

補修性を考慮したすべり板の摺動性能に関する実験的検討

日本鑄造(株) 正会員 ○染谷 優太
日本鑄造(株) 正会員 石山 昌幸

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

道路橋に用いる支承は、上部構造と下部構造を結ぶ非常に重要な装置である。しかし、支承は狭隘かつ湿潤な空間にあり、必ずしも維持管理性に優れているとは言えない(写真1参照)。特に、桁端部では損傷しやすく、支承の機能不全が問題となる場合がある。

例えば、図1に示す密閉ゴム支承板支承(以下、BP・B支承)は、ステンレス板とすべり材(PTFE)の組合せにより温度変化に伴う桁の伸縮や地震時における桁と橋脚の相対変位に追従する。そのため、常時のみならず地震時におけるすべり特性を十分に把握する必要がある。すべり材に用いるPTFEは、長期的に摩擦係数の安定している材料である。しかし、周辺環境の外的要因などにより、摺動部の機能が低下する可能性を否定することはできない。

機能低下を生じた場合、支承本体の交換あるいは図2に示す挿入プレートを用いてPTFEのみを取替える提案¹⁾等が考えられる。挿入プレートを既存の中間プレートへ設置する場合、挿入プレートが既設PTFEと同じ外形寸法となる。そのため、取替え後のPTFEは、従来の外形寸法より小さくなり、取替え前と比較し、PTFEに作用する面圧は上昇する。

そこで、本研究では、まず、高面圧領域におけるPTFEの動的摺動性能を確認する。加えて、PTFEに代わる新たな材料としてエンジニアリングプラスチック(以下、EP)に着目し、その動的摺動性能を実験的に検証する。

2. PTFEの取替えと挿入プレートの構造

PTFEを取替える場合、中間プレートから既存のPTFEを除去し、新たなPTFEを接着しなければならない。しかし、供用中の支承部において、ジャッキアップ量は制限されており、狭隘な空間で確実な接着を行うことは困難と考えられる。そのため、薄肉鋼板の掘り込み部にPTFEをあらかじめ接着しておき、既設の中間プレートに嵌め込む方法が提案されている(図2参照)。

3. 試験体の種類と形状

試験に用いるすべり材は、PTFEとEPとし、EPは、配合の異なる3種類(EPNC, EPNM, EPPO)とした。試験体の直径寸法は、すべり系支承を用いた地震力遮断機構を有する橋梁の免震マニュアル(案)²⁾を参考に190mmとした。板厚はPTFEで4mm, EPで5mmとし、中間プレートへの埋込量は、道路橋支承便覧³⁾に準拠して板厚の70%とした(PTFEで2.8mm, EPで3.5mm)。すべり材の相手面は、算術平均粗さ1.6a程度の表面粗さを有するステンレス板とした。

4. 試験方法

試験は、日本鑄造(株)所有の二軸試験機(鉛直荷重2000kN, 水平荷重1000kN, 水平変位 ± 250 mm)で行った。試験機への設置状況を図3に示す。試験は、試験体に鉛直荷重を載荷した状態で、水平変位制御による正負交番加振とした。



写真1 土砂等が堆積した支承の設置環境例

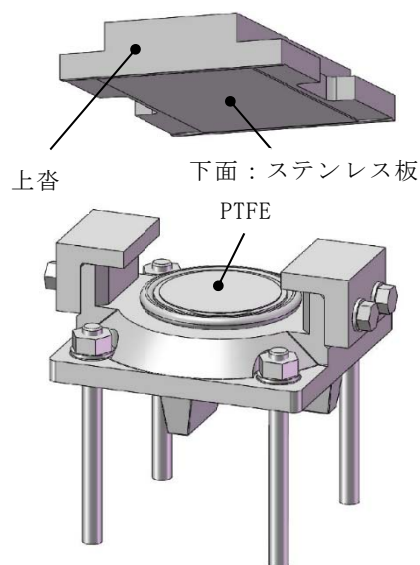


図1 BP・B支承の例

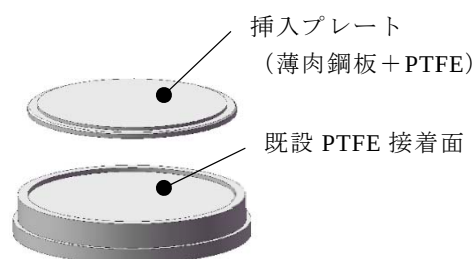


図2 挿入プレート

キーワード: PTFE, エンジニアリングプラスチック, すべり試験, 摩擦係数

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

5. 試験条件

試験条件を表 1 に示す。試験は、各すべり材の摺動性能を検証するため、摺動面に作用させる速度と鉛直荷重（面圧）をパラメータとした。その速度は 10～50kine、面圧は 18～45MPa の範囲である。PTFE の許容支圧応力度は 30 MPa とされているが、本試験では、面積減少に伴う面圧上昇を考慮し、許容支圧応力度の 1.5 倍である 45 MPa までの範囲とした。各試験とも加振回数は定常 11 回とし、試験機保護のため、定常加振回数の前後にはテーパー波を各 1 波ずつ付与した。加振波形は正弦波である。

6. 試験結果

試験により得られた摩擦係数と速度の関係を図 4～図 7 に示す。図では、面圧ごとにその関係を示している。ここで示す摩擦係数は、定常加振 2～11 回における平均値である。各回数の摩擦係数は、Y 切片における水平荷重を鉛直荷重で除した値の正負平均値である。

EP の摩擦係数は、多くの条件で PTFE を下回った。いずれのすべり材も、面圧が大きいほど、また、速度が速いほど、摩擦係数は低くなる傾向を示した。

試験前後の寸法計測結果を図 8 に示す。直径は対角に 2 方向、厚さは、直径を計測した端点 4 箇所の平均値である。体積は、直径の平均値に厚さの平均値を乗じた。試験前の体積と厚さを 100%として、その変化率を算出すると、EP の厚さと体積変化率は、PTFE よりも小さい。

7. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- ・EP の摩擦係数は、多くの条件で PTFE を下回った。
- ・すべり材の種類に拠らず、面圧が大きいほど、また、速度が速いほど、摩擦係数は低くなる。
- ・EP の厚さと体積変化率は、PTFE よりも小さい。
- ・今後、静的すべり特性および耐久性の確認を行う必要がある。

8. 参考文献

- 1) 山崎ら：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，土木学会第 63 回年次学術講演会，I-067，pp.133-134，2008.9
- 2) 土木研究所ら：すべり系支承を用いた地震力遮断機構を有する橋梁の免震設計法の開発に関する共同研究書「すべり系支承を用いた地震力遮断機構を有する橋梁の免震設計法マニュアル(案)」，平成 18 年 10 月
- 3) 社団法人 日本道路協会：道路橋支承便覧，平成 16 年 4 月

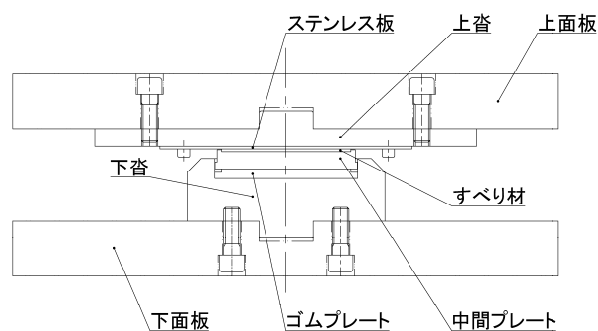


図 3 試験機への設置状況

表 1 試験条件

面圧 (MPa)	速度 (kine)	回数 (cycle)	振幅 (mm)
18	10,20,30 40,50	11	±100
27			
36			
45			

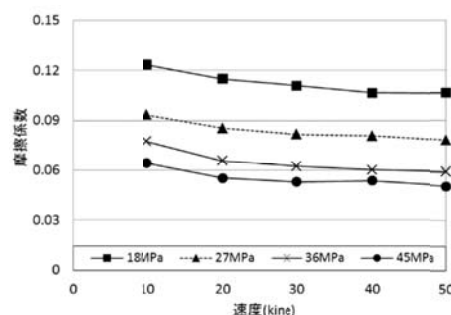


図 4 PTFE 試験結果

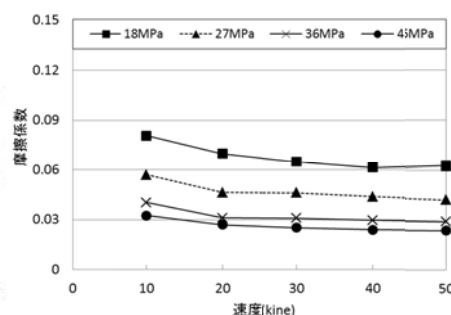


図 5 EPNC 試験結果

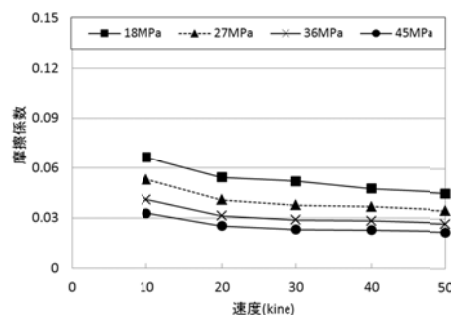


図 6 EPNM 試験結果

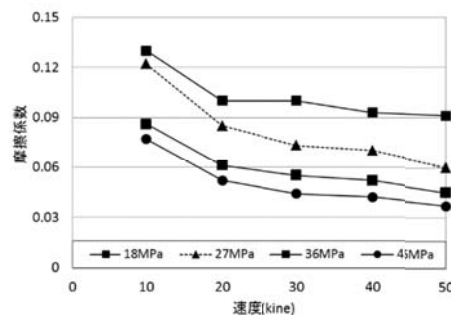


図 7 EPPO 試験結果

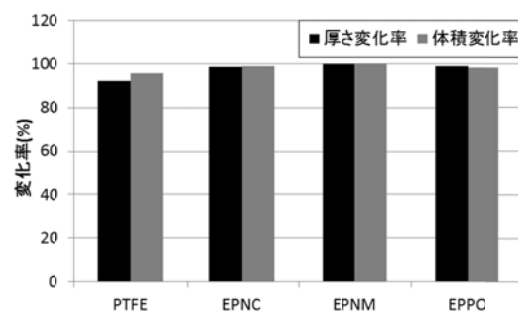


図 8 試験前後の変化率