

## IV-183

## 腐食環境下のレール締結装置の余寿命

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 長藤 敬晴

(財)鉄道総合技術研究所 熊崎 弘

## 1. はじめに

レール締結装置は交換が容易であるとして、ある程度の破壊を許容する設計方法を採用してきた。腐食等の影響により、短い年限で破壊に至る場合の寿命推定法については、前回、山陽新幹線に敷設されていたレール締結装置に関する各種性能試験のデータより推定する手法を紹介した。今回、新関門トンネルの海底部に敷設されていたレール締結装置の各部品の提供を得たので、前回提案した手法により、荷重履歴と腐食の程度を定量的に評価し、金属疲労に基づく余寿命推定を行った。

## 2. 検討の対象

検討の対象は図1に示すスラブ軌道用直結4形レール締結装置(以下、直4)である。直4はトンネル用スラブの経済的なレール締結装置として広く採用されているが、新関門トンネルの海底部のような厳しい腐食環境での使用は他に類を見ない。経年は2年7ヵ月であり、累積通トン約39百万トンである。新関門トンネルの海底部では、腐食のため5年に1回レール交換を行い、その2倍程度の頻度でレール締結装置交換を行っている。この周期を延伸可能であることを検証することが検討の目的の一つである。

## 3. 余寿命推定手順

腐食程度はまず表面粗さにより検証することが常道である。腐食が著しい場合には、疲労試験を実施し、損傷データによる余寿命推定を行えばよい。試験データによる余寿命推定手順は図2に示すとおりである。

## 4. 表面粗さ

直4の各材料のうち、ばね受け台には異状がなく、軌道パッドは多少劣化していたものの本来機能はなお有していると観察された。材料の劣化が顕著に表れていたのは締結ばねの表面粗さであった。この状況を写真1および図3に示す。これにより、腐食による凹凸の差は $200\mu\text{m}$ 程度であることがわかった。比較のため漏水のない山岳トンネルに約20年間敷設されていた高速形レール締結装置(以下、高速形)の表面状態と粗さを写真2および図4に示す。海底部における劣化が著しいことが示されている。

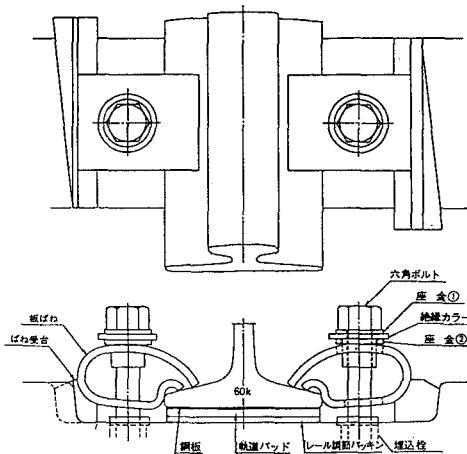


図1 直結4形レール締結装置

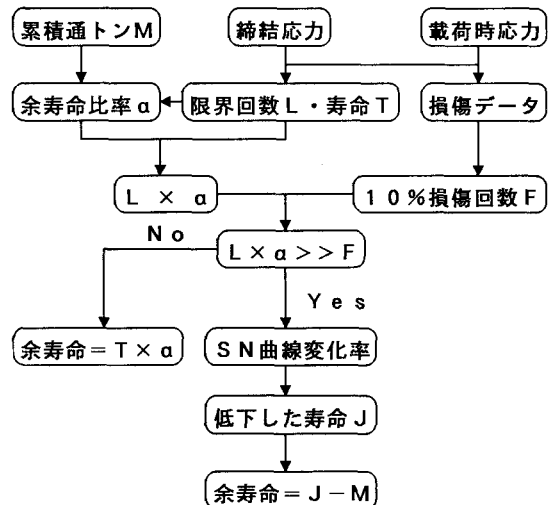


図2 余寿命推定手順

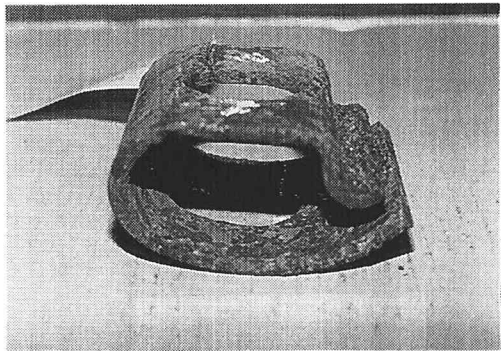


写真1 腐食劣化した直4の締結ばね

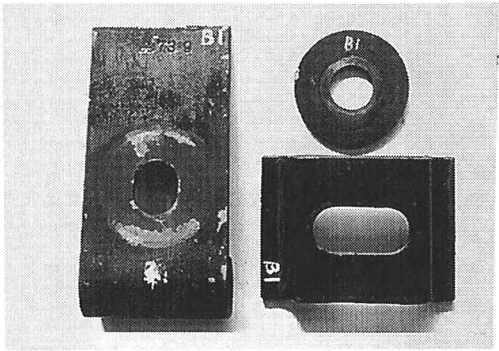


写真2 健全な高速形の締結ばね

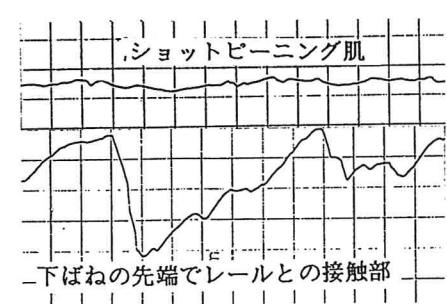


図3 直4の締結ばねの表面凹凸

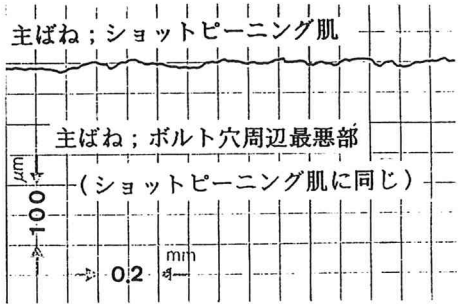


図4 高速形の締結ばねの表面凹凸

5. 余寿命推定結果

締結ばねの表面状態が劣悪であるので疲労試験により損傷データを収集した。供試体は7組であったが、それらの全てが締結ばねのボルト穴周辺で損傷した。損傷に至った荷重の繰返し回数は表1のとおりである。なお、比較のため実施した高速形については損傷データは得られなかった。

表1 直4締結ばねの損傷データ 単位：万回

| 供試体No. | 1  | 2  | 3 | 4  | 5 | 6  | 7  | 平均   | 標準偏差 | 10%損傷回数 |
|--------|----|----|---|----|---|----|----|------|------|---------|
| 繰返し回数  | 11 | 16 | 4 | 19 | 2 | 16 | 11 | 11.3 | 5.90 | 3.73    |

累積通トン量は39百万トンであるから、これらを入力すると、次の結果が得られた。

低下した寿命：64百万トン 余寿命：25百万トン

新関門トンネルにおける年間通トン量は約15百万トンであるから、あと1年半すなわち合計4年程度は、現行レール締結装置により耐用可能である。

6. 結 論

新関門トンネルの海底部においては、海水の漏洩による軌道部材の腐食が著しいため、レール締結装置の耐用年数は締結ばねに支配され、4年程度である。現状の交換周期は最大3年程度であるので、これを継続することにより安全は確保されと考えられる。