HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	改造空気弁によるウォーターハンマー試験報告
Author(s)	三輪, 俊夫; 菊田, 恭輔
Description	第1回衛生工学シンポジウム（平成5年11月17日（水）-18日（木） 北海道大学学術交流会館） . 3 測定・評価 . 3-4
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 1, 87-92
Issue Date	1993-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7427
Type	departmental bulletin paper
File Information	1-3-4_p87-92.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

3－4

改造空気弁によるウォーターハンマー試験報告

三輪俊夫，菊田恭輔（荏原製作所）

1．はじめに

東京都水道局朝霞浄水場から上井草配水池への送水系統において、送水２号サージタンクの改造工事を行ったので、ウォーターハンマー対策機能が一時停止した。そこで、その機能の代替対応策として既設空気弁を活用できないかどうかの検討計算を試みたが十分な成果が得られなかった。この計算結果より必要な特性として、急吸気・緩排気できるような改造空気弁を考案し、ウォーターハンマー計算を行った。

本報文では、改造空気弁を設置可能な６箇所に設置し、実際のシステムにおいて、ウォーターハンマー試験を行い、その機能の確認及び管路の安全性を検証することができたので報告するものである。

2．改造空気弁の構造

１）吸気側空気弁の形式

管路に負圧が生じた際、空気をいち早く吸い込んで管路の負圧防止ができるように２００^{A}急排空気弁とした。

２）排気側空気弁の形式

双口空気弁は、排気風量が大きくなった場合、すぐにボールが浮き上がってしまうため、管路内に空気が大量に残ってしまう欠点がある。本ケースの場合、排気風量はかなり大きくこの問題が懸念されたため、形式を急排空気弁，口径は７５^{A}とした。

３）排気側空気弁の個数

まず始めに１個付けたところ、空気弁 (A5) について下記の計算結果が得られた。

最大排気風量：約１㎥/s，この時の管内流速　２２６m/s（７５^{A}）

この数値は、明らかに風量，風速が大き過ぎるため、空気弁 (A5) は、さらに緩排気させる必要性から、７５^{A}急排空気弁の個数を２個とした。

４）改造空気弁の取付図を図１に示す。（P．２参照）

3．送水系統及び機器仕様

１）送水系統を図２に示す。（P．３参照）

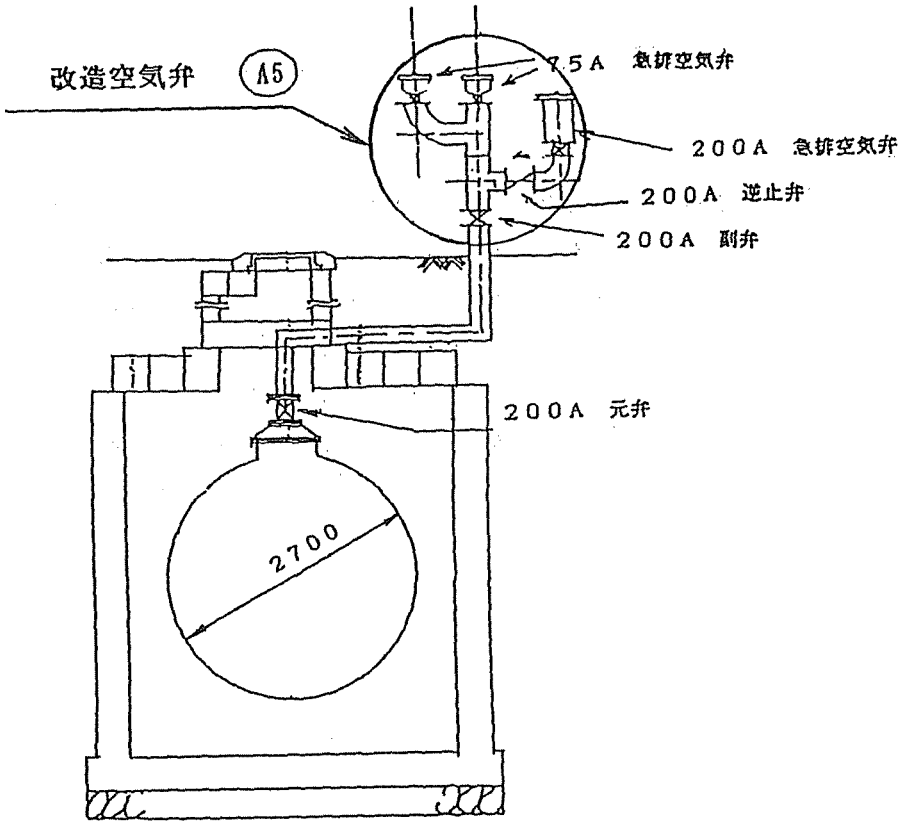
２）送水ポンプ　形　　式　1500×1000 CGM　横軸両吸込渦巻ポンプ

要　　項　330㎥/min(5.5㎥／s)×80m×580min^{-1}×5500kW

慣性効果　GD^2 ＝ 32000kg・m^2

３）吐出弁　　形　　式　φ1000　油圧式ロート弁，閉鎖時間（急閉時）　　20秒

４）空気弁　　２号サージタンク付近の６ケ所の改造空気弁を動作させる。


改造空気弁
A5
75A 急排空気弁
200A 急排空気弁
200A 逆止弁
200A 副弁
200A 元弁
2700

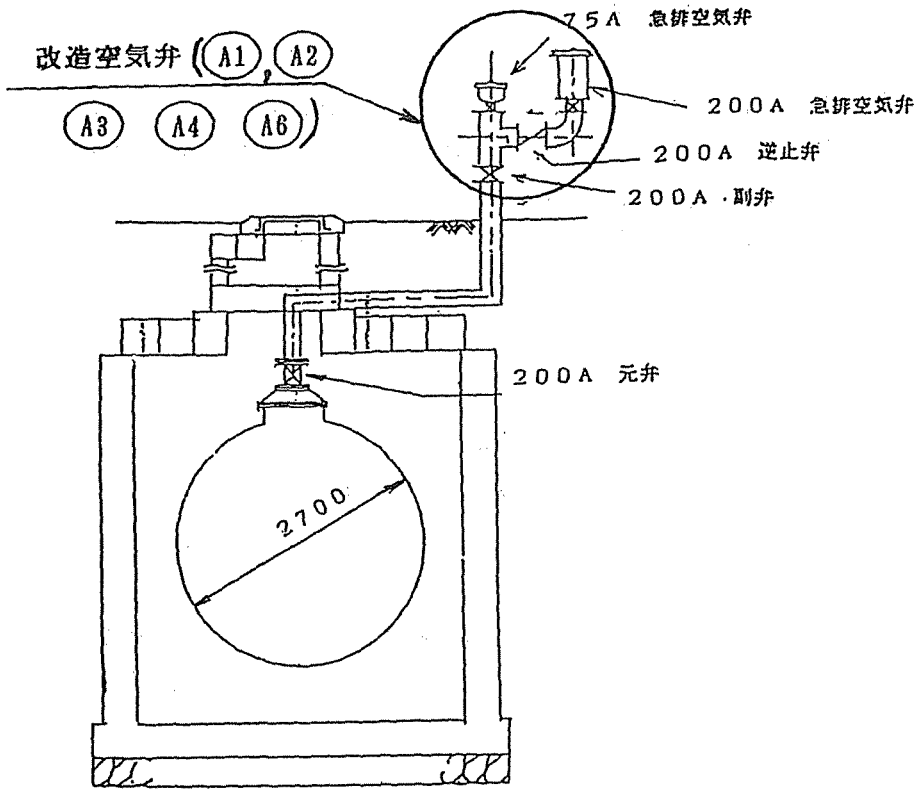

改造空気弁
A1
A2
A3
A4
A6
75A 急排空気弁
200A 急排空気弁
200A 逆止弁
200A 副弁
200A 元弁
2700

図1　改造空気弁取付図

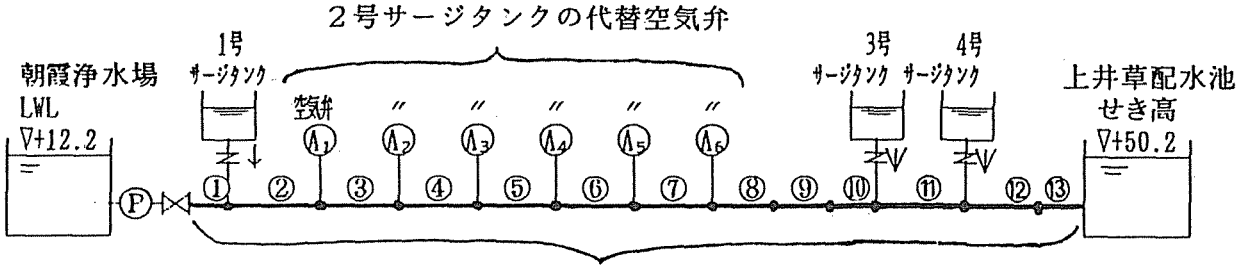


図２．送水系統

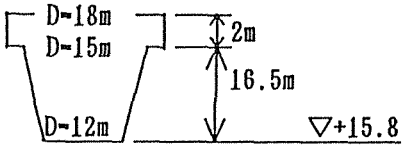
＜パイプ＞

管路No.	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬
管　種	SS	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
管　径	2700mm	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	2000mm ×２条
管　長	356m	3387m	549m	271m	492m	446m	71m	616m	425m	437m	3009m	2229m	62m
肉　厚	24mm	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	18mm
音　速	978m/s	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	981m/s

＜サージタンク＞

号	１　号	３　号	４　号
水　位	WL+34.30	+47.99	+50.20
形　状	右　図	□ 18m	□ 18m
連絡管	φ1500×２条	φ1000×２条	φ 800×２条

＜１号サージタンク形状＞



＜空気弁＞

記　号	Ⓐ₁	Ⓐ₂	Ⓐ₃	Ⓐ₄	Ⓐ₅	Ⓐ₆
取付レベル	+32.84	+35.21	+36.15	+37.75	+40.85	+40.85
口径・形式	吸気200A急排 排気 75A急排	→	→	→	→	→

4．ウォーターハンマー試験内容

1）試験場所　　東京都水道局　朝霞浄水場

2）試験項目　　平成４年１２月２５日

3）試験流量　　ケース１　Q＝３．６１㎥/s，ケース２　Q＝１０㎥/s

2）試験項目

（1）圧力変動　……圧力計室，ベンチュリー管室，空気弁（ (A1) ～ (A6) ）

（2）ポンプ回転数　……２号，４号

（3）サージタンク水位　……１号，３号，４号

（4）ロート弁の閉鎖時間　……２号，４号

5．計算値とウォーターハンマー試験値との比較結果及び考察

（1）最高・最低圧力について（P．５参照）

図３に示すように，ケース１，２とも計算値に対して、実測値はおおむね±２～３ m 以内に収まっており、ほぼ良好な結果が得られた。ただし、空気弁 (A5) は、試験値と計算値とのずれが大きかった。これは、空気弁の吸気・排気動作が計算で設定した条件と若干異なると考えられる。すなわち、計算条件では排気動作が２個の空気弁から均等に排気されるように設定したが、実際には、工事上の制約からP．２のように取付けたため、２個の空気弁からの排気量に差異が生じたため、計算値とのずれが大きくなったものと考えられる。

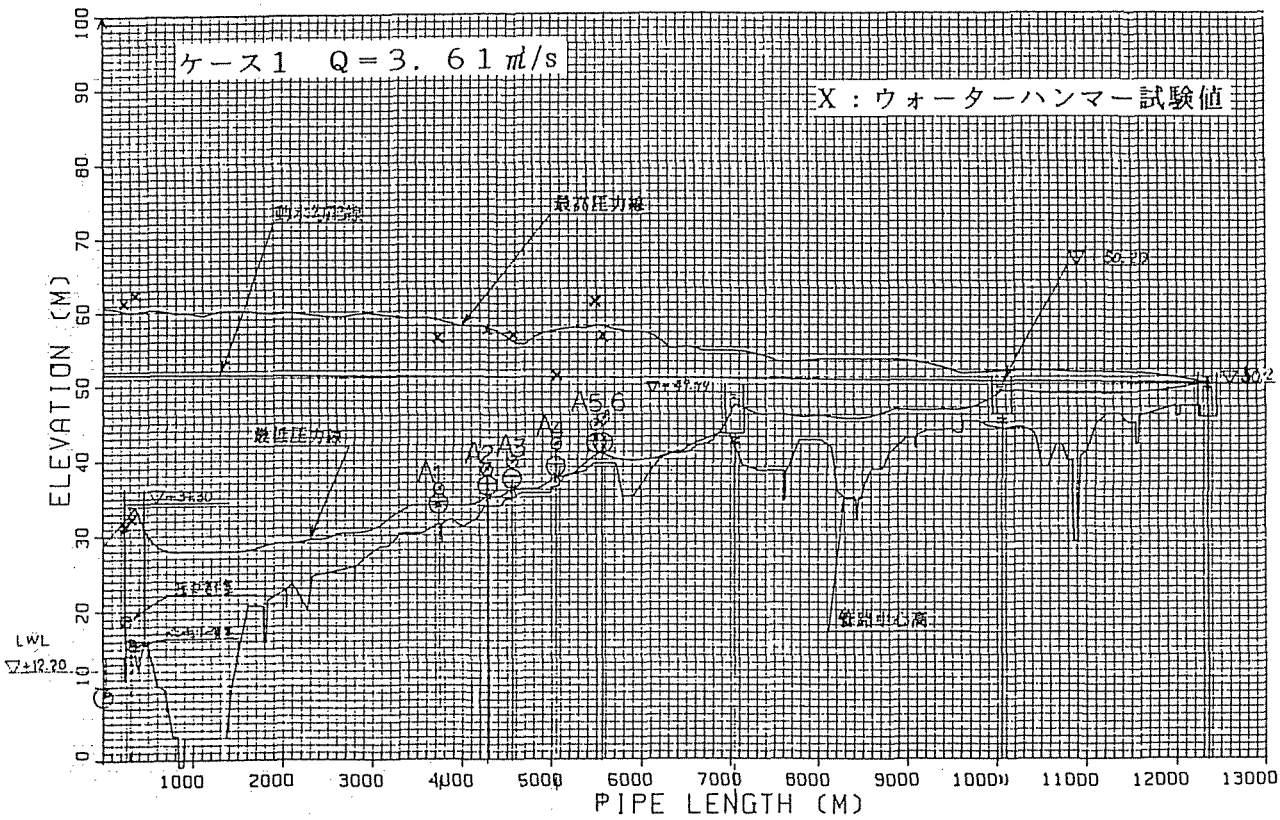
（2）ポンプ直後の圧力計室及び空気弁 (A5) の圧力の過渡現象について（P．６参照）

図４に示すようにポンプ直後の圧力計室の圧力の時間的変化は、若干の位相のずれ等があるものの、かなり圧力変化の傾向は類似している。

また、空気弁 (A5) は、図５のように上記の理由により最高・最低圧力は差異があるものの、圧力の時間的変化はほぼ類似性を示している。この結果より、従来から空気弁の問題点であった空気の排出時に伴う圧力の異常上昇を緩和できることが実際のシステムの中で確認でき、改造空気弁が、サージタンクの代替装置として供し得ることを検証することができた。

6．まとめ

ウォーターハンマー対策機器としての送水２号サージタンクの代替として、改造空気弁を考案し、その機能を実際のシステムでウォーターハンマー試験により実証し、送水管路の安全性について確認することができた。


ケース1　Q＝3．61㎥/s
X：ウォーターハンマー試験値
動水勾配線
最高圧力線
最低圧力線
管路中心高
A1
A2
A3
A5,6
LWL
▽±12.20
ELEVATION (M)
PIPE LENGTH (M)

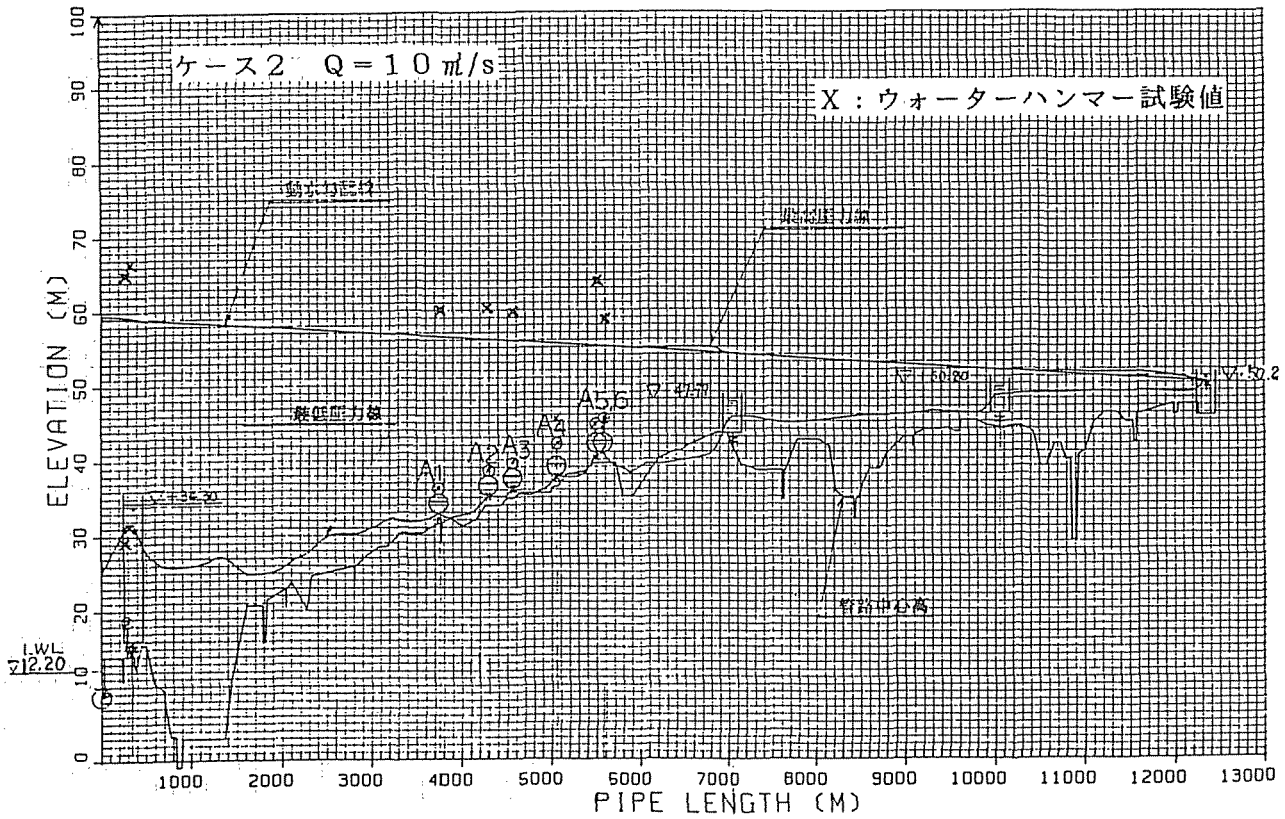

ケース2　Q＝10㎥/s
X：ウォーターハンマー試験値
動水勾配線
最高圧力線
最低圧力線
管路中心高
A1
A2
A3
A5,6
LWL
▽12.20
ELEVATION (M)
PIPE LENGTH (M)

図3　最高・最低圧力線図

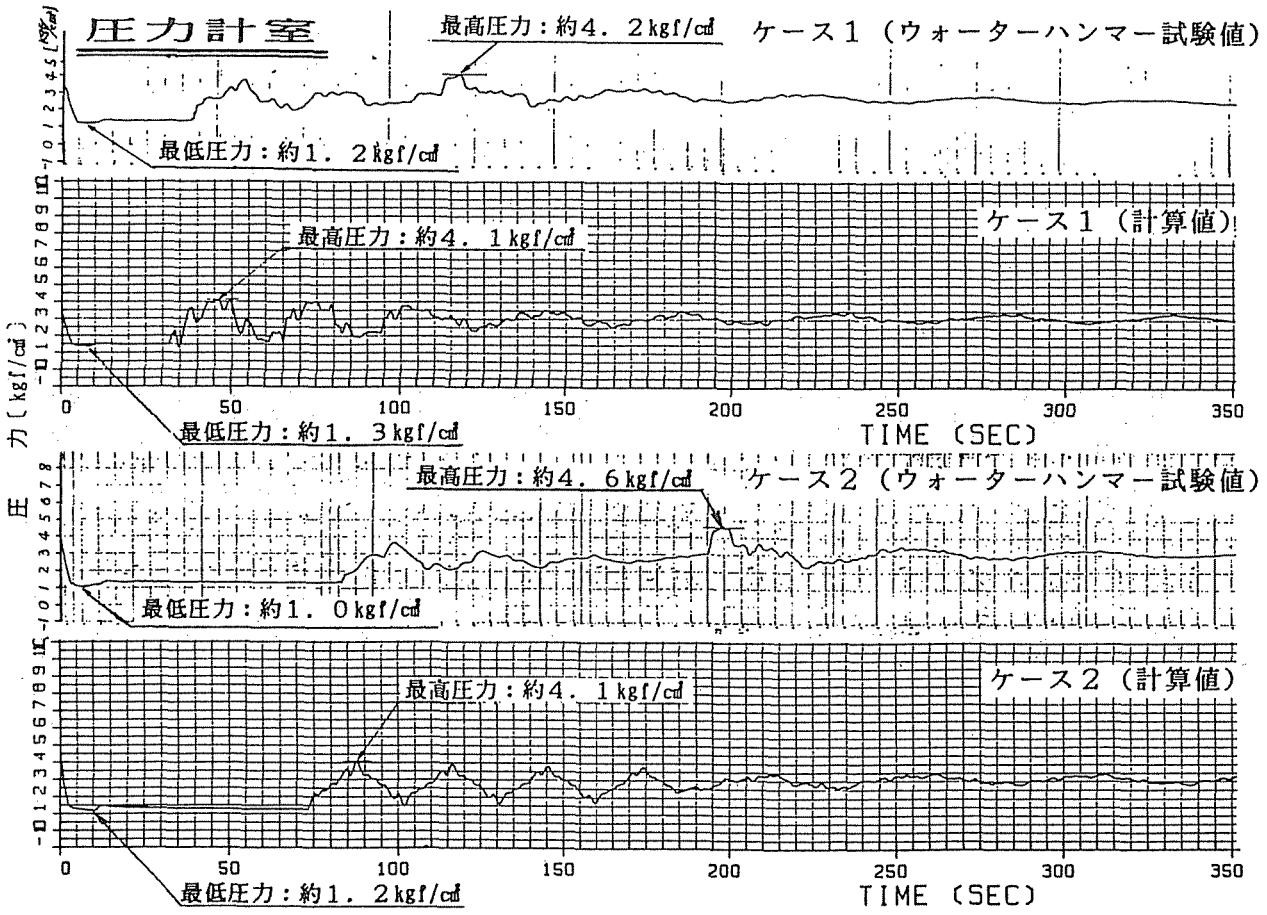


図４　ポンプ直後の圧力計室の圧力の過度現象

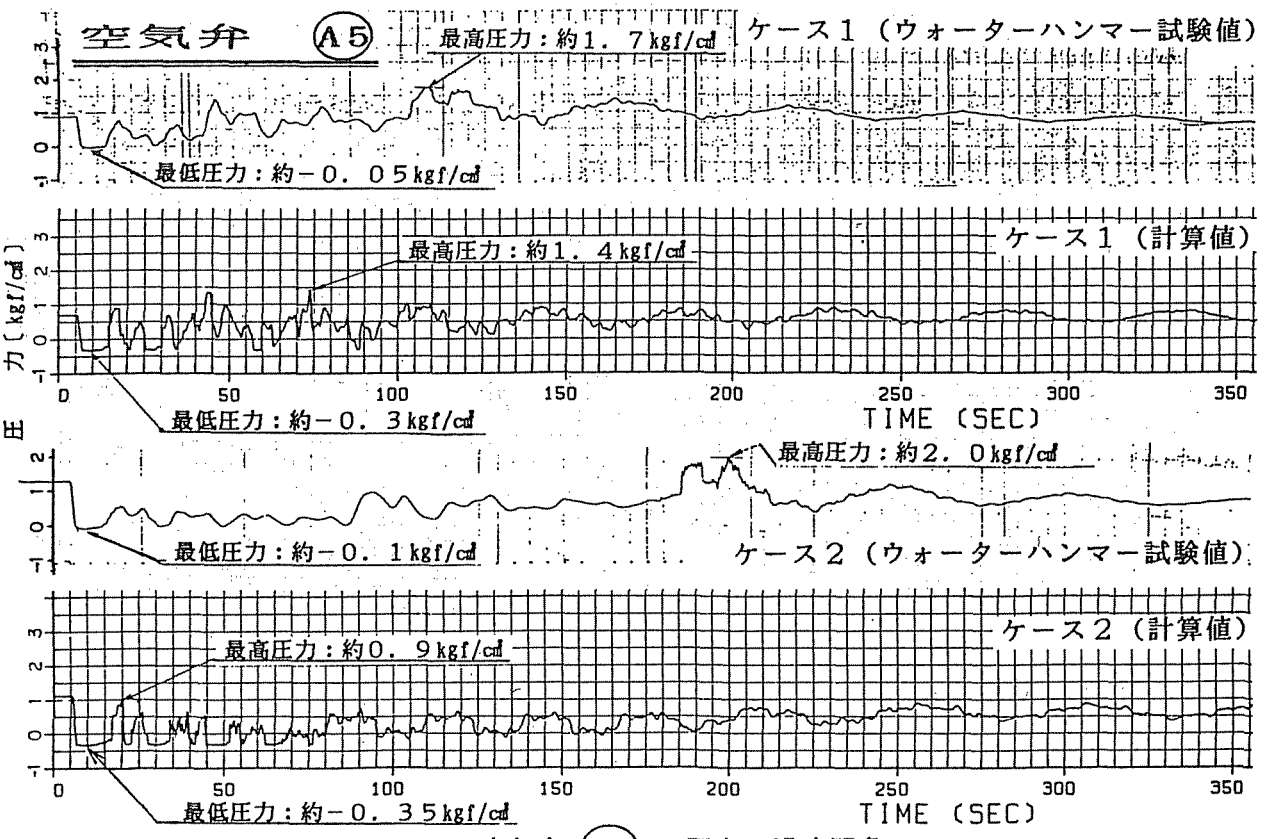


図５　空気弁 (A5) の圧力の過度現象