

幹線水路から分岐した複数台の減圧弁による脈動現象の現地観測

Field observation of pulsation phenomena by automatic pressure reducing valves installed from the main canal to the branch canals

田中良和

Yoshikazu TANAKA

1. 背景と目的

農業パイプラインには末端圃場に必要とされる圧力を調整する付帯施設として、減圧弁が利用されている。減圧弁の動作は、パイロット弁が下流側圧力（2次圧）に応答して、弁体上下の水圧と面積の違いにより減圧弁の弁体を制御して減圧する仕組みである。減圧弁は、幹線管路から高低差の異なる複数の圃区へ配水する支線管路へ分岐する箇所に設置されるパターンが多く採用されている。このような設置パターンでは幹線水路において大きな圧力脈動現象が頻繁に長期間発生することがあり、付帯施設の破損や管路施設の漏水事故の原因となっていると考えられている。本研究では、このパターンの脈動現象について、現地観測を行い、発生と継続の原因究明を試みた。

2. 調査地区

0 県 I 島にあるファームポンド(HWL:150.6、LWL:140.6)を水源とした全長:約4km、口径:600~250mm、管種:鑄鉄管の自然流下式パイプラインの脈動現象を調査した。ファームポンドから最末端まで10箇所の分水箇所に減圧弁が設置されている。各分水箇所をNo.1~10と呼ぶ。各分水箇所は、間隔が約200mから900mであり、標高は概ね下流側が低く、最末端の標高は33.72mである。減圧弁はK社とI社の2社のメーカー製が混在している。

3. 調査方法

2017年9月から2020年3月までの期間に各減圧弁において計測を継続した。計測項目は、減圧弁の1次圧と2次圧、2次側の流量、減圧弁の開度である。サンプリング周期は、0.1秒と1秒とした。減圧弁の開度はI社の製品のみ計測可能だった。計測した減圧弁の緒言を表1に示す。減圧室の内部構造は、すべての個所で図1の通りであった。

表1 計測した減圧弁の緒言

	No.1	No.3	No.4	No.6	No.9	No.10
区間距離(m)	400	656	873	871	929	198
口径	600	6000	500	450	300	250
管軸中心高(m)	73	57	50	42	54	32
メーカー	I	K	K	K	I	K

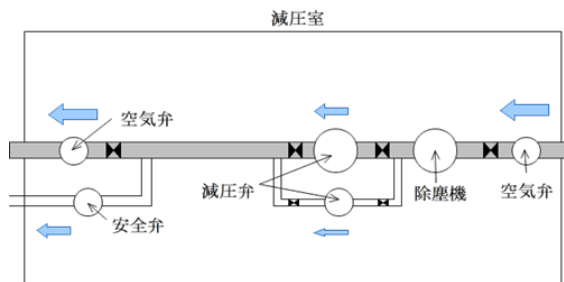


図1 減圧室の内部構造

3. 結果と考察

圧力脈動現象は、最大水圧大きさは季節変動があったが、一年を通じて頻繁に発した。1日のサイクルは、夜8時ごろから最大水圧 190m の圧力脈動現象が翌朝 6 時ごろまで継続し、朝 6 時から最大水圧が小さくなる時と最大水圧が 220m を超えて大きくなる時が繰り返された。図 2 の②脈動増幅期間に示すように、脈動現象は、開放されていた最後の減圧弁の閉塞時の圧力上昇で発生し、各減圧弁の圧力上昇を誘発して増幅したと推察される。

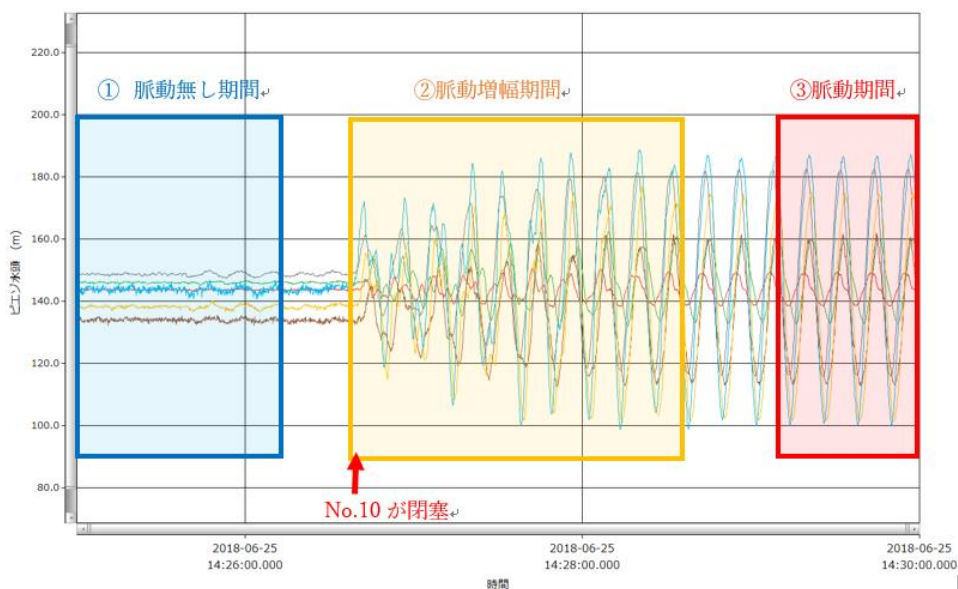


図 2 各減圧弁の 1 次圧

(赤 : No.1、緑 : No.3、茶 : No.4、灰色 : No.6、黄 : No.9、水色 : No.10)

図 2 の③脈動期間の継続は、急激な 1 次圧の上昇によって、図 3 に示す減圧弁の弁体の上方向への力 ($P_1 \times A_b$) は下方向の力 ($P_1 \times A_a$) よりも大きくなると、弁体は微小に開放して、2 次圧が 1 次圧の影響を受けて増大することで、再度減圧弁を閉塞する自励振動を発生しているために生じていると推察される (図 4)。

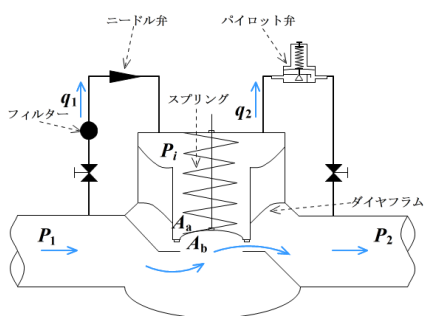


図 3 減圧弁の内部構造

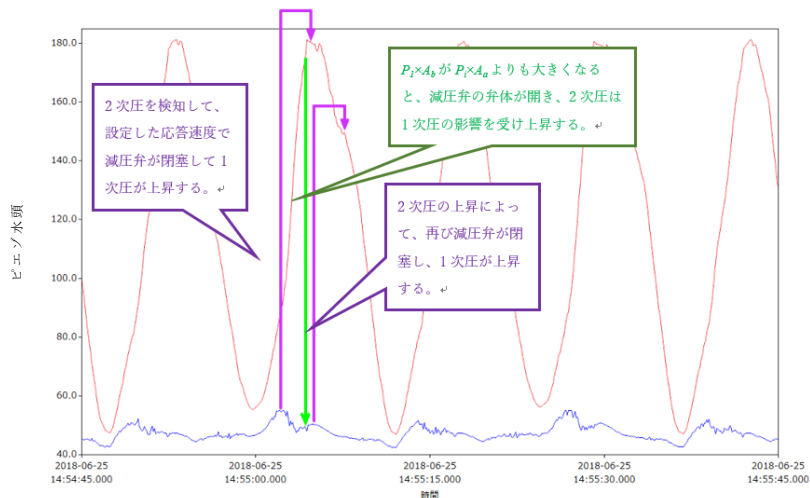


図 4 減圧弁 No.10 の 1 次圧 (赤線) と 2 次圧 (青線)