

# パワーステアリング用耐熱ホースの開発

濱川達哉 浦野正治

## Development of Heat-Resistant Power Steering Pressure Hose

T. HAMAKAWA S. URANO

Due to recent diversification in engine room layout and its operating conditions, the engine room temperature and the power steering (PS) oil temperature tend to rise. Herein, Koyo has developed a highly heat-resistant PS pressure hose that can be used up to 140°C. This paper presents the specification, fundamental performance, and results of performance tests of the developed hose.

*Key Words: power steering, pressure hose, rubber*

### 1. はじめに

最近の小型自動車は前軸にエンジンを横置きに配置した車両が多くなってきている。また、エンジンの高出力化、排気系の後方配置、各種補機類の追加、車室内容積を確保するためのエンジンルームの縮小などで、パワーステアリングを設置するエンジンルーム内の実装密度は高くなる傾向にある。

さらに、車両の使用環境、使用条件の多様化とともに、コスト低減のためのクーラ配管の廃止などで、エンジンルーム内の雰囲気温度およびパワーステアリングの作動油温度が高温になる場合が多くなってきている。

このため、自動車メーカーから、耐熱性に優れたパワーステアリング用ホースの要求が高まっている。

また、昨今の環境問題から鉛を含まない耐熱ホースが必要とされる。

このような市場のニーズに応えられる安価で耐熱性に優れたホース(以下耐熱ホースと称す)を開発し、量産化の目処を得たので紹介する。

### 2. 開発の目標

#### 2.1 設計の狙い

現在、当社で量産しているパワーステアリング用ホースは、内管ゴムにNBR(アクリロニトリルブタジエンゴム)、外皮ゴムにCR(クロロプレンゴム)を用いた一般グレードのホース(以下一般ホースと称す)である。

これに対し、今回開発の耐熱ホースは内管ゴムにH-NBR(水素添加アクリロニトリルブタジエンゴム)、また、外皮ゴムにCPE(塩素化ポリエチレン)を適用することで一般ホースより20℃高温の使用条件で、十分な耐久性を有することを目標とした。

さらに、コスト面から、ホースの金具およびかしめ部の構造をできるだけ現行の量産品と共通にすることも狙いとされた。

#### 2.2 目標性能

自動車の使用環境、使用条件を考慮して、異音、振動への影響が大きいホースの内容積膨張量、ホースかしめ部からの油洩れを防ぐためのシール性能などは量産品に準ずるように開発目標を定めた。

表1に開発目標を示す。

表1 耐熱ホースの開発目標  
Development targets of heat-resistant hose

No	項目	耐熱ホース	一般ホース	備考
1	耐久性能 ・試験圧力, MPa (ポンプリリーフ圧力, MPa) ・使用温度,	( ) - 40 ~ 140	0 ~ 11.8 ( 7.8 ) - 40 ~ 120	一般ホースと同レベル 20 高い
2	異音, 振動 ・内容積膨張量, cm <sup>3</sup> /m (5.9MPa時)		11 ~ 13	ホースの減衰特性の低下防止のため, 現行品に準じる.
3	シール性能 ・圧力, MPa		8 以上	油もれの原因となるため, 一般ホースのレベルと同等
4	コスト ・コストアップ	最小限		

### 3. 耐熱ホースの内容容

ホースの仕様を表2に示す。ホース構造は図1に示すとおり一般ホースと同じにし、現行の製造設備が使用できるようにした。

表2 ホースの仕様  
Hose specifications

項目	耐熱ホース	一般ホース
構造	内管ゴム	H-NBR
	第1補強層	PA66
	中間ゴム	CR
	第2補強層	PA66
	外皮ゴム	CPE
寸法	内径, mm	9.9
	外径, mm	18.5
製造設備	現行と同工程	

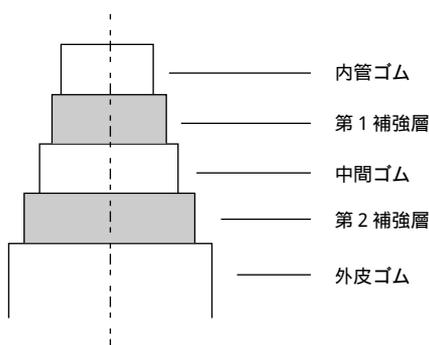


図1 耐熱ホースの構造  
Structure of heat-resistant hose

かしめ部の構造を図2に示す。低コストでシール性能に優れた2段かしめを採用した。

このかしめ部の構造は強度、耐久性およびシール性能等が目標性能を満たすように、耐熱ホース

に最適なかしめ力を設定した。かしめ部の外径寸法以外は一般ホースと同一にし、共通化を図った。

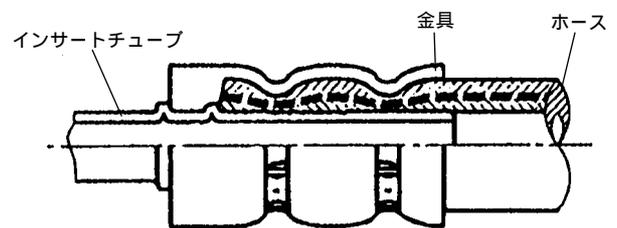


図2 かしめ部  
Crimping area

### 4. 耐熱ホースの性能

開発品の性能は以下の項目で確認した。

- (1)耐久性能
- (2)シール性能
- (3)ゴム物性の評価
- (4)その他の性能

#### 4.1 耐久性評価

パワーステアリング用ホースからの油洩れ、ホースの破損などは金具のかしめ部で発生することが多い。

そのため、ゴムホースの材料を変更する際には、このかしめ部の耐久性を十分に評価する必要がある。

ホースの耐久性を確保するには、ホースの材料および構造に適した力がかしめる必要があり、最適な外径寸法を設定することが重要である。

すなわち、金具を強くかしめると製造時点でゴムホースに傷がつき、耐久性低下の原因となる。

逆に、かしめを弱くすると耐久試験でホースの

移動や抜けが発生することもある。

そこで、最適な金具の外径寸法を求めるため、各種の外径寸法のホースを試作し、高温衝撃試験で信頼性評価を行った。

かしめ部の最適外径寸法により、耐熱ホースは140の温度条件においても、100万回の耐久性を有することが確認できた。

さらに、耐久試験終了後の3分間の耐圧試験でも作動油の洩れ、にじみはなかった。

また、ホースが破損するまでの限界耐久試験では、一般ホースでは温度140で35万回程度で破損するのに対し、耐熱ホースは140万回以上であり、4倍以上の耐久性を有する。

高温衝撃試験の条件を表3、図3および試験結果を図4、5に示す。

表3 高温衝撃試験条件  
High-temp impulse testing

No	項目	条件
	圧力, MPa	0 ~ 11.8
	圧力波形	台形波
	油温,	140
	雰囲気温度,	140
	加圧サイクル, min <sup>-1</sup>	70
	ホースの曲げ半径, mm	R80
	耐久回数, 回	100万以上

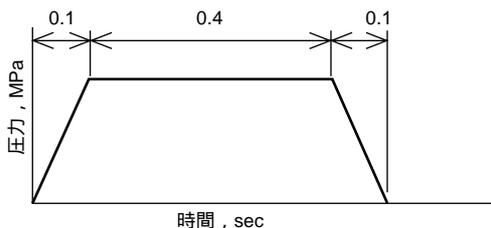


図3 圧力波形  
Pressure waveform

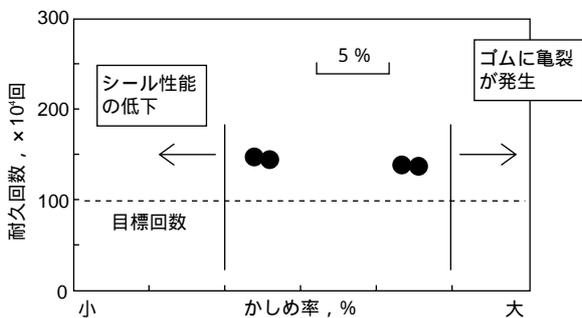


図4 かしめ率と耐久性  
Crimping ratio and durability

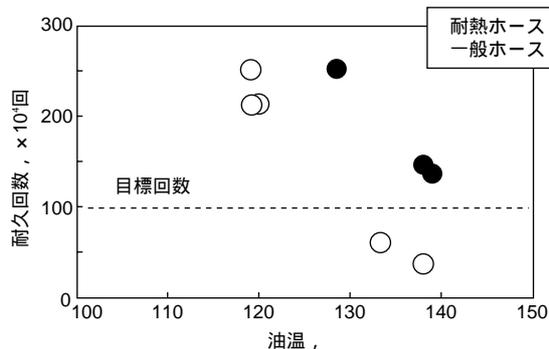


図5 試験温度と耐久性

Test temperature and durability

4.2 シール性評価

金具周辺の油洩れやにじみをなくすにはインサートチューブと内管ゴムとのシール性能が重要となる。

このため、高温衝撃試験100万回後にかしめ部のゴムにインサートチューブの表面まで2カ所の穴を明け、圧力を加えながら油の洩れやにじみの有無を低温(0)で評価した。

温度が高くなるほど、ホースとインサートチューブが密着し、シール性能は向上する。ゴム材料の脆化が懸念される低温の条件下で、高温衝撃試験が完了した試料を用いて、かしめ部のシール性能を評価した。

図6に耐熱ホースの140での高温衝撃試験100万回後の低温シール性能を示す。かしめ率が低いとシール圧力は低く目標値の8 MPaを満足しない。また、かしめ率が一定以上になるとかしめ部外皮ゴムに亀裂が発生し、シール性能が低下する。

この結果と設備の工程能力よりかしめ率範囲の設定を行なった。

設定かしめ率範囲内のシールの性能を図7に示す。140試験後の耐熱ホースのシール性能と120試験後の一般ホースのシール性能は同等である。

また、-40でのサージ圧力(17.6MPa)による低温衝撃試験においても油洩れはなく、一般ホースと同等であることを確認した。

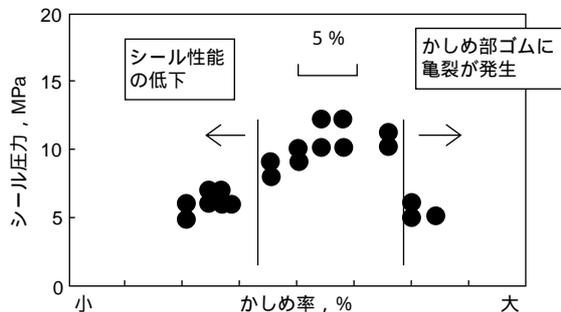


図6 かしめ率とシール性能(0)  
Crimping ratio and sealing performance (0°C)

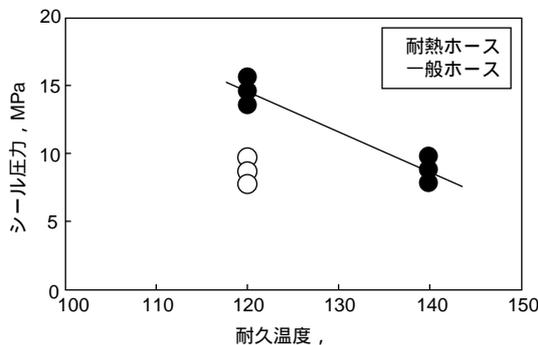


図7 試験温度とシール性能(0°C)  
Test temperature and sealing performance (0°C)

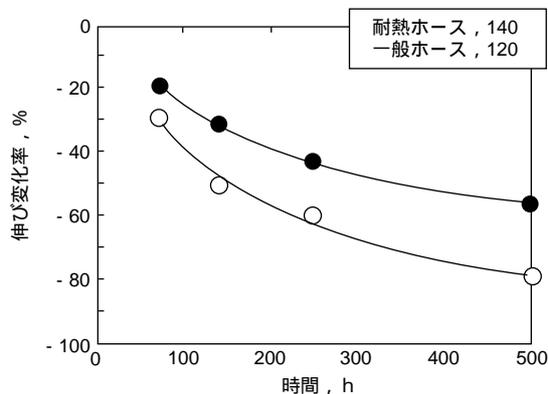


図10 内管ゴム単体の伸び変化率  
Elongation change of inner rubber

4.3 ゴム物性の評価

高温衝撃試験でのゴム物性の変化を図8に示す。

耐熱ホースの伸びの変化率は140°Cでも一般ホースの120°Cでの変化率より小さく耐久性に優れている。

耐熱ホースと一般ホースのゴム物性の変化を図9および図10に示す。

耐熱ホース材料のゴム物性変化は140°Cにおいても、120°Cでの一般ホース材料の物性変化より小さい。

以上の結果から、耐熱ホース材料の物性は十分優れていると判断される。

4.4 その他の性能

パワーステアリング用ホースはパワーステアリングシステムで発生する音、振動を抑制する機能が求められる。

内容積膨張量を大きくし、減衰特性の良好なホースは音、振動低減に有効である。

しかし、内容積膨張量を大きくすると前述の高温衝撃試験においてホースの収縮膨張変化が大きくなり、耐久性が低下するとともに応答性が低下する。耐久性確保や応答性を良くするだけであれば、内容積膨張量が小さい方がよい。

今回の耐熱ホースの開発目標は、応答性を確保するため、内容積膨張量を一般ホースと同じ値とした。

耐熱ホースの脈動減衰特性は図11に示すとおり、一般ホースと差がなく、一般ホースと同レベルの耐熱ホースを開発することができた。

表4に示す自動車メーカーの要求仕様およびJASO 1種1号の10.3MPa仕様も満足することを確認済みである。

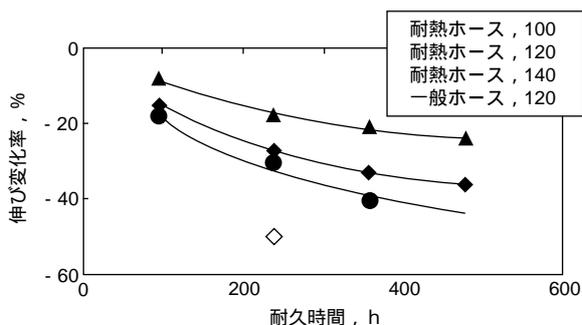


図8 耐久試験時間と内管ゴムの伸び変化率  
Elongation change of inner rubber

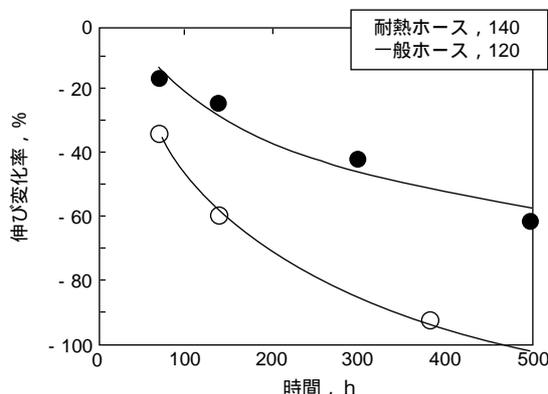


図9 外皮ゴム単体の伸び変化率  
Elongation change of outer rubber

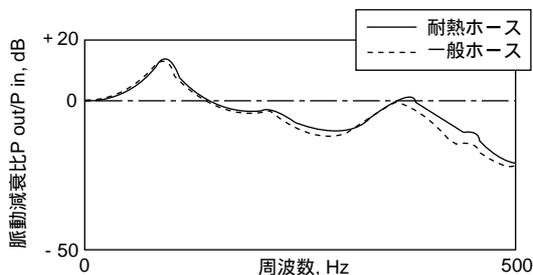


図11 脈動減衰特性  
Pressure fluctuation damping characteristics

表4 その他の評価項目

Other test items

ホースAss'y	ホース単体
耐圧試験	内容積変化試験
破裂圧試験	耐油性試験
引張り試験	耐圧試験
高温衝撃試験	破裂圧試験
低温衝撃試験	引張り試験
屈曲性試験	低温性試験
耐かしめ性試験	接着性試験
低温シール性試験	耐オゾン性試験

4.5 コスト

ホースの寸法およびホース金具，かしめ部の構造を一般ホースと共通にすることで，現在の製造設備で量産が可能となり，また，金具などの部品の量産効果も含め，開発品は，最小限のコストアップに押さえることができた。

今回開発した耐熱ホースを使用することにより，オイルクーラ用配管の短縮，廃止が可能となり，パワーステアリングホースのコストアップ分は吸収できると考えられる。

5. おわりに

今回開発した耐熱ホースは使用温度140 においても，十分な実用性能を有することが確認された。

また，コスト低減と軽量化は自動車メーカーから要求される最優先項目であり，製造メーカーの責務として，今後も追究していきたい。

参考文献

- 1) 社団法人 自動車技術会：自動車規格「自動車用パワーステアリングホース及びホースアッセンブリ」JOSO M 326。

筆者



濱川達哉\*

T. HAMAKAWA



浦野正治\*\*

S. URANO

- \* ステアリング事業本部ステアリング技術センターステアリング実験部
- \*\* ステアリング事業本部ステアリング技術センターステアリング第1技術部