

## 製品紹介

7トン系油圧ショベル走行モータ用  
アンチキャビテーションバルブ

鈴木 淳

## 1 はじめに

従来の7トンクラス油圧ショベル走行用油圧モータにはアドオン型ショックレスリリーフバルブが標準搭載されている。中型ショベル走行用油圧モータと同構造のショックレスリリーフバルブ（以下リリーフバルブ）であるため、構成部品が多く高価なバルブである。

本報では7トンクラス用に開発したリリーフバルブと代替が可能な簡素なバルブであるアンチキャビテーションバルブ（以下アンチキャビバルブ）について紹介する。

## 2 本製品の概要

## 2.1 背景

走行用油圧モータ“MAGシリーズ”は、1トンクラスから35トンクラスまで対応可能な11機種の製品ラインアップがある（表1）。6トンクラス以下のミニショベル用ではアンチキャビバルブを標準搭載しているが、7トンクラス以上はリリーフバルブを標準搭載している。これまで7トンクラス走行用油圧モータMAG-50VP-1100Fでは、下位クラスで採用しているアンチキャビバルブを流用する検討が行われてきたが、車格の違いにより車両停止時に作用する慣性

表1 MAGシリーズラインアップ

ショベルクラス (tons)		製品形式	出力 トルク kN-m	リリーフバルブ or アンチキャビ バルブ
~5	~15			
~1.7t		MAG-12VP-120E	1.18	無し
~2.5t		MAG-18VP-230F	2.16	アンチキャビ バルブ
~3.5t		MAG-18VP-350F	3.14	
~4.5t		MAG-26VP-400F	3.92	
~6.5t		MAG-33VP-650G	6.37	
~8.0t		MAG-50VP-1100F	10.8	リリーフ バルブ
~12t		MAG-85VP-1800	17.7	
~15t		MAG-85VP-2400E	23.5	
~25t		MAG-170VP-3800G	35.3	
~25t		MAG-170VP-4000H	39.1	
~35t		MAG-180VP-6000G	56.0	

力が大きくなるため、キャビテーションの発生を抑制できず、アンチキャビバルブの適用化が困難であった。近年、市場からはコストダウン要求があり、リリーフバルブと代替が可能な簡素バルブである7トンクラス走行用油圧モータのアンチキャビバルブの開発を行った。本製品の外観を図1に示す。

図1 本製品の外観  
(MAG-50VP-1100Fアンチキャビバルブ仕様)

## 2.2 リリーフバルブ機能・特徴

従来のリリーフバルブは車両停止時に発生するブレーキ圧力のサージカット、キャビテーション抑制、停止フィーリング調整の役割を果たしている。リリーフバルブの特徴は、車両停止時、走行モータの搭載バルブであるカウンタバランスバルブ（以下カンバラ）の流出側開口を早く閉じ、リリーフバルブの作動によってブレーキトルクを発生させ、車両停止時の慣性力を吸収する。また、ブレーキ圧力の昇圧特性をショックレス作動圧力・時間を調整することで、お客様の要求する停止フィーリングを可能にしている。

## 【走行時】

図2に走行時の油圧回路図を示す。Pinポートに圧油が流入すると、カンバラが走行ポジションになり、油圧ロータリに圧油が導かれモータが作動する。

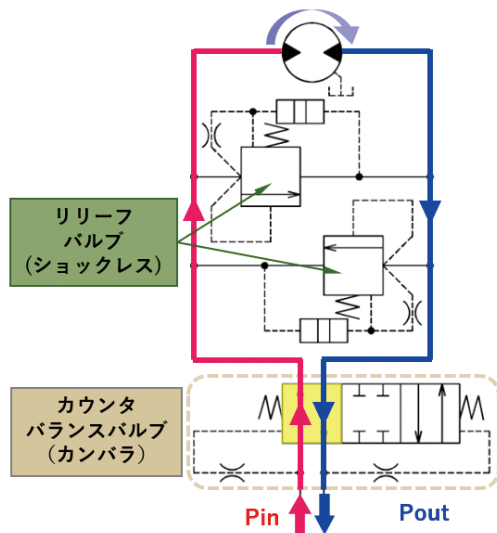


図2 リリーフバルブ油圧回路図 (走行時)

【ブレーキ時】

図3にブレーキ時の油圧回路図を示す。Pinポートへの圧油の供給が断たれるが、車両の慣性力によりモータは回転を維持する。これによりブレーキ圧力が上昇し、ブレーキトルクを発生させ慣性力を吸収する。ブレーキ圧力がリリーフバルブの設定値以上になると矢印(緑色)のように反対側に圧力を逃がし、キャビテーションの発生を抑制する。ショックレスリリーフバルブは図4に示す通り、2段階でブレーキ圧力が昇圧する特性となる。なお、図4の圧力波形はフライホイール試験機での計測結果である。

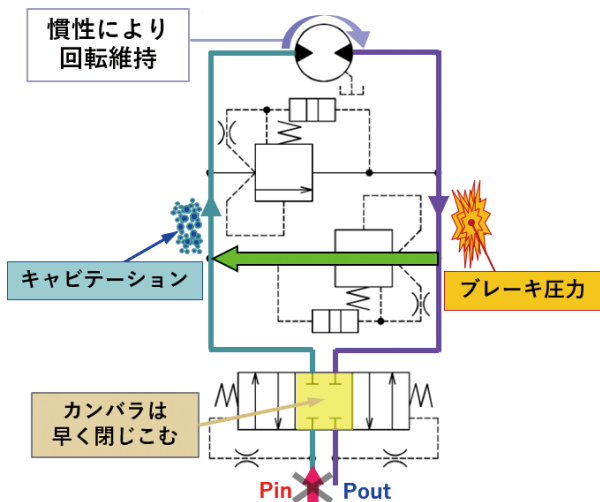


図3 リリーフバルブ油圧回路図 (ブレーキ時)

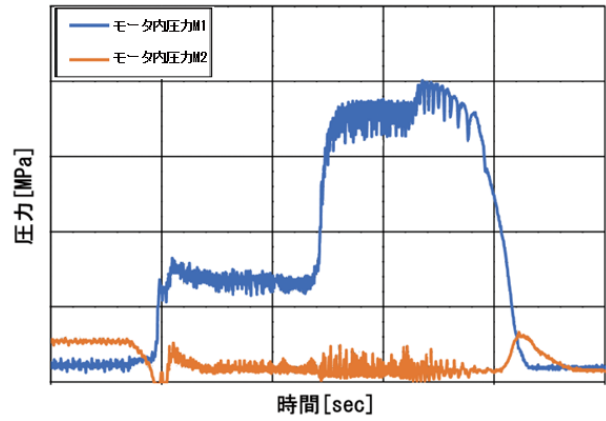


図4 リリーフバルブ仕様ブレーキ圧力特性

2.3 アンチキャビバルブ機能・特徴

アンチキャビバルブはリリーフバルブの様にブレーキ時のサージカット機能を有していないため、カンバラ開口特性によってブレーキトルクを発生させ、車両停止時の慣性力を吸収し、且つ、ブレーキ圧力を許容値以内に抑えるようカンバラ開口特性をチューニングする必要があります。キャビテーション抑制機能はアンチキャビバルブとカンバラで高圧油を低圧側にバイパスさせることで可能となる。

走行時の油圧回路図を図5、ブレーキ時を図6に示す。カンバラ開口特性を調整することで、様々なブレーキ圧力の昇圧特性を得ることが可能となり、お客様の要求する停止フィーリングに調整することができます。表2にリリーフバルブとアンチキャビバルブの機能比較を示す。

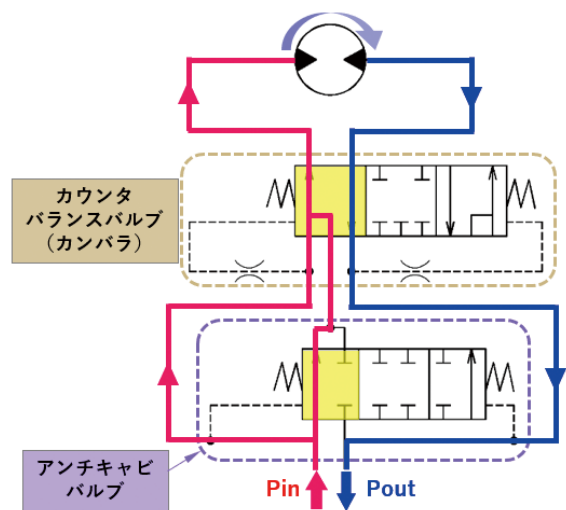


図5 アンチキャビバルブ油圧回路図 (走行時)

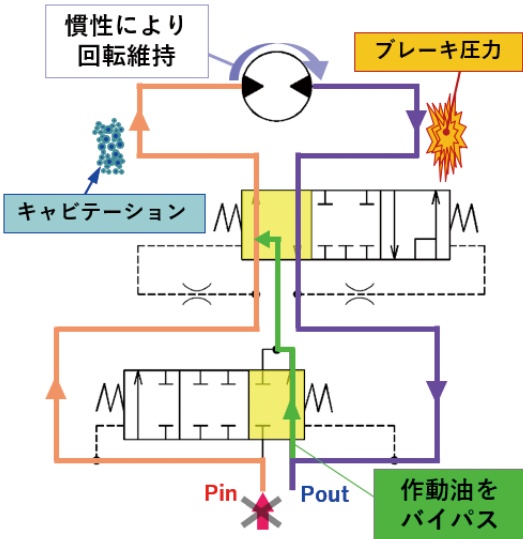


図6 アンチキャビバルブ油圧回路図（ブレーキ時）

表2 リリーフバルブ，アンチキャビバルブ機能比較

機能	リリーフバルブ仕様		アンチキャビバルブ仕様	
	リリーフバルブ	カンバラ	アンチキャビバルブ	カンバラ
① ブレーキ圧力サージカット	●	×	×	●
② キャビテーション抑制	●	×		●
③ 停止フィーリングの確保	●	×	×	●

## 2.4 バルブ構造比較

リリーフバルブ及びアンチキャビバルブの構造を図7，図8に示す。リリーフバルブは部品点数が多く高価なバルブであるのに対し（部品点数33点），アンチキャビバルブは部品点数が少なく簡素なバルブである（部品点数10点）。

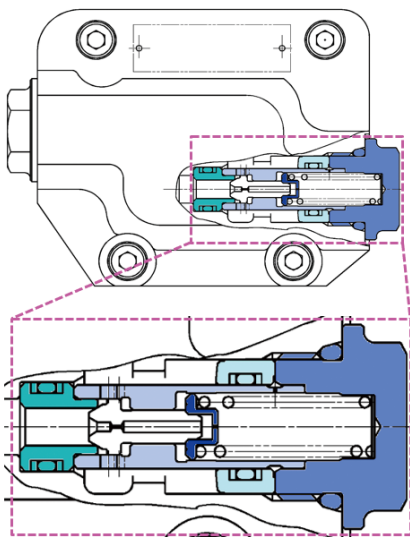


図7 リリーフバルブ断面図

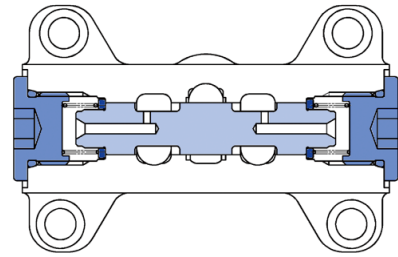


図8 アンチキャビバルブ断面図

## 3 アンチキャビバルブ化の技術課題

7トンクラスの車両停止時，キャビテーション抑制と同時にカンバラ開口特性によってブレーキ圧力の上昇を許容値以内に抑え慣性力を吸収し，お客様の要求する停止フィーリングにカンバラ開口特性等のチューニングで調整できるかが課題となる。

## 4 7トンクラス用アンチキャビバルブの特徴

上述の通りアンチキャビバルブではリリーフバルブと異なり，アンチキャビバルブによりカンバラ開口特性と閉じ込み時間を調整することで様々なブレーキ圧力の昇圧特性を得ることが可能となる。図9に示すようにブレーキ圧力の昇圧特性を緩やかに上昇させ，車両で良好な停止フィーリングとサージ圧力を許容値以内に収めることが可能となる。その他に図10，図11のような昇圧特性を得られることも確認されている。また，本開発品は従来製品と代替可能とするため，従来のリリーフバルブ仕様と同等のモータ性能・耐久性を有している。

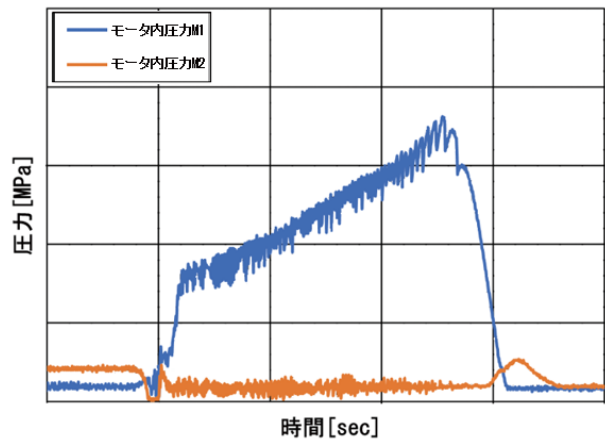


図9 アンチキャビバルブ仕様ブレーキ圧力特性①

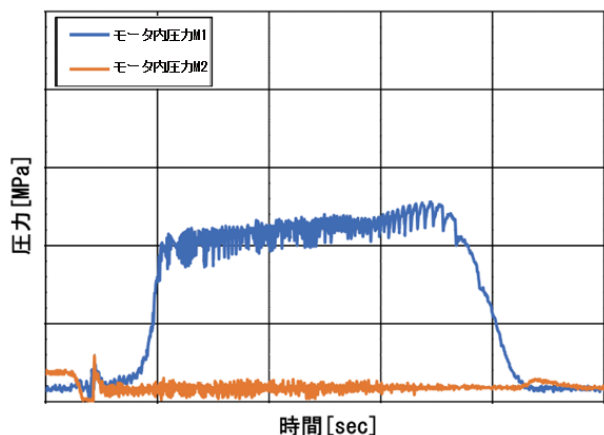


図10 アンチキャビバルブ仕様  
ブレーキ圧力特性②

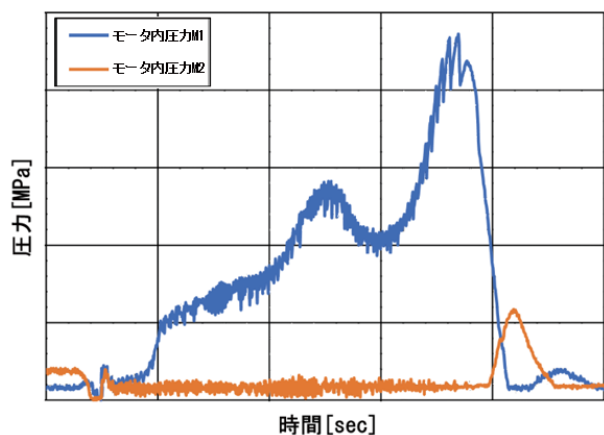


図11 アンチキャビバルブ仕様  
ブレーキ圧力特性③

## 5 おわりに

アンチキャビバルブを採用する際には、カンバラ開口特性の調整による車両とのマッチングが必要になる。車格や機種の違いにより、フィーリング確認時のクローラの種類（鉄、ゴム）や路面状況（鉄板、土、コンクリート地面）が異なるため、フライホイール試験での検証だけでは停止フィーリングを正確に予測することが困難である。

本開発で得られた試験データを解析モデルに活用し、車両とのマッチング期間短縮のため予測技術向上を図る。将来的にはベンチ試験では再現が困難な操作モードでのモータの挙動をシミュレーションで把握することで市場不具合現象の解明等に役立てたい。

## 著者



鈴木 淳

2007年入社。ハイドロリックコンポーネンツ事業本部技術統轄部相模油機技術部ポンプ・モータ設計室。油圧モータ製品の設計・開発に従事。