

耐震補修弁の開発（Ⅱ） — 付属設備としての耐震性の検証 —

○呉竹 賢二（清水合金製作所） 千野 一広（清水合金製作所）
小谷 久人（清水合金製作所） 川崎 幸一（清水合金製作所）

1. はじめに

兵庫県南部地震後の研究¹⁾では、消火栓や空気弁を主とする付属設備の損傷原因が地盤と管路の相対変位によって生ずる弁栓本体と弁室壁との衝突反力による可能性が高いと結論付けられている。（図1）

前稿²⁾では、その研究結果を受け、補修弁に衝突反力を吸収するための伸縮可撓継手構造を一体に設けた耐震補修弁を開発し、地震相当の外力を受けた状態でも止水性を維持することの出来る補修弁として性能試験を行い一定の成果を得た。

本稿はその続報として、兵庫県南部地震の加速度による振動試験及び実際に消火栓本体を弁室壁へ衝突させる試験を行い、付属設備としての耐震性の検証を行ったので報告する。

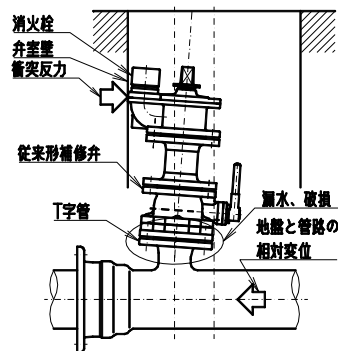


図1 弁栓本体と弁室壁が衝突した状態

2. 評価試験概要

2.1 開発品

本開発品の構造を図2に示す。ボール形補修弁の本管側に設けた伸縮可撓継手構造は、通常時には初期位置を保持しており、過大な曲げモーメントが作用した際にスペーサーの保持が解除され伸縮可撓が可能になる。設計可撓角は4°である。

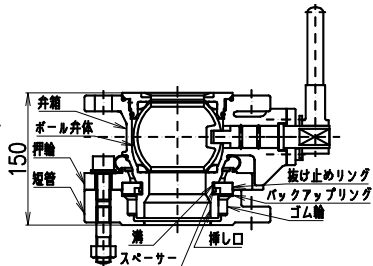


図2 耐震補修弁の構造図

2.2 振動試験

消火栓や空気弁を主とする付属設備は、弁本体の質量が大きく、立上げ配管の短管長さの影響により地震動が作用した際の共振による損傷が考えられる。従って、立上げ配管の共振周波数において兵庫県南部地震の観測値の最大加速度0.834Gで振動試験を行い、振幅が増大して耐震補修弁を含む付属設備が損傷しないかを確認する。

2.3 弁室衝突試験

弁室の室壁に消火栓を衝突させることによって発生する衝突反力によるフランジ部またはT字管への影響を従来形補修弁と耐震補修弁の比較により確認する。

3. 振動試験

3.1 試験方法

手順1：図3のような方法で振動試験機に耐震補修弁、F短管、消火栓を取付け、加速度0.1Gで周波数を1Hzから徐々に上げていき、消火栓に取り付けた加速度センサー上の数値が最大となる共振周波数を探索する。（共振点探索）

手順2：手順1で求めた共振周波数において入力加速度0.834Gで振動試験機を3分間振動させ、加速度センサー位置での応答加速度、応答倍率、及びA点の水平変位を測定し、破損などの異常の有無を確認する。

3.2 試験結果

試験結果を表1、図4に示す。

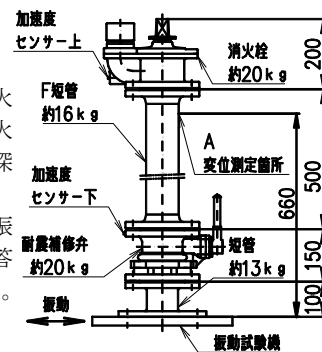


図3 振動試験試験装置

耐震補修弁の開発（Ⅱ） — 付属設備としての耐震性の検証 —

表 1 振動試験結果

測定項目	結果
共振周波数	4.52Hz
応答加速度上／応答倍率	3.118G / 3.7
応答加速度下／応答倍率	1.134G / 1.4
A点の水平変位（最大）	-18.60～18.06mm
振動台の水平変位（最大）	-10.14～10.14mm
スパーサーの解除	なし
振幅の増大、損傷	なし

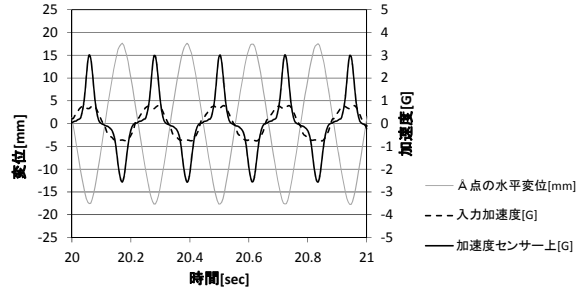


図 4 加速度-変位測定結果（1秒間抽出）

4. 弁衝突試験

4.1 試験方法

図 5 に示すような方法で T 字管に補修弁、F 短管 (L=500)、消火栓を取付け、水圧 0.75MPa を加えた状態で消火栓を弁管に 215mm/s の速度で衝突させる。同一試料で衝突位置からの変位を順次、大きくしながら繰り返し衝突させ、F 短管の傾斜角、最大荷重、フランジ部の開き及び、漏水の有無を確認する。また、弁管に衝突させた状態で、補修弁を作動させ、止水の可否を確認する。

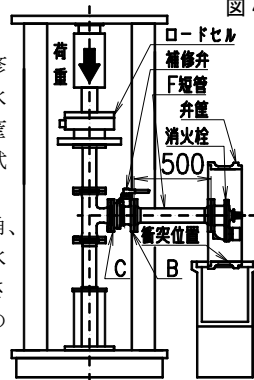


図 5 弁衝突試験
試験装置

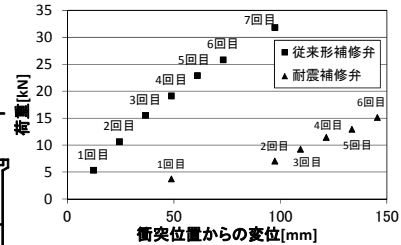


図 6 衝突位置からの変位による
荷重の変化

4.2 試験結果

試験結果を表 2、図 6 及び図 7 に示す。

表 2 弁衝突試験結果

補修弁	ガスケット	衝突位置からの変位 [mm]	F 短管の傾斜角 [deg]	最大荷重 [kN]	フランジの開き B部/C部 [mm]	フランジ部漏水判定 B部/C部	止水判定
従来形補修弁	全面ガスケット	48.9	3.1	19.1	2.04/1.50	○/○	○
		73.2	4.5	25.8	2.61/2.48	×/○	○
		97.5	6.1	31.8	3.10/3.60	×/×	×
耐震補修弁	耐震補強形ガスケット*	48.9	3.7	3.7	0.12/0.06	○/○	○
		97.5	7.7	7.0	0.53/0.29	○/○	○
		145.6	11.1	15.1	1.43/0.90	○/○	○

*耐震補修弁の試験には、芯入りの耐震補強形ガスケットを使用した。

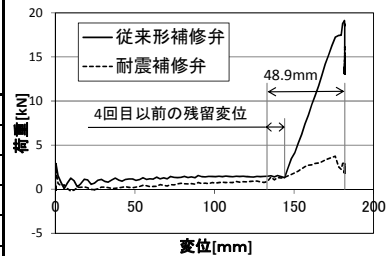


図 7 衝突時の荷重
(衝突位置からの変位 48.9mm)

5. おわりに

兵庫県南部地震の最大加速度を入力加速度とした共振周波数における振動試験では、耐震補修弁のスパーサーは初期状態を保持し、振幅が増大する事もなく耐震補修弁を含む付属設備が損傷しないことを確認できた。

弁管に衝突した場合でも、従来形補修弁に比べ、耐震補修弁の可撓部が衝撃を吸収することにより、最大荷重が小さくなり、T字管への負荷を軽減し、フランジ部からの漏水、破損を防止することが確認できた。また、600mm の弁管に消火栓が衝突するまでの設計上の最短距離は、133mm であるので、耐震補修弁の衝突位置からの変位 145.6mm を加えると総変位量は 278.6mm となる。この総変位量は地盤と管路の相対変位量に相当すると考えられ、耐震補修弁を用いた本仕様の付属設備は、この変位量まで漏水、損傷しないことが検証できた。

【参考文献】

- 1) 石田寅三、大綱昌幸、染谷直昭、桜井祥己、川久保知一、岸田晋輔；水道管路付属設備の耐震性向上に関する研究 水道協会雑誌「論文」(1998)
- 2) 呉竹賢二、千野一広、小谷久人；耐震補修弁の開発 平成 29 年度全国水道研究発表会講演集, pp. 454-455