

## 長大橋に用いる大反力用すべり支承のすべり機構に対する検証

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(以下、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(以下、PTFE 板)が、摺動によりせり出している事例を確認した(写真1 参照)。本橋梁の支承設計反力は 20,000kN 以上であり、架設時では 30,000kN 近く、

図1に示すように、BP・B 支承としては最大規模のものである(ただし、面圧としては図2に示すように、他橋と大きな変化はない)。また、常時における移動量も 300mm と大きく、従来使用してきたBP・B 支承とは比較にならないものである。本橋梁のBP・B 支承を写真2に示す。PTFE板は、充填剤入りフッ素樹脂板であり、その相手面には、ステンレス板(SUS316)を用いている。なお、PTFE板の充填剤は、グラスファイバー15%、二硫化モリブデン5%である。この組合せにおいて、設計摩擦係数は 0.1、許容支圧応力度は 30N/mm<sup>2</sup>である。板厚 5mm のPTFE板のうち、3mmは中間プレートにはめ込まれており、突出している 2mmの部分、桁の温度変化に伴う伸縮(摺動)により、何らかの影響を受けてせり出したものと思われる。

本試験は、今回のせり出し要因を特定するとともに、既存大反力用BP・B 支承におけるすべり機構の検証を目的に行った。

## 2. せり出し要因の推定

すべり機構の検証にあたり、せり出し要因の推定を行った。長大橋の特徴およびせり出しの状況から、



写真1 PTFE板のせり出し

写真2 大反力用BP・B 支承

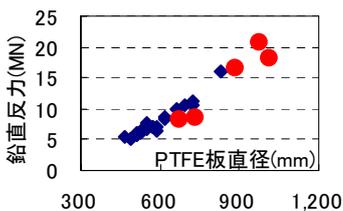


図1 PTFE板の直径と鉛直反力との関係

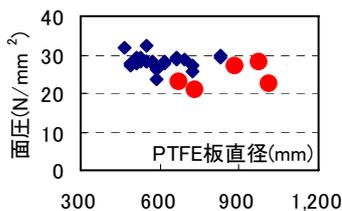


図2 PTFE板の直径と面圧との関係

- ① PTFE 板と中間プレートとの接着効果の影響
- ② 架設時の反力が大きいことから面圧の影響
- ③ 常時の移動量が大きいためから摺動距離の影響
- ④ 最大級のBP・B 支承であることからスケール効果の影響に着目し、せり出し検証試験を実施した。

## 3. せり出し検証試験

事前に行った FEM 解析により、接着効果の影響、スケール効果の影響について一定の見解が示されたことから、図3に示す検討フローに従い、せり出し検証試験を実施した。

## 3.1 試験方法

## (1) 接着剤の引張りせん断強度試験

PTFE 板と中間プレートとの接着強さの確認を目的として、JIS K 6850 に示される「接着剤-剛性被着材の引張りせん断接着強さ試験方法」に準拠して行った試験である。試験片は、同 JIS に示される接着試験片とし、PTFE 板との接着強さを確認するため、PTFE 板を接着部分にサンドした状態で

行うものとした(図4 参照)。なお、PTFE 板の板厚は 1.5mm である。試験片に塗布する接着剤は、BP・B 支承製作時に使用したと思われるクロロプレンゴム系接着剤(以下、ゴム系)とし、鋼材の接着面は切削加工とした。試験は、重ね合わせ部分の端より 50mm 離れた両端をつかみ具で固定したのち、一定速度で試験機を動かし、接着部が破断した時点で終了とした。

## (2) 接着有無の影響確認試験

PTFE板と中間プレートとの接着の有無によるせり出しの程度について検証するため、短冊タイプのPTFE板により確認を行った。試験は、L200・L400・L600 試験体(厚さ 5mm×幅 20mm×長さ 200mm, 400mm, 600mm)により、面圧 20N/mm<sup>2</sup>を載荷した状態で片側方向に 50mmの水平変位を与え、試験後には、板厚およびせり出し量の変化を測定した。

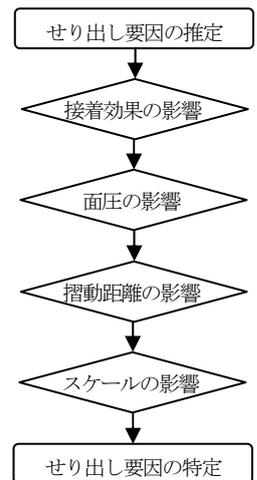


図3 検討フロー

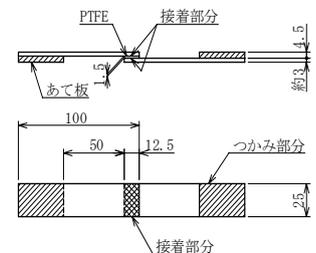


図4 接着試験片の形状

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：〒332-8502 埼玉県川口市宮町 18-19 川口金属工業(株) TEL: 048-259-1118 FAX: 048-259-1139

### (3) 面圧の影響確認試験

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するために実施した試験である。試験は、PTFE板をはめ込んだ中間プレートを下凹部にセットし、上脊に取り付けられたステンレス板を介して鉛直荷重を載荷させた状態で、水平方向に±150mmの変位を与えた。加振回数は11回とし、面圧は10、20、30、45 N/mm<sup>2</sup>の4種類とした。途中、PTFE板の形状を確認するとともに、加振により得られた履歴曲線から摩擦係数を算出した。寸法はφ190mm、730mmの2種類、厚さは5mmとした。なお、PTFE板は中間プレートに接着しないで単純にはめ込んでいる。

### (4) 摺動距離の影響確認試験

PTFE板が面圧作用下で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するために実施した試験である。試験は、面圧20N/mm<sup>2</sup>を載荷した状態で、水平方向に±150mmの変位を与え、加振により得られた履歴曲線から摩擦係数を算出した。途中、PTFE板の形状を確認し、せり出しの確認された時点で試験を終了した。PTFE板の寸法はφ190mm、730mmの2種類、厚さは5mmとした。なお、PTFE板は中間プレートに接着せず、単純に埋め込んでいる。

## 4.2 試験結果

せり出し検証試験の結果を図5にフローで示す。以下、各試験の結果について示す。

### (1) 接着剤の引張りせん断強度試験

引張せん断試験後の接着試験片の状態を写真3に示す。PTFE板と相手鋼材接着面にはゴム系接着剤が付着しており、延性的な破壊形態を示した。引張せん断強度は0.5N/mm<sup>2</sup>程度であり、PTFE板の許容面圧30N/mm<sup>2</sup>に対する摩擦係数0.1の1/6程度となった。



写真3 引張せん断試験後

### (2) 接着有無の影響確認試験

すべり面の底面(PTFE板の裏面)にテフロンパウダーを塗布した試験片は、何も塗らない試験片よりもせり出し現象が顕著に現れ、底面摩擦が弱いと端部に力の集中する傾向が認められた。L=200、400、600の試験では、L400・L600試験体で顕著なせり出しが観察された(写真4、写真5参照)。同じ面圧であっても、試験片の面積増加に伴う摩擦力の増加により、端部に集中する力は大きくなり、底面摩擦が弱いことで、PTFE板のせり出し現象となることを確認した。

### (3) 面圧の影響確認試験

試験の結果、摩擦係数はすべて0.1以下を示し、履歴特性は太鼓型であった。また、面圧の上昇に伴い摩擦係数の低下する傾向が認められたことから、PTFE本来の摩擦特性値が得られた。φ190mmの試験体では、せり出し現象が確認されなかった。一方、φ730mmの試験体では、面圧10～20N/mm<sup>2</sup>終了後では試験体のそりもなく、せり出しは現れな

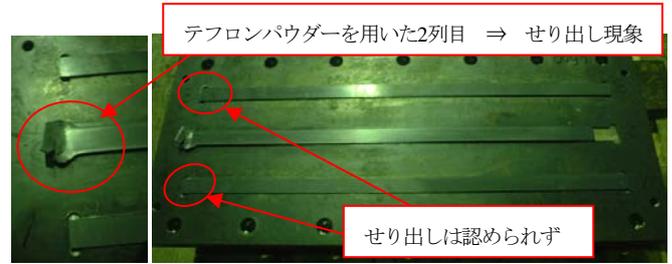


写真4 L600短冊試験後



写真5 短冊試験後(底面テフロンパウダー塗布)

かったものの、面圧30N/mm<sup>2</sup>終了後からは加振方向に4～5mm、加振直角方向に2～3mmのせり出しが認められた。さらに、面圧45N/mm<sup>2</sup>試験後においては、幅10mm程度のせり出しが2箇所現れた。

### (4) 摺動距離の影響確認試験

本試験においても、摩擦係数はすべて0.1以下を示し、履歴特性が太鼓型であったことから、PTFE本来の摩擦特性値が得られた。また、繰り返し回数が増えるに従い、摩擦係数の低下する傾向を示した。φ730mmの試験体は、繰り返し回数1～71回目終了後では、試験体のそりもなくせり出しは現れなかったが、101回目終了後では、45度方向に8mm程度のせり出しが確認され、そりも発生した。一方、φ190mmの試験体は、101回の繰り返し回数において、せり出しは認められなかった。

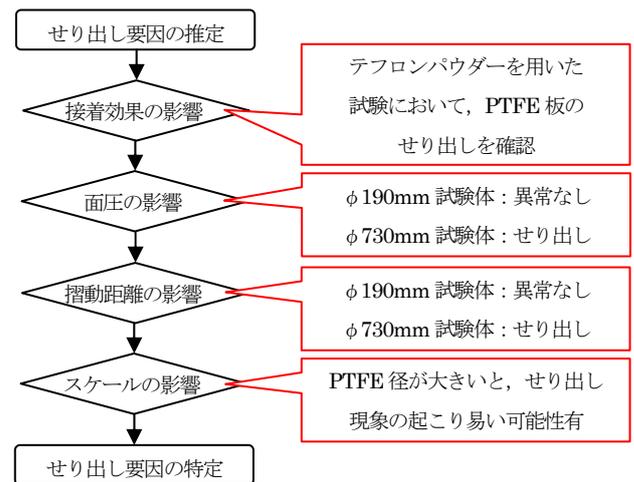


図5 試験結果のフロー

## 5. まとめ

原因追究試験より、せり出し要因として以下を確認した。

- ① PTFE板の埋め込み量が一定の場合、PTFE板直径の大きいものほど、せり出し現象の起こる可能性がある。
- ② PTFE板と中間プレートとの接着力が切れた場合、接着面の摩擦が小さいと、せり出し現象の起こる可能性がある。