

2次エアホースの劣化要因分析結果について

1. テスト対象試料

テスト対象試料は、製造年月日が1985年から1992年である回収された機体から、各年ごとに採取した2次エアホースとした。また、1992年当時の製造方法で新たに製造した未使用の2次エアホースを参考試料とした。

2. テスト結果の概要

実施したテストのうち、主なものについて、その結果を以下に記載する。

(1) 表面及び断面観察（マイクロ스코プ及び走査型電子顕微鏡）

微少クラック等の発生部位は、両接合部（金属管に接合し、留め具で締め付けられている部分）を除くと、2カ所ある湾曲部に集中している。また、2つの湾曲部を結ぶ直線部分（B部）には微少クラック等表面的異常はない。

空気送風側に近い方の湾曲部（A部）は、バーナ側に近い湾曲部（C部）よりも劣化が進んでいる傾向にある。

断面観察で、湾曲部の外側及び内側表面に、長さ方向に対して垂直に多数の微少クラック等が認められる。

（以下の(2)「硬度測定」～(6)「ガラス転移温度」までのテストについては、より劣化が進んでいる試料のA部分又はその周辺から試料をサンプリングして行った。）

(2) 硬度測定（マイクロゴム硬度計）

（NBRは、経時的に可塑剤が減少したり、弾力性をつかさどるブタジエン部分が劣化すると硬化する。）

表面（外側及び内側）の方が、内部（中側）よりも、硬化している傾向にある。

同じ表面でも、外側の方が、内側よりも、硬化している傾向にある。

(3) ブタジエン量の減少（熱分解ガスクロマトグラフ）

（NBRの劣化は、ブタジエン部分が先に劣化し分子鎖切断に至りその量が減少する。）

表面（外側及び内側）は、内部（中側）よりもブタジエン量が少ない傾向にある。未使用品と比べ、ブタジエン量が少ない。

(4) 老化防止剤の定性・定量（FID付きガスクロマトグラフ）

アミン系老化防止剤（アルキル化ジフェニルアミン）が検出された。

（この添加剤は、酸化を防ぐもので、酸化を受けるとその量が減少する。）

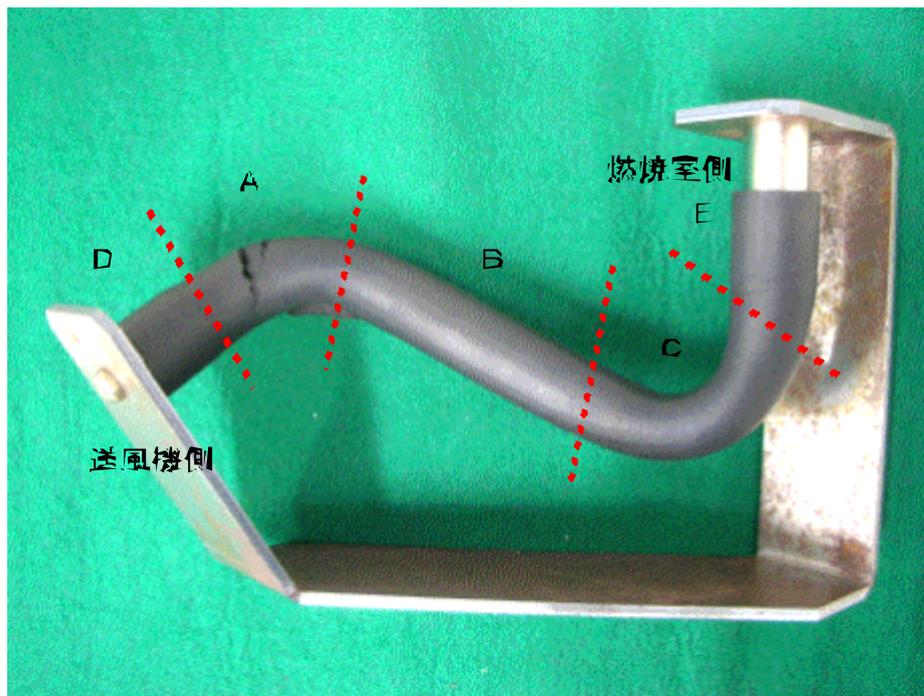
外側表面は、内部（中側）より、量が少ない傾向にある。

内部（中側）、表面（外側及び内側）のどの部分も、未使用品と比べ、添加剤量が少ない傾向にある。

- (5) 顕微鏡 F T - I R (フーリエ変換赤外分光光度計)
(ブタジエンの二重結合が酸素(オゾン等)の攻撃を受けた時に、分子鎖が切断され、その部分にOH基ができ、OH基が増加する。)
OH基の吸光域である 3400 cm^{-1} 付近で、未使用品よりも強い吸収を示している。これはOH基が増加しているものと考えられる。
- (6) ガラス転移温度(示差走査熱量測定)
未使用品に比べ、ガラス転移温度が高い傾向にある。
(疲労劣化の場合、架橋(加硫)部分が切断され、ガラス転移温度が低くなる。)
- (7) 年次別にみたテスト結果の傾向
各テスト結果において、年次別の傾向は認められなかった。
機体の製造年月日によりエアホースを分類したが、使用履歴が様々であること等がその要因の1つと考えられる。
- (8) 参考((財)化学物質評価研究機構の文献等より)
NBRは、ブタジエンの二重結合の部分でオゾン等の酸化物質の攻撃を受けやすく、オゾン等の酸化に対する耐性は良くない。
また、オゾン等の酸化物質による酸化は、温度が高いほど、及び負荷がかかっている状態(分子鎖が伸びた状態)ほど、促進される。
オゾン等空気中の酸化物質による酸化の場合は、表層部分が劣化する。

3.まとめ

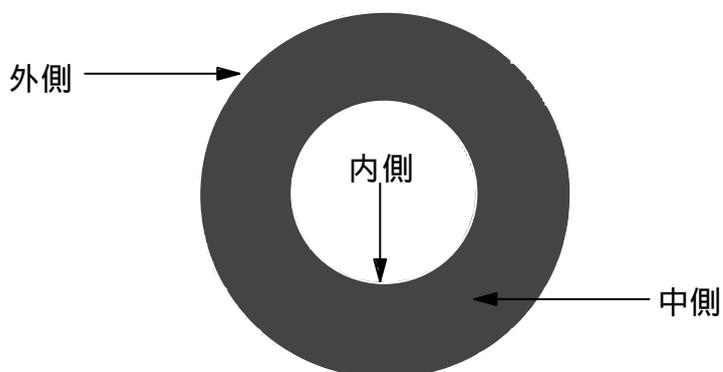
- (1) 以上の結果を総合すると、2次エアホースの劣化要因は、劣化が表層で起こっていること、IR測定で、未使用品に比べOH基による吸収が強くてている(OH基が増加している)こと等から、主にオゾン等の空気中の酸化物質によるものであると考えられる。
また、熱による影響も、オゾン等の酸化物質による酸化を促進させる等、相乗的に働いていることは推定されるところである。
- (2) 微少クラック等が発生している部位は、湾曲部で(2つの湾曲部を結ぶ直接部分には表面的異常は認められていない。)あり、2次エアホースの形態上、取付け時に、負荷が残留しやすい部分と考えられる。



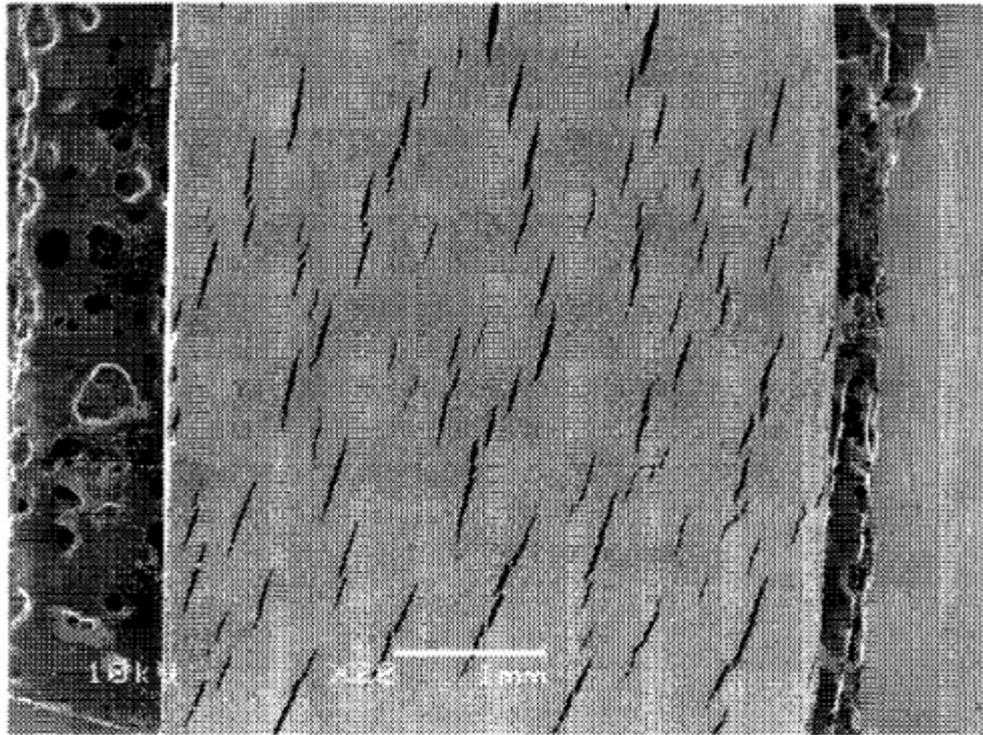
(2次エアホースの写真)

- A : 送風機側接合部から湾曲部まで
- B : ホース中央の直線的な部分
- C : バーナー側接合部から湾曲部まで
- D : 送風機側端部から接合部まで
- E : バーナー側端部から接合部まで

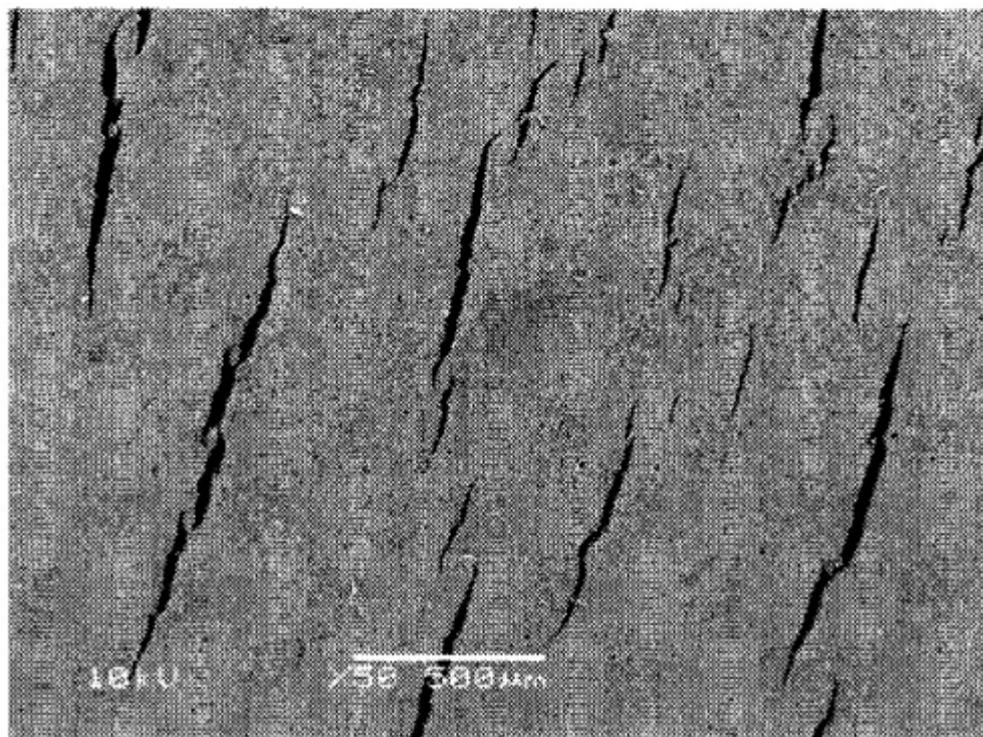
エアホースの外表面を「外側」、ゴム内部を「中側」、内表面を「内側」とした。



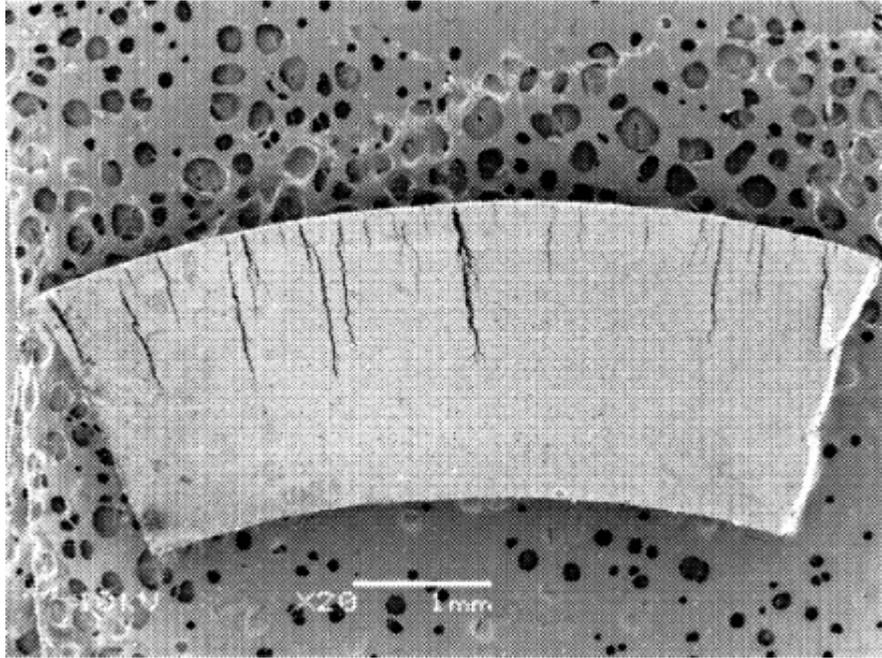
エアホース断面模式図



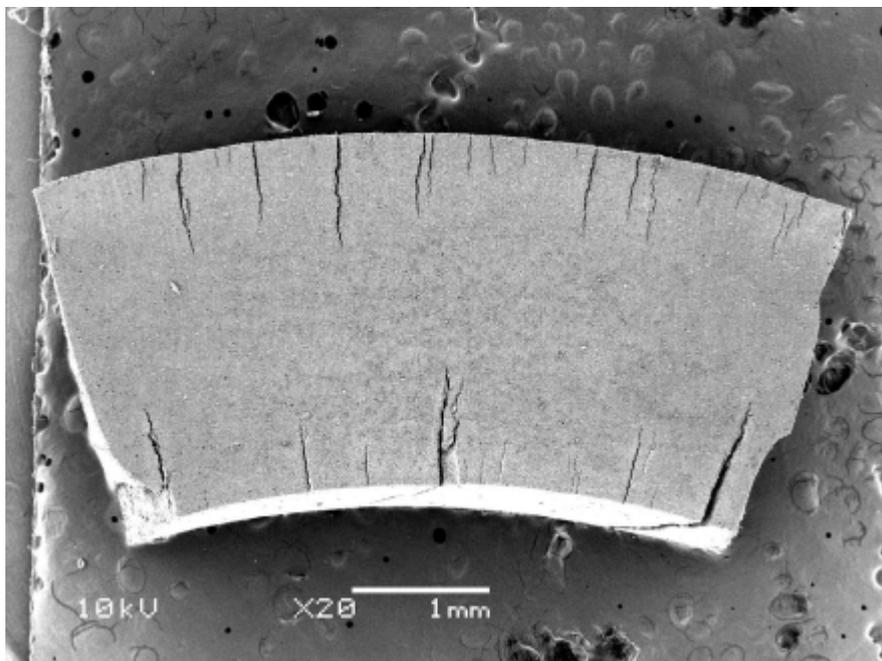
2次エアホース外側表面の微小クラック



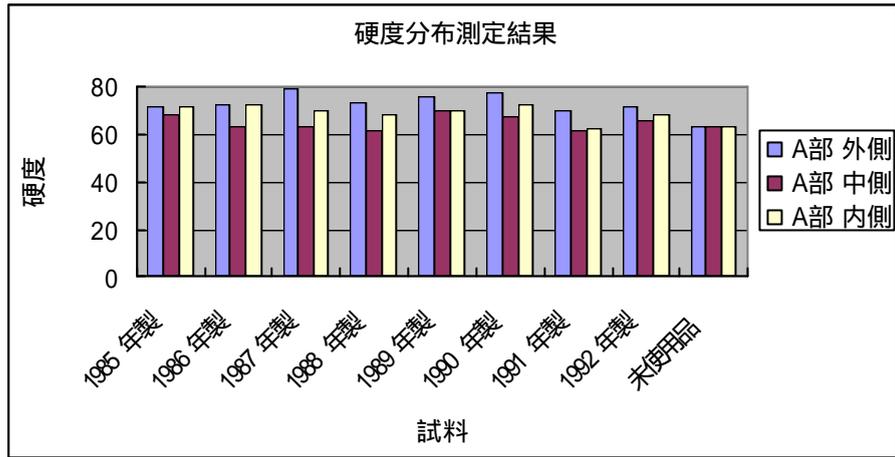
2次エアホース外側表面の微小クラック（拡大）



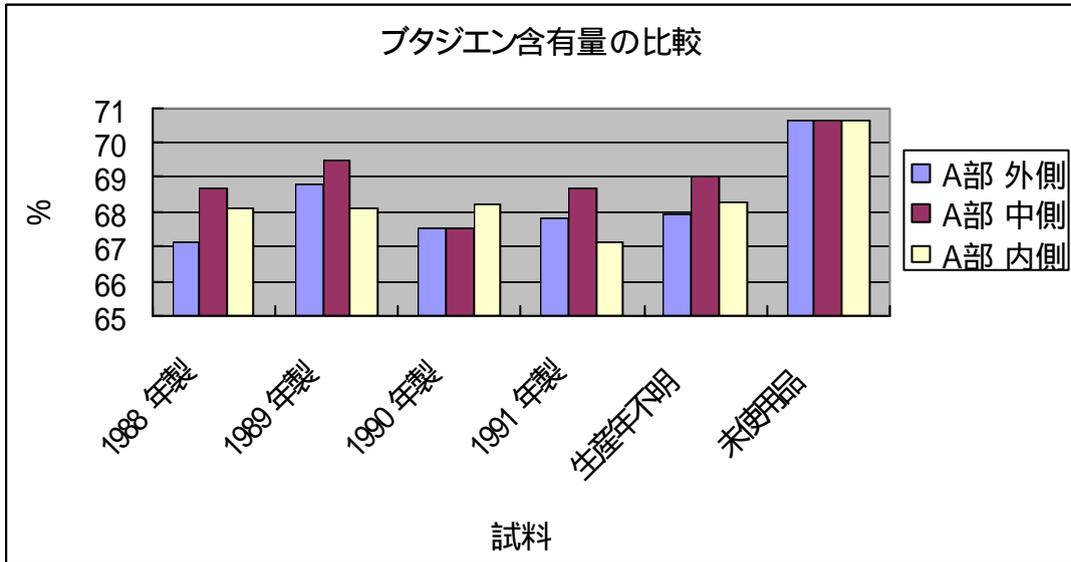
2次エアホース断面写真(1)



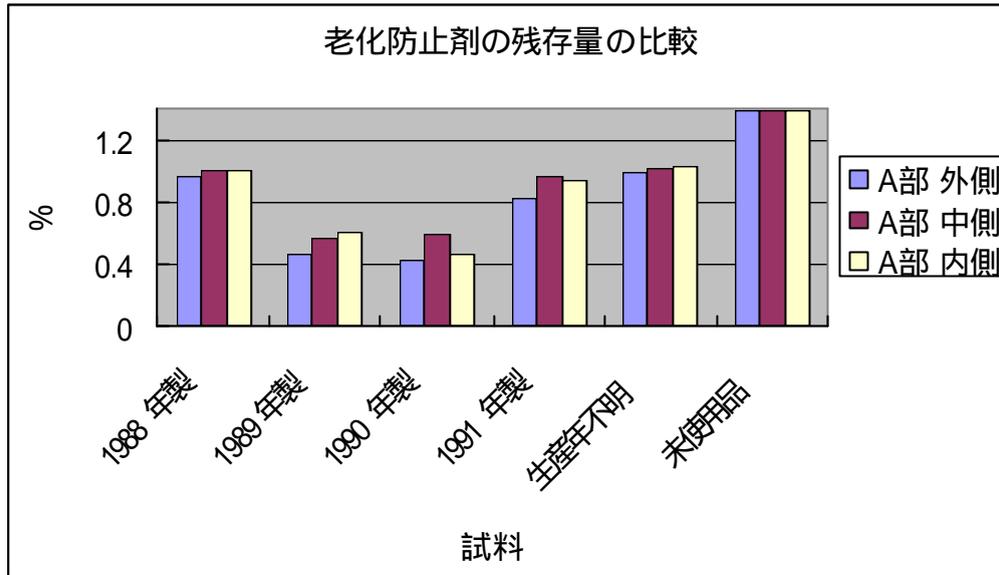
2次エアホース断面写真(2)



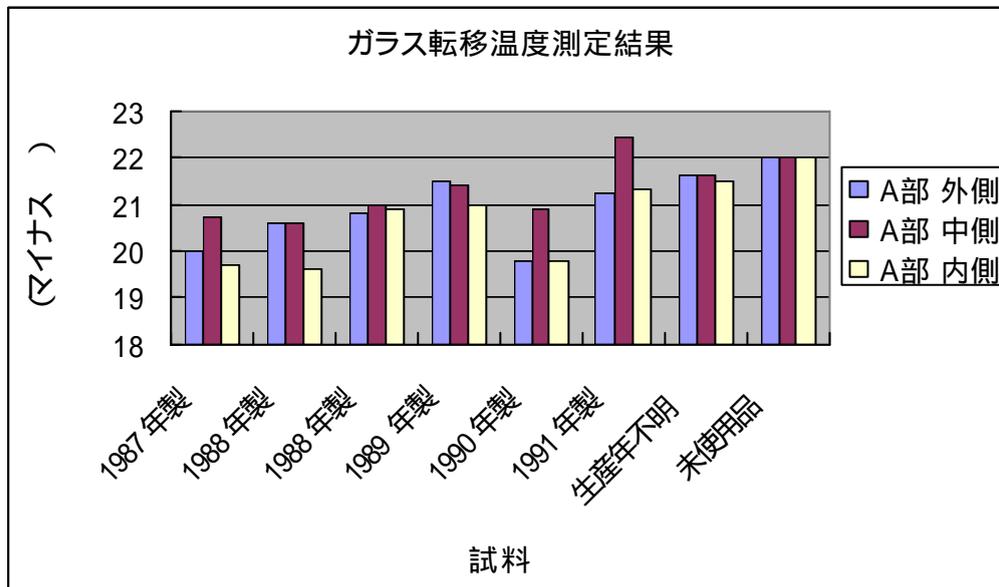
試料	A部 外側	A部 中側	A部 内側
1985年製	71	68	71
1986年製	72	63	72
1987年製	79	63	70
1988年製	73	61	68
1989年製	75	70	70
1990年製	77	67	72
1991年製	70	61	62
1992年製	71	66	68
未使用品	63	63	63



	1988年製	1989年製	1990年製	1991年製	生産年不明	未使用品
A部 外側	67.1	68.8	67.5	67.8	67.9	
A部 中側	68.7	69.5	67.5	68.7	69	70.6
A部 内側	68.1	68.1	68.2	67.1	68.3	

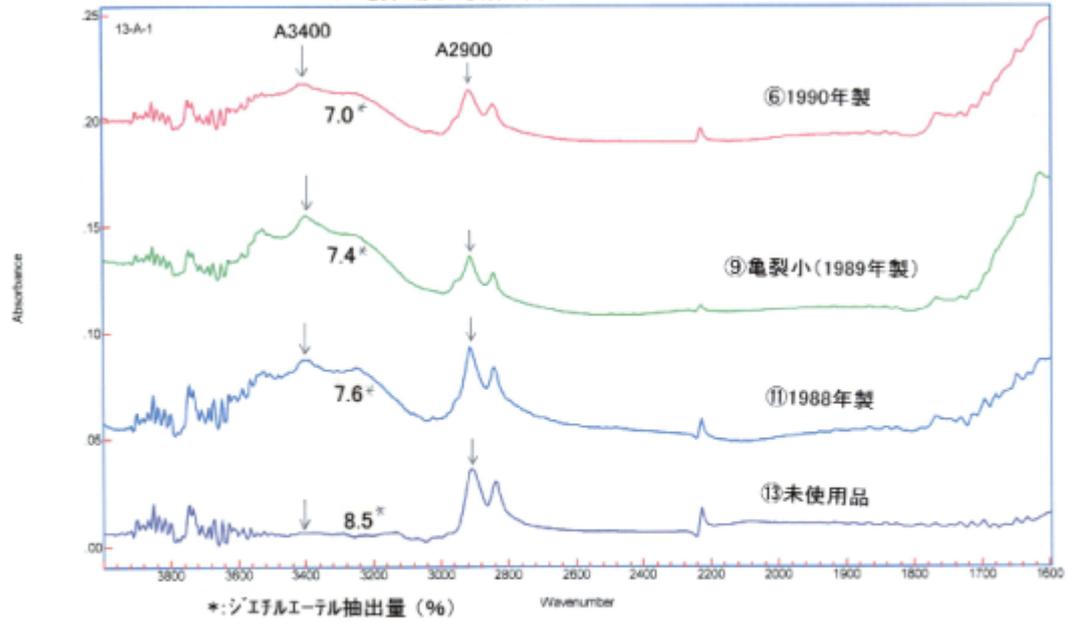


	1988年製	1989年製	1990年製	1991年製	生産年不明	未使用品
A部 外側	0.97	0.47	0.43	0.82	0.99	
A部 中側	1	0.57	0.59	0.96	1.02	1.39
A部 内側	1	0.61	0.47	0.93	1.03	



	1987年製	1988年製	1988年製	1989年製	1990年製	1991年製	生産年不明	未使用品
A部 外側	20	20.6	20.8	21.5	19.8	21.2	21.6	22
A部 中側	20.7	20.6	21	21.4	20.9	22.4	21.6	22
A部 内側	19.7	19.6	20.9	21	19.8	21.3	21.5	22

2次エアホース外側のIRスペクトル
 (特に亀裂の激しい試料と未使用品との比較)



Name	Scan Time Stamp	Scan Scans	Scan Resolution	Comment
6-A-1	Wednesday, February 22, 2006 13:36:27	256	8	micro-ATR/0984-6-1-1A/SM
9-A-1	Thursday, March 02, 2006 21:37:23	256	8	micro-ATR/0984-9-1-1ea/SZ
11-A-1	Thursday, February 23, 2006 18:00:03	256	8	micro-ATR/0984-11-1-3a/SZ
13-A-1	Monday, February 27, 2006 15:07:13	256	8	micro-ATR/0984-13-1-8a/SZ