

長大橋に用いる大反力用すべり支承に対するすべり機構の開発

本四高速(株) 末廣 弘靖 本四高速(株) 正会員 森脇 正生
 (株)IHI 正会員 藪野 真史 川口金属工業(株) 正会員 鶴野 禎史
 日本鑄造(株) 正会員 原田 孝志 日本鑄造(株) 正会員 ○山崎 信宏

1. はじめに

長大橋に用いる大反力用すべり支承(密閉ゴム支承板支承(BP・B 支承))において、中間プレートより突出している部分のすべり板(PTFE 板)が、摺動によりせり出している事例を確認した。この事象は、原因追究試験により、PTFE 板と中間プレートとの接着力不足およびスケール効果による影響と考えられた。そこで、長大橋に用いる大反力用すべり支承の補修を目的として、**図 1** に示す開発検討フローにより、すべり機構の開発を行ったので報告する。

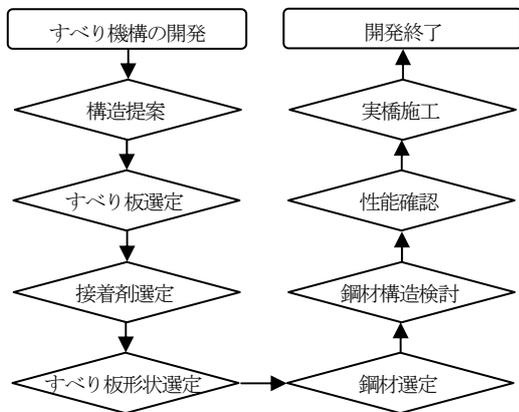


図 1 開発検討フロー

2. 構造提案

長大橋における大反力用支承本体の取替えは困難であるため、すべり板のみの取替えについて検討を行った。新規に挿入するすべり板(以下、新構造すべり板)は、“取替え可能”をキーワードに、すべり板を接着した鋼板とし、既存のすべり板をはめ込む凹部に設置することとした。万が一、接着が切れた場合の安全性確保のため、鋼板には掘り込みを設け、そこへ、すべり板を接着する構造とした。

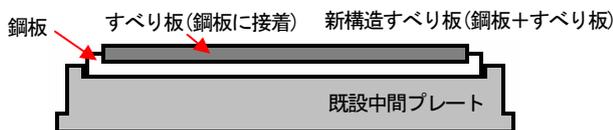


図 2 構造イメージ

3. すべり板の選定

すべり板は、既存の上巻 SUS 板の孕み、使用実績、製作上の問題などを考慮し、現設計と同じ PTFE 板を使用することとし、詳細形状を決定するため、以下の試験を実施した。

4. 接着剤の選定 (接着剤の引張りせん断強度試験)

従来、接着剤にはクロロプレンゴム系接着剤(以下、ゴム系)が用いられていた。原因追究試験によりすべり板の接着

の重要性が確認されたことから、接着強度の高いエポキシ樹脂系接着剤(以下、エポキシ系)の採用を検討した。ゴム系による試験と同様、JIS K 6850 に則り、PTFE 板と鋼板との接着にエ

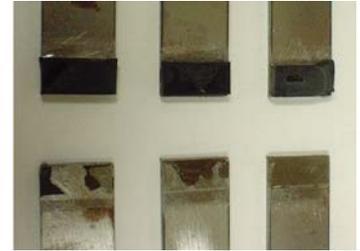


写真 1 引張せん断試験後

ポキシ系を用いた試験片による引張せん断強度試験を実施した。**写真 1** に、引張せん断試験後の写真を示しているが、延性的な破壊形態であったゴム系接着剤と異なり、脆性的な破壊形態となった。引張せん断強度は $7.3\text{N}/\text{mm}^2$ 程度であり、 $0.5/\text{mm}^2$ 程度であったゴム系に対し 10 倍以上の強度を示したことから、接着にはエポキシ系を用いることとした。

5. PTFE 板の形状確認試験

5.1 試験方法

(1) 板厚効果確認試験

PTFE板の板厚および突出量について検討を行うために実施した試験である。試験片は短冊タイプ(L600 試験体:長さ 600mm×幅 20mm×厚さ 4mm, 5mm)とし、PTFE板の接着は行っていない。試験は、面圧 $40\text{N}/\text{mm}^2$ を載荷した状態で正負繰返し 101 回の水平荷重を実施し、途中、一定サイクルごとに PTFE板の形状やせり出し量などを測定した。なお、厚さを 4mmとした試験では、突出量を 2 種類 (1.2mm, 2mm) とした。

(2) 面取り効果確認試験

PTFE板の突出部は高面圧作用下での水平荷重の作用によりツバを形成してしまう。このツバの形成を極力抑えるため、PTFE板の面取り形状について試験により確認した。試験片は短冊タイプ(L600 試験体:長さ 600mm×幅 20mm×厚さ 4mm, 5mm)とし、PTFE板の接着は行っていない。試験は、面圧 $40\text{N}/\text{mm}^2$ を載荷した状態で正負繰返し 11 回の水平荷重を実施し、試験前後での PTFE板の形状やせり出し量などを確認した。試験に使用した PTFE板の面取り形状は、**表 1** に示す 5 種類とした。

表 1 面取り形状

	面取り形状	
	板厚方向	板幅方向
A試験体	1mm	1mm
B試験体	1mm	2.5mm
C試験体	1mm	5mm
D試験体	2mm	2mm
E試験体	2.5mm	5mm

5.2 試験結果

(1) 板厚効果確認試験

試験の結果、突出量が同じであれば、板厚による影響は認められないことから、既存の上巻 SUS 板の状態(孕み)な

キーワード: すべり支承, 接着, PTFE 板, スケール効果, 取替え補修

連絡先: 〒210-9567 神奈川県川崎市川崎区白石町 2-1 日本鑄造(株) TEL:044-355-5033 FAX:044-333-4575

どを考慮して突出量は2mmとした。また埋め込み深さは、 ϕ が一、接着が切れた場合においてもずれ難くするため、既往設計と同じ3mm(すなわちPTFE板厚は5mm)とした。

(2) 面取り効果確認試験

試験結果より、板厚方向に1mm程度の面取りでは、鉛直荷重および摺動により面取り部分が無くなってしまいツバを生じた。鋼板の掘り込み部分まで面取りをすることにより、ツバは生じにくくなるため、板厚方向に2.5mm、板幅方向には5mmの面取りを施すものとした。

6. 新構造すべり板に用いる鋼材の選定

耐食性を考慮し、ステンレス鋼材の使用も考えられたが、機械加工性に優れず、また、加工によるひずみも生じやすいことから、一般構造用圧延鋼材を使用した。防食に対しては、塗装仕様とし、厚膜ジンクリッチペイントおよび変性エポキシ樹脂塗料を基本とした。

7. 新構造すべり板の構造詳細

支承高さの変更を極力避けるため、鋼板の厚さは、6mmないし9mmを基本とした。PTFE板の直径は、鋼板と既存上沓SUS板との干渉を避けるため、できるだけ鋼板の径に近づけるものとした。長大橋は、一日の移動量も大きく、また一般橋梁と比べて摺動距離も大きいことから、すべり部の取替えが可能となるよう、鋼板の適所に切り欠きを設け、取替えやすい構造とした(図3参照)。

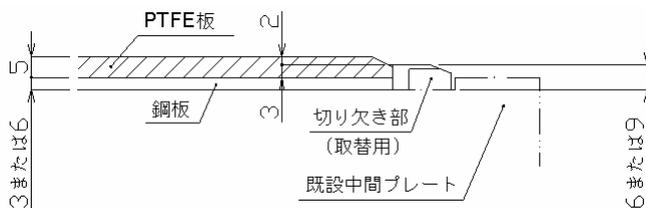


図3 新構造すべり板の構造詳細

8. 新構造すべり板の性能確認試験

8.1 試験方法

(1) 面圧依存性試験

開発した新構造すべり板のPTFE板が、面圧作用下で摺動を受けた場合に、せり出しを生じるか否かを確認した試験である。PTFE板の許容面圧である $30\text{N}/\text{mm}^2$ を全反力相当と位置付け、死荷重反力相当を $20\text{N}/\text{mm}^2$ 、また反力のバラツキを想定して、死荷重反力の1/2および全反力の1.5倍の4ケースの面圧に対して試験を行った。試験は、PTFE板をエポキシ系にて接着した新構造すべり板を中間プレート凹部にセットし、上沓に取り付けられたSUS板を介して鉛直荷重を載荷させた状態で、水平方向に $\pm 150\text{mm}$ の変位を11回与えた。途中、PTFE板の形状を確認するとともに、仮にせり出しが顕著に現れた場合、以降の試験条件は中止することとした。PTFE板の寸法は $\phi 710\text{mm}$ 、厚さは5mmとし、加振により得られた履歴曲線から摩擦係数を算出した。

(2) 摺動距離依存性試験

開発した新構造すべり板のPTFE板が、一定期間の摺動を受けた場合に、せり出しを生じるか否かを確認した試験である。面圧 $20\text{N}/\text{mm}^2$ を載荷した状態で、正負繰返し水平載荷

を行った。繰返し回数101回とし、途中、11, 21, 41, 71, 101回における外観の変化を確認した。また、水平変位は $\pm 250\text{mm}$ 、加振速度は $5\text{mm}/\text{sec}$ とした。試験では、全回数の履歴曲線を計測し、履歴曲線に急激な変化の生じた時点で終了とした。なお、すべり板はエポキシ系接着剤により鋼板に接着された新構造すべり板とし、所定の繰返し回数ごとに板厚およびせり出し量の変化を測定した。

8.2 試験結果

(1) 面圧依存性試験

面圧試験後のPTFE板の状況を写真2に示す。摩擦係数はすべて0.1以下を示し、履歴曲線の形状は太鼓型の矩形であり、面圧の上昇に伴い、摩擦係数の低下傾向が認められたことから、PTFE本来の摩擦特性になったものと思われる。面圧 $45\text{N}/\text{mm}^2$ 終了後においては、加振方向に対して45度方向の直径の変動が若干認められたものの、PTFE板の許容面圧 $10\sim 30\text{N}/\text{mm}^2$ 終了後ではPTFE板の板厚および直径に変動は少なかった。

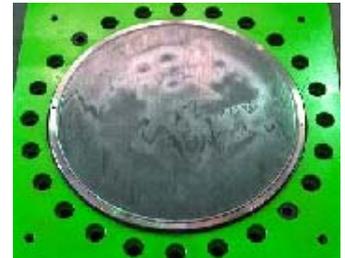


写真2 面圧試験後

(2) 摺動距離依存性試験

摺動距離試験後のPTFE板の状況を写真3に示す。摩擦係数はすべて0.1以下を示し、履歴曲線の形状は太鼓型の矩形であり、繰返し回数が増えるに従い、摩擦係数は低下する傾向を示したことから、PTFE本来の摩擦特性になったものと思われる。繰返し回数1~21回目終了後では板厚の変動は小さく、繰返し回数21~41回目終了後に多少変動が大きくなったが、それ以降はほとんど変動しなかった。一方で、直径の変動はほとんどなく、接着剥離およびせり出しも現れなかった。



写真3 摺動距離試験後

9. 現地取替え工事

性能確認試験において、特異な変状が認められなかったことから、実橋にて既設すべり板の撤去作業および新構造すべり板の挿入を行った(写真4参照)。同時に、取替え性能についても確認を行い、その容易さが示された。



写真4 実橋施工

10. まとめ

今回の試験により、補修用として開発した新構造すべり板の安全性を確認できた。また、大反力用すべり支承では、本体の取替えが難しいと思われること、また、開発した新構造すべり板の取替えが容易であることから、あらかじめ、取替え可能なすべり板の採用検討も必要と考える。