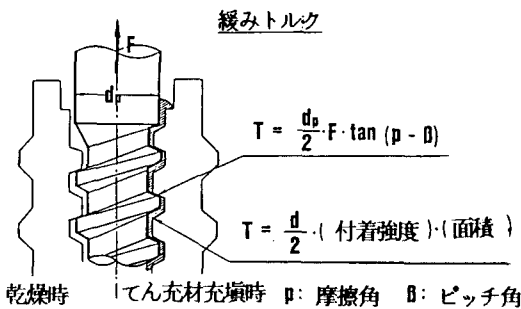


図1 ボルトの接触状態

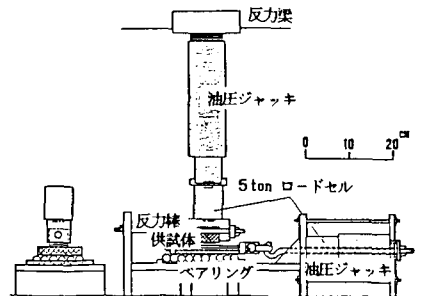


図2 摩擦実験装置

3) 実験結果および考察

- (1) 摩擦実験における鉛直荷重と静摩擦係数の関係を図6に示す。鉛直荷重の増加に対して乾燥状態砂粒、防錆油、てん充用樹脂、いずれの場合も静摩擦係数は、減少する。また、静摩擦係数の大きさは、砂粒、てん充樹脂、乾燥状態、防錆油の順である。

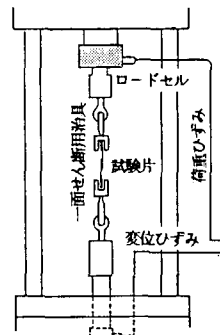


図3 一面せん断試験装置

- (2) 一面せん断実験における接着からの経過時間と付着強度の関係を図7に示す。養生温度が高いほど付着強度発現時間は、早くなる。また、付着強は、半硬化状態、界面破断、凝集破断の順に増加し破断性状と密接な関係がある。
- (3) 腐食促進における経過日数と腐食面積率の関係を示したのが図8である。表面状態が粗いほど腐食の進行度は高い。てん充用樹脂を塗布した鋼片は、塗布膜厚によらず錆びの発生は認められない。
- (4) 現用ボルトを用いた振動荷重下におけるボルトの緩みは、前述の摩擦実験の静摩擦係数の結果とほぼ一致した。
- (5) 実験により求めた静摩擦係数及び付着力による緩みトルク曲線を図9に示す。破線は、防錆油注入の場合であり、また斜線の領域は、列車荷重等により緩む範囲を示す。現用のボルトでは、軸力の変動が0.85 t o n以下では緩むが、樹脂充填の場合は少なくとも0.2 t o n以下の軸力でも緩まない。

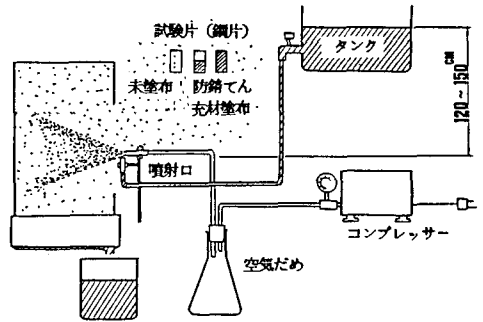


図4 塩水噴霧腐食促進装置

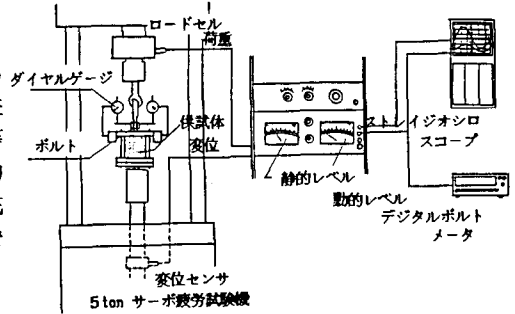


図5 現実ボルト実験装置

- 4) 結び
- (1) 鋼とFRPの摩擦特性は、界面に介在する物質状態により変化する。
- (2) てん充用樹脂の付着特性に対する養生時間、温度、破断状況の影響が明らかになった。
- (3) てん充填の防錆効果は、塗布膜厚にかかわらず良好である。
- (4) 防錆油による場合、ボルトは軸力の変動が、0.85 t o n以下では緩むが樹脂充填の場合0.2 t o n以下の軸力でも緩まない。

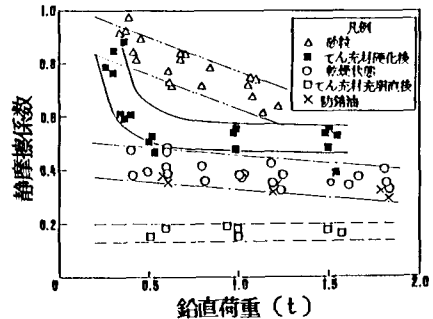


図6 静摩擦係数と鉛直荷重の関係

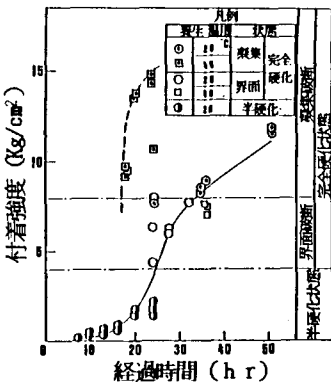


図7 接着後の経過時間と付着強度の関係

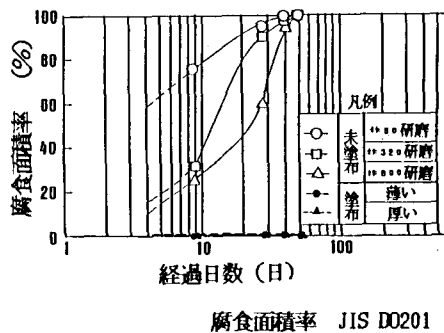


図8 経過日数と腐食面積率の関係

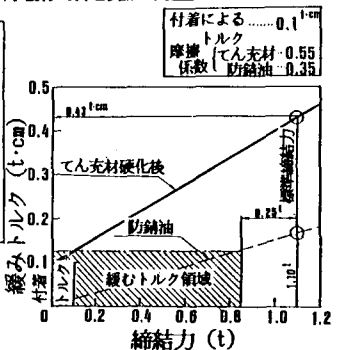


図9 締結ボルトの緩みトルクとボルト支持力との関係

謝辞

本研究の実施においては、国鉄の鉄道技術研究所軌道研究室（委託研究）に御支援・御協力頂いた。