

急加減速試験による転がり軸受の脆性剥離の再現試験

N T N (株) 正 ○玉田健治
N T N (株) 非 南部俊和

1. まえがき

自動車の電装部品用軸受には、従来と異なる新しいタイプの剥離（以下、脆性剥離と呼ぶ）が散見されている。この脆性剥離は、軸受の固定輪に生じ、転走面表層の広範囲に、無数のきれつが発生するものであり、新しいタイプの組織変化を伴う^{1), 2)}。

すでに、脆性剥離発生にはグリースの影響が大きいことが認められており^{1), 2)}、剥離防止対策は完了しているが、発生メカニズムに関しては見解が異なっている。

今回、脆性剥離を短時間で再現できる急加減速試験機を製作し、脆性剥離の発生メカニズムについて検証したので、その結果について述べる。

2. 試験方法及び試験結果

2-1. 急加減速試験機による再現試験

軸受6303を自動車電装部品実機に組込み、表1に示したような急加減速条件で、グリースの種類を変えて試験した。結果を表2に示す。

表1. 急加減速試験条件

軸受型番	負荷サイクル	荷重(ベルトテンション)
6303 LLV		3.2 kN
		試験温度 室温

表2. 各種グリースでの急加減速試験結果

使用グリース	試験時間(h)	剥離位置	固定輪の組織変化状況
Aグリース	44.5	外輪	白 層
	55.9	外輪	白 層
Bグリース	276.8 *1	未剥離	白 層
	63.4	外輪	白 層
Cグリース	300	未剥離	なし
	300	未剥離	白 層
	33.7 *1	未剥離	白 層
Dグリース	300	未剥離	なし
	300	未剥離	なし
Eグリース	300	未剥離	なし
	220.2 *1	未剥離	なし

*1: 内輪クリープのため、中止

グリースの種類により、脆性剥離発生までの時間が明らかに異なっている。また、急加減速試験では、定速試験¹⁾より脆性剥離が発生しやすいことがわかる。

2-2. 急加減速試験におけるボールのすべり測定

急加減速試験で脆性剥離が発生しやすいことから、脆性剥離発生に対する要因の一つとして、ボールのすべりが推察され、このボールすべりがグリースの種類により影響されることが推察される。外輪とボールとのすべりの測定は困難であるので、以下、図1に示した方法により、内輪回転に対するボール公転上のすべりを測定した。この時の試験条件を表3に示し、測定結果を表4に示す。表4の値は内輪とボールのすべりを表しており、剥離の生じる外輪とボールとの間にも同様の傾向があると考えられる。

表4の結果を、表2の急加減速試験機による脆性剥離の再現試験結果と比較すると、軸受内のボールのすべり易さと脆性剥離の発生とは、良く対応していると考えられる。

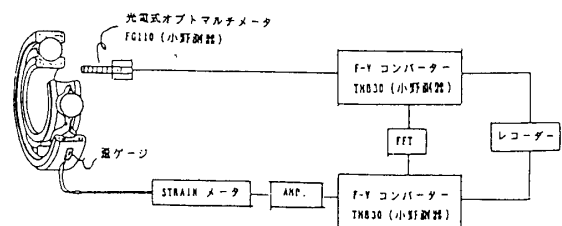


図1. 測定方法

表3. ボールすべりの測定条件

軸受型番	負荷サイクル	荷重(ベルトテンション) (kN)	最大回転数 (rpm)
6303 LLV		3.2	5000
			10000 18000

表4. 各種グリースでの軸受内のボールすべり

グリース名	5000rpm		10000rpm		18000rpm	
	立上がり時	定常時	立上がり時	定常時	立上がり時	定常時
Aグリース	×	◎	×	×	◎	×
	×	◎	×	×	×	×
	×	◎	×	◎	×	◎
Bグリース	×	◎	○	◎	×	◎
	×	◎	×	◎	◎	◎
	×	◎	◎	◎	×	×
Eグリース	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	◎	◎	◎	◎	○	◎
	◎	◎	◎	◎	◎	◎

注) ◎: ボールすべりなし

○: 小さいすべりあり

×: すべりあり

2-3. 試験後の外輪の水素量測定

上記グリースを変えた急加減速試験終了後の軸受について、内輪、外輪及びボールの水素量を分析した。分析装置はLECO DH-103である。外輪を図2の如く切断し、内輪も外輪とほぼ同様の状態に切断し、水素分析した。ボールは任意の2ヶを分析した。分析結果を図3に示す。

試験前に比べれば、試験後は脆性剥離の発生しない内輪、ボールの水素量は増加していないのに対して、脆性剥離の発生しやすい外輪（固定輪）の水素量は明らかに増加している。

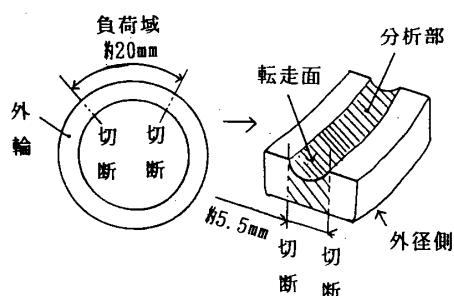
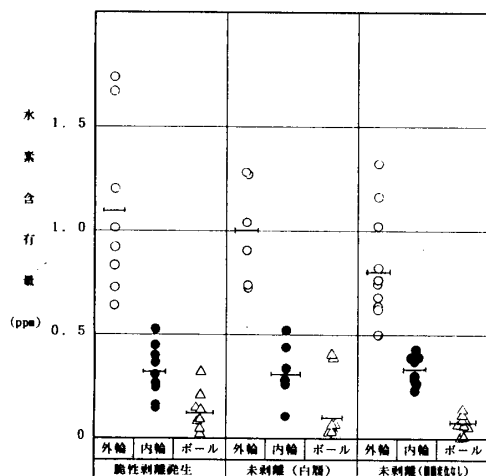


図2. 水素分析用試片の形状



注) 新品の水素量:

(外輪: 0.28ppm, 内輪: 0.42ppm, ボール: 0.18ppm)

図中の——印は、それぞれの平均

図3. 水素分析測定結果

3. 考察

すでに脆性剥離対策として、グリースの変更以外に、表面の不活性化処理、ステンレス鋼の使用などが効果あることを報告¹⁾している。そして、これらの作用は、トライボケミカルな反応⁴⁾によって、グリースが分解し、発生した水素が鋼中へ侵入する結果であることを推測し、電気分解により予め水素を侵入させた試片により、同様の脆性剥離を発生させることができることを確認⁵⁾している。今回すべりの影響が大きいことを確認したが、これらは上述の推測を裏付けるものである。そして、表面の不活性化が有効なこと、ステンレス鋼の使用が有効なことは、曲げ応力が影響するという説²⁾では説明できない現象と考えられる。

今回の試験は内輪回転の試験であり、剥離は固定輪である外輪に発生しやすい。そして図3に示した如く、外輪において試験後に水素量の増加が認められた。一方、外輪回転である他の電装部品用軸受では、試験後、内輪において水素量の増加が認められており、これらは水素脆性説を裏付けるものと考えられる。

引用文献

- 1) 玉田健治, etc.: NTN Technical Review No. 61 (1992) 29.
- 2) 村上保夫, etc.: NSK Technical Journal No. 656 (1993) 1.
- 3) J. A. Ciruna and H. Szieleit: Wear, 24 (1973) 107.
- 4) G. Heinicke: Tribochemistry, Carl Hanser Verlag Munchen/Wien (1984) 461.
- 5) K. MAEDA, etc.: Proceedings of Japan International Tribology Conference Nagoya, (1990) 791.