

ベアリング部材にポリアミド樹脂を用いたコンパクト型支承の提案

(株)川金コアテック 正会員 ○鶴野 禎史 非会員 大塚 美穂 非会員 林 祉青
 日本鑄造(株) 正会員 原田 孝志 正会員 石山 昌幸 正会員 染谷 優太

1. はじめに

支承は上部構造に作用する力を下部構造へ確実に伝達させ、回転および水平移動に追随する重要な役割を有する。しかしながら、常に外気に晒され、長期にわたって苛酷な環境下で使用されるため、近年、経年劣化による腐食や可動部の摩耗による損傷事例が多く、支承交換工事も増加している。そこで本研究では、交換用支承を容易に設置できるように形状をコンパクト化させ、なおかつ耐久性の高い支承を提案することを目的として、既往の研究にて滑り性能や耐久性能が評価されているポリアミド樹脂¹⁾を使用し、鉛直荷重を支持する部材の支圧強度を高めた新型高面圧支承 PSB(Polyamide Spherical Bearing)の検討概要について報告する。

2. ポリアミド樹脂について

橋梁用支承の滑り材は PTFE とステンレス板との組合せが一般的である。支承便覧に規定される滑り材(PTFE)の許容支圧応力度は 30N/mm^2 に制限されるため、支承のコンパクト化や大反力用支承の設計に制限が生じる。より高い許容支圧応力度を求めるため、PTFE より機械強度が高く、耐摩耗性、耐候性等に優れた材料特性を有するポリアミド樹脂を滑り材として選択し、許容支圧応力度は 45N/mm^2 に高めることを目標とした。

過去の試験結果より、ポリアミド樹脂は最大支圧応力度 45N/mm^2 で 30 年相当の摺動を行った後も変状はなく、板厚の減少も 0.3mm 未満であったことから、滑り材として十分な耐久性を有していることが確認されている¹⁾。また、ポリアミド樹脂と PTFE は共に面圧が増加するのに従い、摩擦係数は低下する傾向にある。一方で、ポリアミド樹脂は速度の増加に従い摩擦係数は低下する傾向があり、PTFE 系の滑り材とは異なる速度依存性を有する特徴が明らかとなっている²⁾。本稿では、このような特性を持つポリアミド樹脂を滑り材とした PSB 支承の構造検討および試設計について示す。

3. PSB 支承の基本構造

図 1 に PSB 支承の構造図を示す。材質は、滑り板と球座滑り板はポリアミド樹脂、下沓は鋳鋼品(SCW480N)、他の鋼板部分は SM490A である。従来の支承板支承と同様に上沓の下面にはステンレス板(SUS 板)を設置し、可動支承には水平移動に追随するため滑り板を設置している。

図 2 に 2500kN の PSB 支承と日本支承協会の BP-B 支承標準設計³⁾ (以下標準設計という)の断面図を示す。BP-B 支承はゴムプレートで回転に追随するのに対し、PSB 支承はベアリングプレートの球面部と球座滑り板で回転摺動する。サイドブロックは BP-B 支承と同様にコの字型のサイドブロックとしたが、補修工事における下沓とベースプレート部分の溶接のしやすさを考慮して、下沓に溝を設けて溶接部を外側に配置する構造とした。したがって、PSB 支承の溶接作業空間は BP-B 支承の場合よりも広く確保できる。

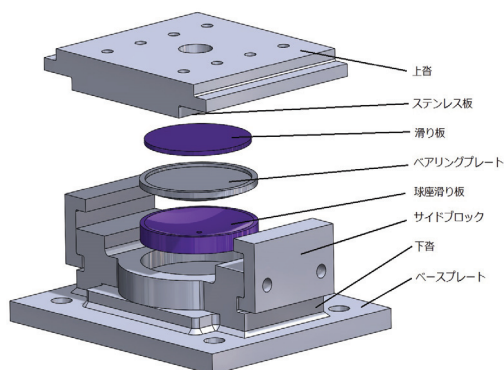


図 1 PSB 支承構造図

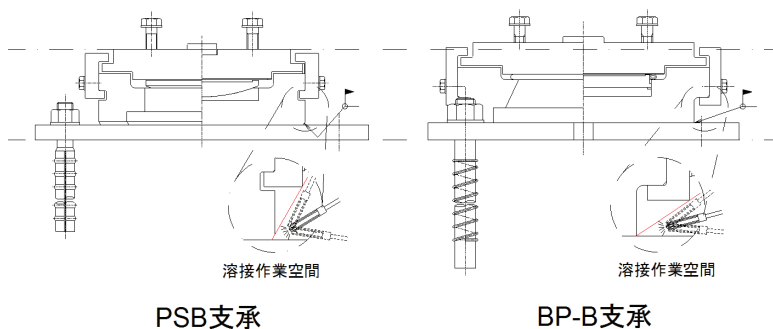


図 2 PSB 支承 BP-B 支承比較図

キーワード ポリアミド, 鋼製支承, 高面圧

連絡先 〒332-0015 埼玉県川口市市川口 2-2-7 (株)川金コアテック TEL 048-259-1118

4. 回転機構

回転機構において BP-A 支承では、ベアリングプレート球面の製作精度管理や不陸部分への塵埃の侵入により摩擦特性が変動することで、回転追従を阻害する懸念が報告されている⁴⁾。一方、BP-B 支承は弾性体であるゴムプレートを下沓の凹部に密閉し、ゴムプレート膨出防止のための圧縮リングが設置されているため、回転追従の確実性は高いが、従来の許容面圧を引き上げるような高荷重下でのゴムプレートの耐久性に問題がある。

以上のことを踏まえて、PSB 支承の回転機構には BP-A 支承のような球面構造を採用することにした。ここで、BP-A 支承の回転懸念については、BP-A 支承は回転摺動面が金属同士であるのに対し、PSB 支承の回転機構はベアリングプレートとポリアミド樹脂の球座滑り板にて回転に追従するため、接触面の不陸等により回転機能が阻害されることなくスムーズに回転できると考えられる。

5. 試設計結果

500kN～5000kN の鉛直荷重範囲で試設計した PSB 支承の外観寸法を表 1 に示す。支承高は上沓上面からベースプレート上面までの高さを示している。ポリアミド樹脂の材料特性に基づいて許容支圧応力度は PTFE の 1.5 倍で 45N/mm²、下部構造コンクリートの許容支圧応力度は 12 N/mm² とした。上記二点以外の設計条件は標準設計に示される BP-B 支承の設計条件³⁾と同様とした。

図 3 は、PSB 支承と BP-B 支承の重量と高さの比較を示す。BP-B 支承より PSB 支承の重量については、可動支承は平均 24% 程度、固定支承は平均 20% 程度減り、高さについては、可動支承は平均 8% 程度、固定支承は平均 6% 程度低減したことが判った。なお、許容支圧応力度が高い鋼製橋脚上の支承として設計する場合には、よりコンパクトな支承形状にできると考えられる。

表 1 PSB 支承外観寸法表

反力			500kN	750kN	1000kN	1250kN	1500kN	2000kN	2500kN	3000kN	4000kN	5000kN
可動 支承	上沓	橋直幅	250	290	320	340	380	440	470	510	550	610
		橋軸幅	250	280	300	320	340	400	430	460	500	540
	ベースプレート	橋直幅	400	540	590	620	680	820	890	970	1020	1120
		橋軸幅	300	350	410	410	480	580	650	780	900	970
	支承高		104	122	134	145	160	184	200	217	244	273
固定 支承	上沓	橋直幅	260	320	360	380	410	510	530	570	610	670
		橋軸幅	250	300	380	390	430	550	570	620	720	780
	ベースプレート	橋直幅	480	490	550	550	570	690	730	780	870	990
		橋軸幅	400	450	520	560	650	740	810	900	1030	1150
	支承高		108	128	140	152	165	197	214	234	272	300

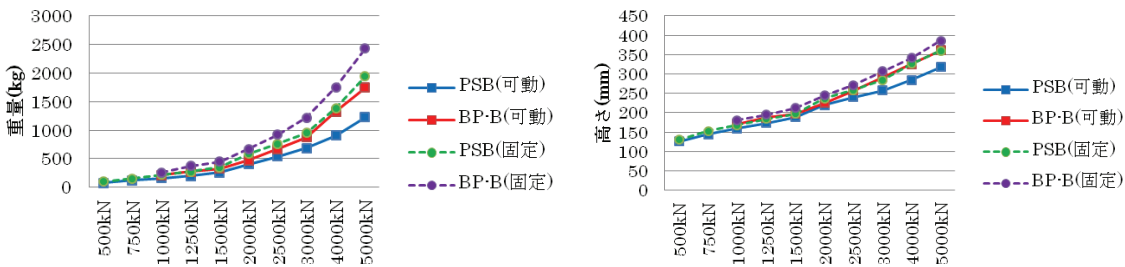


図 3 PSB 支承と BP-B 支承比較表

6. まとめ

ポリアミド樹脂の許容支圧応力度を 45N/mm² に設定した、PSB 支承の構造を提案し、試設計を行った結果、BP-B 支承より重量が平均 20%～24% 程度、高さが平均 6%～8% 程度低減できることが判った。今後は PSB 支承の要素試験と製品試験を行い、支承機能を検証していく予定である。

参考文献

1) 大廻ほか：長大橋に用いる大型 BP・B 支承のポリアミド樹脂を用いたすべり板補修（その 2），土木学会第 68 回年次学術講演会，2013
2) 炭村ほか：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等構造の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集，2003
3) <http://www.bba-jp.org/>，日本支承協会
4) 山本ほか：密閉ゴム支承の取替えに対する適用性と耐久性に関する研究，構造工学論文集，1996