

ポリアミド樹脂系すべり材の各種性能確認試験

川口金属工業株式会社 正会員 ○谷 恵一

川口金属工業株式会社 正会員 鵜野 慎史

川口金属工業株式会社 正会員 金井宏司

川口金属工業株式会社 正会員 炭村 透

1. 目的

近年 ,すべり支承の摩擦減衰を利用した免震装置の研究開発が進んでいる¹⁾ .中でも ,橋梁用すべり支承のすべり材は PTFE とステンレス材との組合せが一般的で ,多くの研究成果が報告されている .しかしながら ,既設橋耐震補強の増加にともない ,すべり支承には地震力遮断システムに対応する性能などが求められている .したがって ,摩擦特性の異なる新しいすべり材の開発は必要不可欠であると考えられる .

本研究は ,低摩擦系すべり材の開発と位置づけ ,ポリアミド樹脂系すべり材の各種性能について検証を行った .

2. 試験体および試験概要

本研究で使用した試験体を図-1,表-1 に示す .すべり材の試験体名は ,NP60(φ60mm×5mm)と NP190 (φ190mm×5mm)とした .すべり材はポリアミド樹脂とし ,相手材はフッ素樹脂コーティングと呼ばれる表面処理を施したステンレス板とした .

ポリアミド樹脂の特徴は ,耐熱性・耐衝撃性・耐久性に優れており ,さらに固形潤滑剤を添加して摩擦特性を向上したものである .

本研究では ,表-2 に示す試験項目に着目し ,試験を実施することとした .試験項目に関して ,耐久性試験は橋梁の 1 日における温度伸縮による移動量を ±30mm と仮定し ,50 年間の移動量に相当するサイクル数として 18500 回の繰り返し載荷試験を行った .耐水性試験は表-3 に示すように ,すべり材の防水膜 (樹脂コーティング)の有無と加圧 (死荷重反力相当)の有無について検証するための吸水試験を行った .加圧を与えた理由としては ,通常すべり支承は死荷重反力による面圧を受けた状態であることを考慮するためである .吸水試験の概要を図-2 に示す .吸水試験はボルト軸力導入により加圧を与える面圧付加装置を取付けたすべり材と ,装置なしのすべり材とを常温の水中に 60 日間放置し ,一定期間ごとにすべり材の重量測定を行い ,試験開始前と一定期間ごとの重量比より ,経過時間による吸水率の変化を調べた .なお ,吸水させたすべり材について表-2 に示す特性試験を行い ,吸水性が摩擦特性に及ぼす影響について調べた .

3. 実験結果と考察

摩擦係数の算定に当たっては ,履歴曲線の面積 (履歴吸収エネルギー)と等価となる理想化された摩擦力を式(1)より算出し ,これを式(2)に示すように鉛直荷重で除したものを当該すべり材の摩擦係数とした .なお ,各周波数で 10 回加振して得られた摩擦係数より ,2 ~ 10 回の平均値を試験体の摩擦特性とした .

$$F = E / S$$
$$\mu = F / P$$

(1)

(2)

ここで ,

F : 等価摩擦力(kN) , E : 履歴吸収エネルギー(kN・mm) , S : 1 サイクルの移動変位量 , μ : 摩擦係数 , P : 鉛直荷重(kN) である .

キーワード ポリアミド樹脂 , 摩擦特性 , 確認試験

連絡先 〒332-8502 埼玉県川口市宮町 18 番 19 号 川口金属工業株式会社 TEL048-259-1154

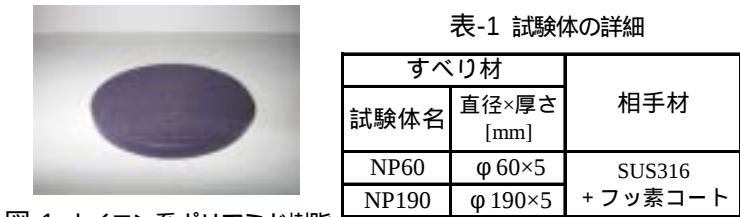


図-1 ナイロン系ポリアミド樹脂

表-2 試験の概要

試験項目	試験体	加振振幅 [mm]	面圧 [MPa]	速度 [mm/sec]	サイクル数
速度依存性	NP190	±100	20	6.3,63,314,628	10
面圧依存性	NP60, NP190	±100	2,10,20,30	314	10
耐久性	NP60	±30	60	0.32	18500
耐久性 (特性)	NP60	±200	20	628	10
耐水性 (特性)	NP60	±100	30	400,500,600	10

表-3 吸水試験の試験条件(NP60)

試験体No	防水膜処理	吸水方法	期間
No.1	無処理	単独	60日間
No.2	無処理	加圧有り	
No.3	側面を処理	加圧有り	
No.4	側面と下面を処理	加圧有り	
No.5	全面処理	単独	



図-2 吸水試験の概要

(1)速度依存性・面圧依存性

速度依存性の試験結果を図-3に示す。摩擦係数は速度が増加するにしたがい緩やかに低下しており、PTFE系のすべり材とは異なる速度依存性を有することが分かる²⁾。面圧依存性の試験結果を図-4に示す。PTFE系のすべり材と同様に、摩擦係数は面圧が高くなるにしたがい低くなる傾向となった。また、NP60とNP190の摩擦特性については、形状による依存性はほとんどなかった。NP190の履歴曲線の一例を図-5に示す。水平変位が振幅値100mmに近づくにしたがい摩擦係数は増加する履歴曲線となった。

(2)耐久性

試験後のすべり材を図-6に示す。また、試験前後のすべり材の厚さを表-4に示す。試験前と18500回加振後におけるすべり材厚さの変化率は1%程度であり、外観上有害な損傷は見られなかった。サイクル数と摩擦係数の関係を図-7に示す。耐久性試験開始前の摩擦係数0.056に対し、所定回数ごとの摩擦係数の変化率は10%程度であることから、安定した性能を有していると考えられる。

(3)耐水性

経過時間と吸水率の関係を図-8に示す。加圧を与えたすべり材は加圧が無いものより吸水率が1/3程度小さかった。表面処理の違いについては、No.5はNo.1の4/5程度となるものの、No.2～No.4の差は僅かであり、防水膜の効果はほとんどなかった。吸水試験後のすべり材を図-9に示す。重量測定の際、面圧付加装置の取外しにより防水膜が剥がれ落ちたものの、形状の変化はほとんどなかった。吸水率3%以上を有するすべり材の摩擦特性を図-10に、耐水性特性試験の結果を表-5に示す。吸水率3%以上を有するすべり材の摩擦係数は、加振速度400～600mm/secの範囲で、NP190の速度依存性の結果と同じ付近にプロットできることから、吸水による摩擦特性への影響はないと考えられる。

4. まとめ

- 1)速度依存性において、速度が増加するにしたがい摩擦係数は低下する傾向を示し、面圧依存性において、面圧が増加するにしたがい摩擦係数は低下する傾向を示した。
- 2)耐久性・耐水性に関して、摩擦特性は安定しており、外観の確認においても形状変化はなかった。このことから、ポリアミド樹脂は安定した特性を有していると考えられる。
- 3)ポリアミド樹脂は、加圧状態において吸水性を抑えることができた。通常すべり支承のすべり材は面圧を受けた状態であることから、加圧を与えることで吸水性を抑制し、すべり材として有効に機能すると考えられる。

参考文献

- 1)伊津野和行，袴田文雄，中村一平：機能分離支承装置の動特性と設計手法に関する研究，土木学会論文集，No.654/I-52，pp.233-244，2000.7
- 2)炭村透，鵜野禎史，北澤理仁：各種すべり材の摩擦特性に関する基礎的研究，第6回地震時保有耐力法に基づく橋梁構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，pp.397-402，2003.1

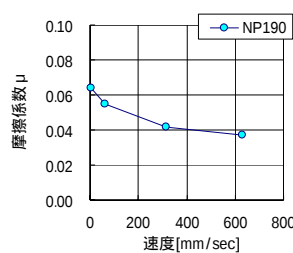


図-3 速度依存性

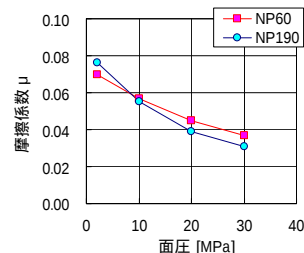


図-4 面圧依存性

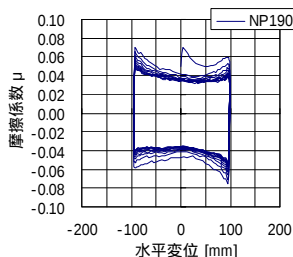


図-5 履歴曲線(面圧依存性 20MPa)



図-6 耐久性試験後のすべり材

位置	試験前 [mm]	試験後 [mm]	変化量 [%]
1	5.62	5.58	-0.71
2	5.58	5.53	-0.90
3	5.62	5.55	-1.25
4	5.64	5.56	-1.42
4点平均	5.62	5.56	-1.07

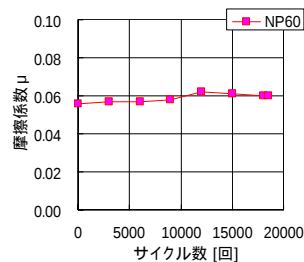


図-7 サイクル数と摩擦係数の関係

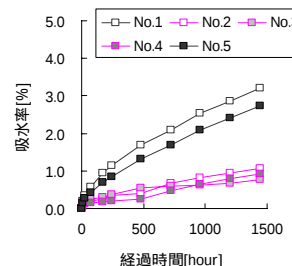


図-8 経過時間と吸水率の関係

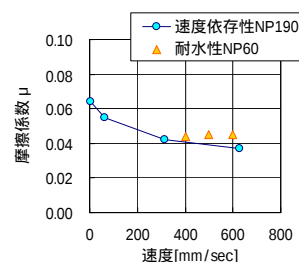
図-9 吸水試験後のすべり材
(試験体 No.4)図-10 吸水率3%以上有する
すべり材の摩擦特性

表-5 耐水性特性試験の結果(NP60)

試験体No.	速度 [mm/sec]	吸水前質量 [g]	吸水後質量 [g]	吸水率 [%]	摩擦係数 μ
No.1	400	17.547	18.128	3.31	0.044
No.2	500	18.036	18.627	3.28	0.045
No.3	600	17.705	18.307	3.40	0.045