

コンクリート表面保護工の疲労耐久性に関する検討

東海旅客鉄道(株)	正会員	○神田	仁
	正会員	鍛冶	秀樹
	正会員	久保淳一郎	
	正会員	伊藤	裕一

1. はじめに

東海道新幹線ではコンクリート高架橋に対する中性化対策として、表面保護工を施工してきている。健全な保護工は優れた中性化抑止性能を長期間発揮することが確認されているが、表面保護工に亀裂が生じると性能が発揮されなくなる。従って、特に列車荷重を直接受ける高架橋の縦梁部材あるいはコンクリート桁表面のひび割れ上に塗られた保護工は、列車通過時に起こる表面のひび割れの開閉の繰り返しに対して疲労亀裂を生じることなく長期間追従し続ける必要がある。

これまで東海道新幹線では、表面保護工を規定する部内標準である「東海道新幹線鉄筋コンクリート構造物維持管理標準¹⁾ (以下「標準」と呼ぶ)」の中で、ひび割れ追従性の規格値として静的な伸び性能を規定していた。今般、表面保護工の疲労耐久性を確保するため、実高架橋および桁でのひび割れ調査の結果をもとに保護工の疲労性能を確認する試験方法を確立し、疲労特性を加味した材料規格値の設定を行ったので報告する。

2. 実高架橋の調査

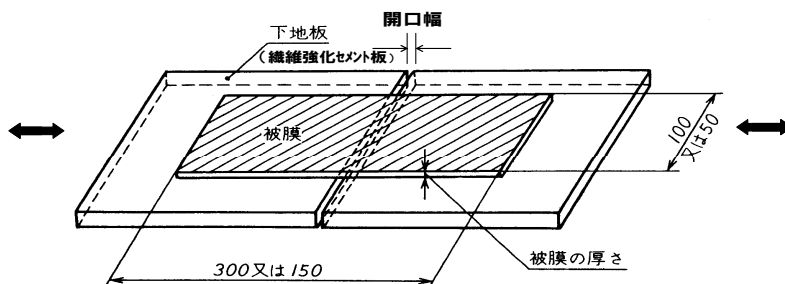
最初に、ひび割れ上に塗布された保護工がどのような繰り返し疲労を受けるかについて、実高架橋の縦梁中央部下面あるいは縦梁中央部側面上のひび割れ(曲げひび割れ)、およびコンクリート桁における調査を実施した。調査項目はひび割れ幅と列車通過時のひび割れ開閉振幅であり、クラックゲージや π 型ゲージ(図—1 参照)を用いて計測を行った。この調査をランダムに抽出した様々な径間(標準 6m~25m)を持つ 46 の高架橋・桁の約 900 測点について実施し、ひび割れ幅と列車通過時におけるその開閉振幅の関係について整理した。

図—1 π 型ゲージによる開閉振幅計測

この結果、高架橋の径間やひび割れ幅に関係なくひび割れ開閉振幅は最大でも 0.03mm 程度を超えないことが判明した。また、ひび割れ開閉の波数、および高架橋上を通過する一日の営業列車本数などを考慮すると、構造物の径間にも左右されるが、ひび割れ上に塗布された保護工は 1 年間で 90 万回程度の列車荷重による開閉振幅にさらされることが分かった。

3. 試験方法の設定

疲労試験の試験方法の設定については、JIS A 1436-1991「建築用被膜状材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法²⁾」を準用することとし、繊維強化セメントを材質とする同規格記載の B 試験体(図—2 に示す)に塗布された保護工に対して、一定の大きさのひび割れ開閉振幅を順次 20℃、60℃、-10℃ の条件の下で各 600 万回ずつ、合計 1800 万回与えた後に保護工のひび割れ・破断が認め



図—2 疲労試験の試験耐 (単位: mm)

キーワード コンクリート, 中性化, 表面保護工, ひび割れ追従性, 疲労試験

連絡先 〒485-0801 愛知県小牧市大山 1545-33 東海旅客鉄道株式会社 技術開発部 TEL 0568-47-5374

られないことを要求した。なお、1800万回はJISで定めたものを準用しているがその根拠は1年間90万回の列車荷重の繰返しを20年間として算出した。

そのため、まず本試験が可能な疲労試験機を開発・導入し、トライアルとして様々に膜厚を変えたエポキシ樹脂、クロロブレンゴム、ポリマーセメント、ウレタン樹脂を各々主材とする保護工を準備して、0.2mmから0.4mmの範囲の開口幅（図—2 参照）を持つように塗布した試験体を製作し、0.02mmあるいは0.04mmをひび割れ開閉振幅として与え、上記の疲労試験を実施した（図—3 参照）。この結果、保護工の疲労強度は開口幅の大きさにはほとんど影響されないが、ひび割れ開閉振幅には大きく影響を受けることが判明した。

また、「標準」で以前規定されていた静的な伸び性能の規格（JSCE K532 1999「表面被覆材のひび割れ追従性試験方法」³⁾：常温時0.6mm以上）を満足する材料の一部について、同様の疲労試験を実施したところ、本疲労試験をクリアできないものがある（図—4 参照）ことが判明し、保護工の材料規格に本疲労試験を取り入れる重要性が確認された。これらのことから、疲労試験は、0.2mmの開口幅の保護工の試験体に対して、安全率を見込んで0.04mmのひび割れ開閉振幅を上記3温度で計1800万回与えることとした。なお、これらの疲労試験は（財）建材試験センターに委託可能であるほか、小牧技術開発部でも実施可能である。

4. 材料規格の設定

前述の検討をもとに、縦梁の中央部下面あるいは中央部側面、およびコンクリート桁に適用する表面保護工（以下「Ae種」と呼ぶ）の耐疲労性の材料規格については、従来の「標準」の静的ひび割れ追従性規格に代わり、表—1に示すとおり試験条件での疲労試験を行い、試験終了時の表面状態検査の結果、全ての試験体の表面にひび割れ・破断が認められないことを合格基準とした。疲労試験は、ばらつきを考慮して3体ずつ同条件にて実施することとし、試験期間短縮のため、試験で与えられる疲労サイクルの周期として前述のJIS規格²⁾における許容最大振動数である10Hzとした。また、従来の梁のひび割れ追従性の規格と同様に、3000時間の促進耐候性試験（概ね20年相当の紫外線の直射照射量に相当）を実施した後の保護工に対しても同様に1800万回の疲労試験を実施することとした。



図—3 疲労試験状況



図—4 疲労試験でのひび割れ

表—1 新たに設定されたAe種の耐疲労性の試験条件

試験体数	ひび割れ幅／ ひび割れ開閉幅	周期	試験温度と回数			
			20℃	60℃	−10℃	合計
3体	0.2mm／ 0.2～0.24mm	0.1秒	600万回	600万回	600万回	1800万回

5. おわりに

本検討では、列車通過時のひび割れに対して20年以上の疲労耐久性をもつ表面保護工の試験方法および材料規格を確立した。この耐疲労性規格基準を満足する材料を塗装専門メーカー各社に働きかけて開発したところ、材質や塗膜厚の異なる複数製品が合格した。これらの保護工材料を用いて現在Ae種の施工を行うとともに、さらにコスト低減に向けた検討を進めている。

参考文献

- 1) 東海道新幹線鉄筋コンクリート構造物維持管理標準 社団法人日本鉄道施設協会，1999.8.
- 2) JIS A 1436「建築用被膜状材料の下地不連続部における耐疲労性試験方法」2001.5.
- 3) JSCE K532 1999「表面被覆材のひび割れ追従性試験方法」1999.