

II-242 起伏の多い長大管路の送水時の異常高圧の発生について

日本鉄道建設公団新潟新幹線建設局

正会員 野々村 政一

1. まえがき

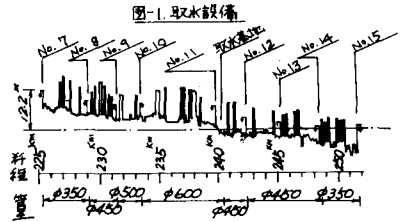
上越新幹線は日本でも有数の豪雪地帯を走行しており、雪に対する対策として温水循環による散水消雪を行い高速列車の軌道を確保している。

この報告は消雪設備の中の、消雪用水を給水する取水設備における長大管路に発生した異常圧力について、その性状及び対策を述べるものである。

2. 取水設備の概要

取水設備は河川より取水を行い消雪基地へ送水する設備を持つ取水基地、取水基地から消雪基地への送水のための導水管、消雪基地において貯水槽への補給水の流入、停止を行う補給水弁がある。この報告の取水基地は、図-1に示すとおりNo.7基地からNo.15基地の9つの消雪基地を受け持ち、ほぼ中央に位置しNo.7基地側は上り勾配、No.15基地側は下り勾配の形状となっており、全基地要求時の送水量は45^m3/分である。

導水管は、取水基地から末端の消雪基地まで線路に平行して埋設を主体にし伏設されているが、道路、河川部は高架橋に架設されており起伏の多い形状となっている。配管径は送水始点部で60cm、末端にいくに従い35cmと細くなっている。消雪基地の補給水弁は150Aで減圧を行う定流量弁を併設している。



3. 取水計画時の基本事項

取水計画の基本的事項は、(1)、大口至長大管路の充水、(2)複数の消雪基地による小流量(2^m3/分)から大流量(45^m3/分)の範囲の送水流量、(3)、主に消雪基地が運転している時の送水時間となる連続運転、

(4)、無人運転とする自動制御、である。

4. 取水制御方式

管路充水については、急排空気弁を直線部500^m毎、かつ起伏部にも設置し作業をじん運に行えることにした。取水ポンプの起動、停止は、消雪基地の貯水槽の水位により自動時に行うこととし、送水流量の制御は、複数の取水要求ターンを4段階にまとめ、送水流量を検知し必要水量以外の水はバイパス管を設け放流する吐出弁とバイパス弁の運動により行うこととした。

5. 異常圧力の性状

実用に際し、導水管内の圧力異常による管の継目からの漏水、空気弁の破壊があり、管内の圧力状況を確認した結果、異常圧力は運転開始時、停止時に発生し、流量増加減少時にも発生が見られた。

(1) 取水ポンプ運転開始時

(ア) No.7基地取水要求の場合(実揚程が高い側、図-2)

管内圧が低い場合は、一時的に流量が多くなり230^m付近で定常圧

2.6^{kg}/cm²に対し1~3.5^{kg}/cm²、No.15基地で定常圧4^{kg}/cm²に対し1

~9^{kg}/cm²の変動がある。管内圧が高い場合は、圧力変動は小さくなりNo.15基地では低い場合に較べて

3.5^{kg}/cm²小さくなっている。

(イ) No.15基地取水要求の場合(実揚程が低い側、図-3)

管内圧が低い場合は一時的に流量が多くなり、両末端部で異常圧力の発生があり、No.7基地付近で定常圧

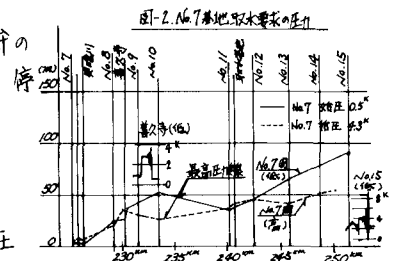
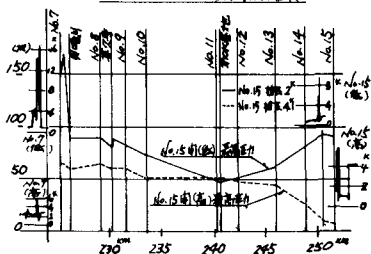


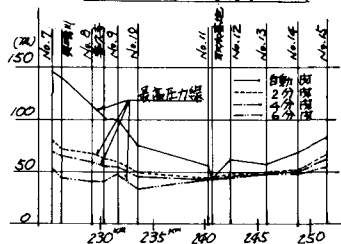
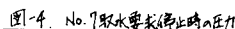
図-3. No.15基地取水要求の圧力



(2) 取水ホ: 7° 運転停止時

(ア) No.7基地取水停止の場合(奥揚程が高い側、図-4、図-5)

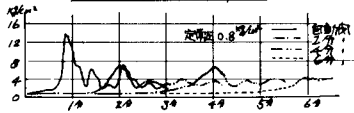
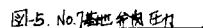
補給水の流速を遅くするほど最高圧力は着しく小さくなり全開に
なる時分は40秒から6分になると 14 kg/cm^2 から 5 kg/cm^2 に低くなり圧力
波の減衰も短くなる。周期は30~40秒となっている。



(3) 取水ポンプの急停止時

全基地給水時において取水ポンプを急停止した場合取水ポンプ付近で
0.4kg/cm²の負圧になり、再結合による圧力は5kg/cm²程度である。

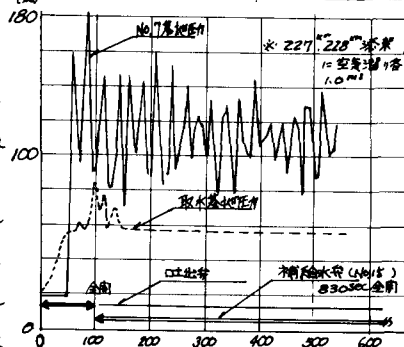
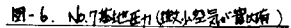
以上のことより異帯圧発生の原因は、管内への空気吸込による空気溜りとその閉速度であり、管内に空気溜りがある場合についてシミュレート計算を行うと図-16のとおりで、図-3の異帯圧は 230 km 付近に約 2 m^3 の空気溜りが発生する。また補給水弁の全閉による異帯圧は、No.7で試算するとほぼ速度 1070 m/sec 、管長 18.2 km 、仕復時間 34 秒 、圧力上昇 12.48 kg/cm^2 となり、ほぼ全閉塞に近いものであった。



6. 取水設備の改良 (圖-7)

圧力異常の原因が解明され、送水方式を検討し、管内空気の吸込防止は小流量の充水用ポンプにより取水要求がない時は加圧することとし、全体の送水方式は取水基地からNo.7基地側とNo.15基地側の分岐部に調圧弁を設け、取水ポンプから調圧弁までを基準定圧区間とし、調圧弁より消雪基地側と送水側定圧区間とし、送水側の圧力を検知し調圧弁により送水流量を調整し圧力を一定に保ち送水を行うこととした。基準定圧区間の調整は、本管より放流管を設け本管に調整弁を設置し、基準定圧区間の圧力を検知し、弁を作動させ放流により定圧を保持する。調圧弁は応答性のよい空気作動とした。

補給水弁の急閉は、断続タイマーを設置し緩閉塞となるよう6分以上の時間を待つこととした。



7 未とめ

改良後、再度管内圧を測定した所、異常圧力の発生はなく十分な対応策であった。改良を終えて、管路の中の細かい空気溜りでも異常圧の発生をうながし、管路の伏設形状、運転方式に十分注意が必要である。弁の開閉速度は管路の形状により定数が変動することがあるので、適切な速度を目標とすべきである。また急排空気弁は、ポンプ急停止に多量の空気を流入させ、管の負圧防止に効果が認められ、今後更にその形状を明らかにする必要がある。

