

高摩擦係数を有するすべり材の摺動試験

オイレス工業株式会社 免制震カンパニー 会 員 ○荒水 照夫
 オイレス工業株式会社 免制震カンパニー 非 会 員 大越 寛行
 オイレス工業株式会社 免制震カンパニー 会 員 二木 太郎
 広島工業大学工学部 建設工学科 フェロー会員 中山 隆弘
 株式会社ヒロコン 第一技術本部 フェロー会員 大倉 幸三

1. はじめに

建築の免震部材や橋梁の支承部材に使用される滑り材は低摩擦であるほど上部構造物や橋脚に加わる力を低減できるので様々な低摩擦係数の滑り材が開発されている。一方、地震によって揺れる構造物の運動エネルギーを摩擦熱に変換・発散させることで振動の減衰を期待する場合は、ある程度摩擦係数が高い方が都合のよい場合もある。ここでは、後者の目的で開発された滑り材の摺動試験結果について報告する。

2. 試験方法概要

試験では図 1 のように滑り材に鉛直方向载荷を与えつつ相手材を水平方向に摺動し、その時の鉛直力および水平力、水平変位の時刻歴を記録する。加振は 1 条件につき 10 波を基本とするが、発振・停止時の慣性力の影響が大きいことから、10 波中の前後 1 波をカットした 2～9 波を評価対象とする。また、水平力から試験装置の摩擦力を差し引いて補正を行っている。

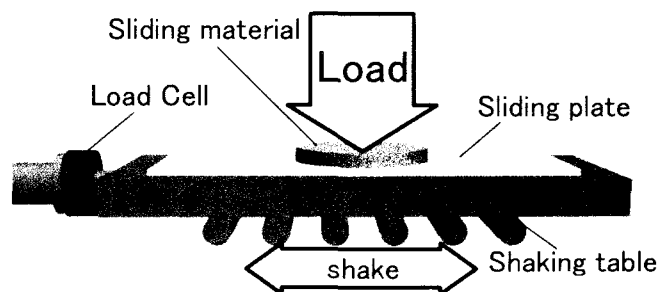


図 1 試験方法概要

3. 摩擦係数の算定

テーブルは往復動で加振されるので、最大変位で加振方向が切り替わる時水平力の方向も反転する。その時、変位－水平力の関係をプロットすると図 2 のモデルのように矩形状の履歴曲線を描く。また加振が正弦波で行われることから、所定速度の摩擦係数を算定する場合は履歴曲線の上下 Y 切片を読み取り、载荷した鉛直荷重で除してやる事で摩擦係数を算定、上下の平均値をその履歴曲線における摩擦係数の代表値としている。

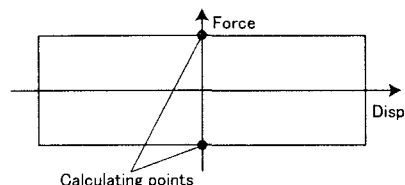


図 2 摩擦係数の算定方法

4. 試験内容

- (1) 特性試験：滑り支承の重要な特性である摩擦係数の面圧依存性、速度依存性を確認した。
- (2) 繰返し耐久試験：繰返し摺動を行い、摩擦係数と滑り材厚さの変化を確認した。
- (3) 異物混入試験：水および珪砂を散布した状態で摺動試験を行い、異物混入時の摩擦特性を確認した。

5. 試験体

試験体の形状は次のとおり

滑り材：フェノール系高摩擦滑り材 $\phi 100\text{mm} \times 6\text{mm}$

相手材：SUS316 $320\text{mm} \times 180\text{mm} \times 2\text{mm}$

6. 試験条件

(1) 特性試験

面圧：3, 5, 10N/mm², 振幅： $\pm 100\text{mm}$

最大速度：10, 100, 300, 600mm/sec (正弦波)

試験体：N=3 体使用

(2) 繰返し耐久試験

面圧：5N/mm², 振幅： $\pm 100\text{mm}$

最大速度：10mm/sec (正弦波)

加振回数：200 波 (20 波までは 10 波, 20 波以降は 20 波づつ加振) ※20 波加振では後半 10 波を評価

滑り材厚さ：加振終了毎に滑り材中心付近 4 点の厚さを計測、その平均値を滑り材厚さとした

(3) 異物混入試験

面圧：3N/mm², 振幅： $\pm 100\text{mm}$

最大速度：10, 100, 300, 600mm/sec (正弦波)

コンディション：i 通常の状態, ii 相手材を囲って水を溜めた状態, iii 珪砂 (10g) を相手材に散布した状態

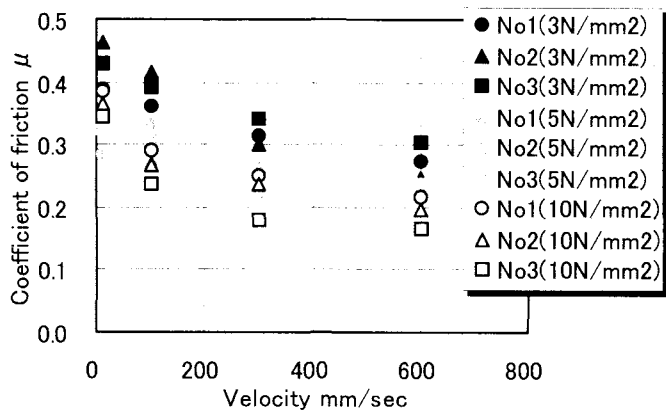


図3 特性試験結果

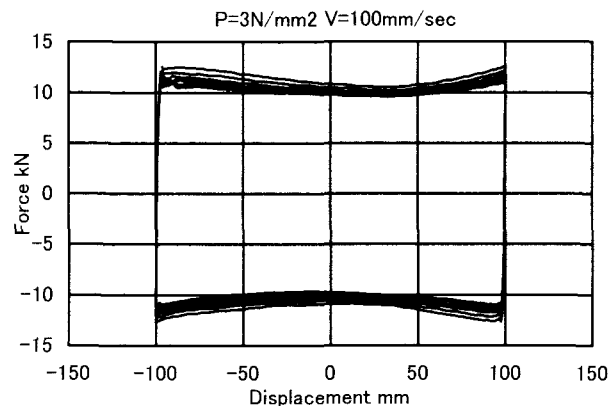


図4 履歴曲線

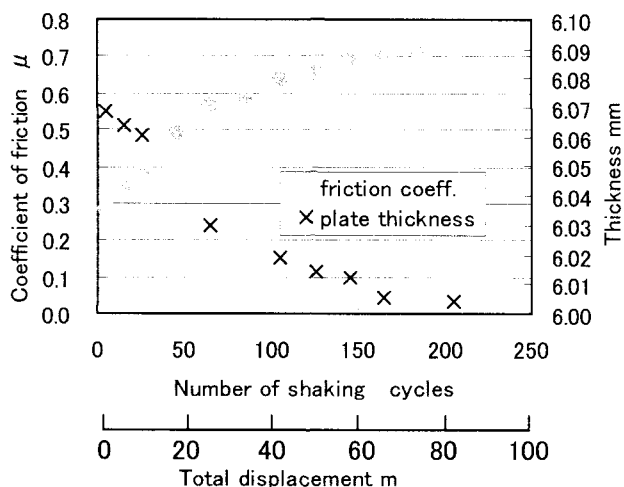


図5 繰返し耐久試験結果

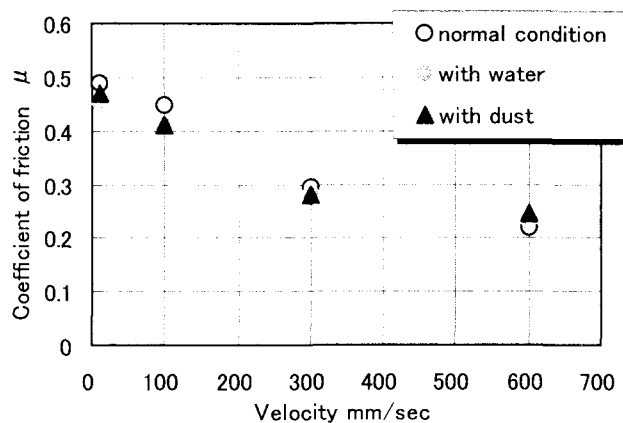


図6 異物混入試験結果

7. 試験結果

(1) 特性試験 試験結果を図3に、代表的な履歴曲線を図4に示す。摩擦係数は0.17～0.46であり、面圧、速度のそれぞれに依存性がある事が判った。面圧については、3N/mm²の結果が全体的に摩擦係数が高めである。また速度依存性については、面圧が3N/mm²と5N/mm²の場合には速度によらず同程度の傾きを示しているのに対して、10N/mm²の場合は低速時に傾きが大きくなるような(低速時に摩擦係数が高くなるような)傾向が見られた。

(2) 繰返し耐久試験 試験結果を図5に示す。摩擦係数は初め0.3を下回る程度であるが、加振を繰り返すにつれ摩擦係数が増加していき、最終的に0.72まで上昇した。摺動回数が増えるにつれて摩擦係数が増加しているものの摺動は円滑であった。また、滑り材総磨耗量は0.065mmであり、異常な磨耗は見られなかった。

(3) 異物混入試験 試験結果を図6に示す。コンディションによる摩擦係数の差はほとんど見られなかった。

8. まとめ

本滑り材の摩擦係数は面圧依存性・速度依存性を有しており、その摩擦係数は摺動速度の増加に伴い低下する。繰返しによる摩擦係数の変化は見られるが、地震時のみの摺動であれば問題にならない程度であり、想定以上に摺動した場合でも摩耗量は小さく焼付きなどは起こらない。水や塵埃などの異物の混入についてはほとんど影響が見られなかった。

本滑り材を用いて橋梁の滑り支承を構成する場合は、積層ゴムなどの弾性要素とその変位を制限する拘束機構を組み合わせ、温度による桁伸縮は弾性要素のせん断変形で吸収し、地震時の大きな変位のみ滑り挙動させる機構とすれば実現できる。また、異物が混入してもあまり影響を受けないことが確認されたが、実構造物ではある程度の対策をとっておくことが望ましい。

以上、摺動距離を少なく設定することで実用上問題がない事を示したが、それでは滑り材の適用場面に限られる、今後は摺動回数による摩擦係数の変化を抑える事を課題として開発を進めていく。