

鋼橋支点沈下箇所における簡易修繕工法に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 ○阿部 嘉貴*
東日本旅客鉄道(株) 仙台支社 仙台土木技術センター 正会員 高橋 天平

1. はじめに

鋼橋りょうの支点部に、亀裂を発生させる要因の一つとして、支点部のあおりが挙げられる。支点部に生じたあおりは、き裂を発生させる恐れがある。そのため修繕を行う上で優先すべき変状である。このあおりの発生自体を抑制することは予防保全、コストダウンの観点から非常に有効であり、当社では過去に、支点部のあおり箇所にライナープレートを隙間に挿入して亀裂の発生要因を抑える手法を提案している。¹⁾しかし、ライナープレートの最小厚さが1ミリのため、1ミリ以下の隙間を完全になくすることができず、すべての隙間に対応することができないといった問題点が発生していた。本稿では、ライナープレート挿入に代わる手法として樹脂を注入する工法を開発したため、その概要について報告することとする。



写真-1 ライナープレート挿入状況

2. 開発仕様の策定

開発仕様の策定にあたっては、現在使用しているライナープレートの問題点を踏まえて、支点部のあらゆる隙間に対応可能な充填材を注入する方法を開発することを基本コンセプトとして、下記に示す仕様を決定した。

- ・ 充填材は簡易かつ正確に充填する
- ・ 充填材は土木構造物設計基準強度に準拠した所定の強度を有すること（要求強度 13N/mm^2 以上）²⁾
- ・ 充填材の強度は、列車間合いを想定して20分程度で強度発現するもの
- ・ 充填器具は軽量でかつ取り扱いが簡便な構造なもの

3. 工法開発概要

3-1 樹脂の選定

本開発の基礎となる樹脂の選定にあたっては、施工性や市場汎用性などを考慮し、ウレタン系、ビニルエ

ステル系、アクリル系、ポリエステル系を基本に図-1に示す手順で行なった。なお、最終的な選定にあたっては、次項で示す施工器具の選定を含めた中で最適な樹脂となったウレタン系のサンプルBを選定している。

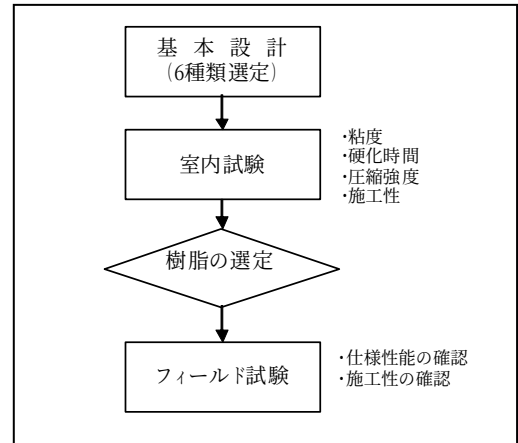


図-1 樹脂選定フロー

表-1 選定樹脂一覧

サンプル	樹脂系	荷姿	基本配合	外観	20分後の圧縮強度 N/mm ²	
					降伏点	破断点
A	ウレタン系	A剤 B剤	A剤：B剤 =1:2	A剤：茶褐色液体 B剤：透明液体	—	49.6
B	ウレタン系	A剤 B剤	A剤：B剤 =1:2	A剤：透明液体 B剤：茶褐色液体	31.2	51.7
C	ウレタン系	A剤 B剤	A剤：B剤 =1:2	A剤：茶褐色液体 B剤：透明液体	48.9	54.7
D	ポリエステル系	主剤 硬化剤	主剤：硬化剤 =100:3	主剤：橙色液体 硬化剤：白濁液体	—	16.5
E	アクリル系	主剤 促進剤 硬化剤	主剤：促進剤：硬化剤 =100:1.0:2.0	主剤：紫色液体 促進剤：橙褐色液体 硬化剤：白濁液体	—	98.5
F	ポリエステル系	主剤 促進剤 硬化剤	主剤：促進剤：硬化剤 =100:0.7:1.0	主剤：紫色液体 促進剤：紫色液体 硬化剤：透明液体	—	33.4

3-2 その施工器具の選定

本開発で選定した樹脂はすべての品種でゲル化時間（樹脂注入可能時間）が短いため、混合した樹脂はできるだけ早く間隙に注入しなければならない。ゆえに樹脂と硬化剤は、スタティックミキサーを有する2液型パック式注入機に既充填しておき、混合攪拌は注入作業の過程で混合される先端混合方法とした。（写真-2）



写真-2 2液型パック式注入機

キーワード：鋼鉄道橋、簡易修繕、維持管理

連絡先：〒983-0853 宮城県仙台市宮城野区東六番町 31-2

Tel 022-266-2397 Fax 022-227-6605

4. 現地フィールド試験

4-1 試験概要

樹脂選定試験の結果、サンプルB(ウレタン樹脂系)を補修用樹脂として選定した。そこで、沓座あおり箇所への樹脂注入について、事前に想定した施工方法で実際の現場にて施工試験を行い、その検証を行なった。

現地試験場所(写真-3)は、すでにライナープレート挿入している箇所において、図-4に示す施工フローにて行なった。



写真-3 フィールド試験現場全景

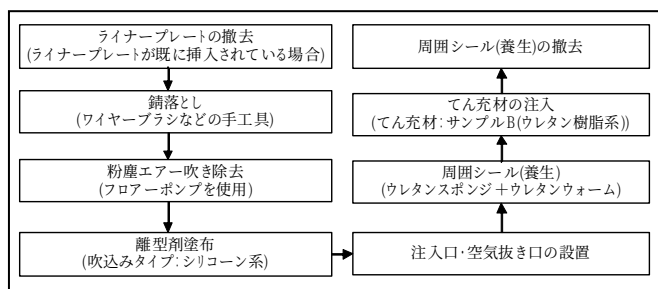


写真-4 現地試験施工フロー

4-2 現地試験結果

実際の現地試験では、良好に施工することができかつ、支点部あおり箇所の隙間(5mm程度)を空隙もなく間詰めすることができた。なお、施工時間としては、下準備に15分、樹脂注入に5分、固化時間15分であり、下準備を除く注入+固化時間は、当初予定した列車間合い20分を満たす結果であった。



施工中



施工後

写真-4 施工中及び施工後

5. 効果の確認

簡易修繕工法による応力の低減効果を確認するため、応力測定及び沓沈下量測定を行った。

施工前後における列車通過時の沈下量としては、施工前5mm程度であったが、施工後はほぼ0mmを示す値であり、あおりが解消されたことを確認した。また、応力測定においても、施工前に比べ約50%低減されていることがわかる。(図-4)

鋼構造物の疲労設計指針³⁾より、疲労限界以上の応力範囲において疲労設計曲線は次式で与えられる。

$$\Delta \sigma^3 \cdot N = C_0 \quad (1) \text{式}$$

ここで、 $\Delta \sigma$: 応力範囲 [MPa], N : 繰り返し回数, C_0 : 疲労強度等級により決まる定数

応力が30.7から15.1MPaになったことから、(1)式より、応力が50%低減したことから、設計上繰り返し回数 N を8倍に延長することができ、亀裂発生までの時間を延長させることが可能となる結果となった。

以上の結果から、沓座の簡易修繕工法としての樹脂注入工法の有用性を定量的に確認することができた。

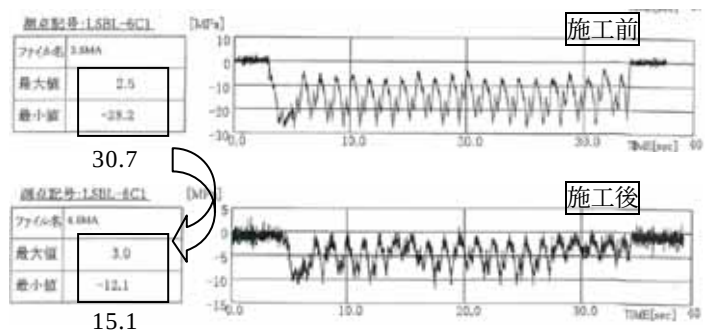


図-4 列車通過時の応力波形

6. まとめ

鉄道事業者として膨大なインフラ数の保守管理を効率的に行うにあたっては、修繕コストの縮減を図ることは大変重要となる。本稿で紹介した樹脂注入工法を用いた簡易修繕工事は比較的安価に、支点部のあおりを解消することにより、鋼橋支点部にき裂の発生を未然に防ぎ、かつ橋りょうの耐久性を向上させることが可能であることを示し、その有用性を確認することができた。今後の課題としては、下記のことが挙げられる。

- 1) 充填材料の品質の向上
 - ・ 長期の耐久性確保
 - ・ 気温の違いによる施工性確保
- 2) 作業しにくい場所での施工性の確保
 - ・ 狭い箇所への充填性の確保
- 3) 充填材料の経済性
 - ・ 同程度の品質で価格を下げる必要性

参考文献)

- 1) ライナープレート挿入による簡易的な鋼橋長寿命化措置とその効果の検証, 土木学会第65回年次学術講演会
- 2) 鉄道総研: 鉄道構造物等設計標準・同解説(コンクリート構造物)平成16年4月
- 3) JSSC: 鋼構造物の疲労設計指針・同解説, 2001