

水圧管分岐部損失水頭の水理模型実験について

電源開発株式会社 中山 謙治

全

○清水 直次

水圧管分岐部が非対称Y分岐（分岐角約47度）し分岐前後の管径が異なる場合、分岐による損失水頭をできる限り小さくし、さらに両支管の流量配分比が等しいとき、これらの損失水頭が可及的等しいことが望ましいので、構造上、および施工上可能な範囲^②において4種の分岐部形状の比較実験を当社設計課目黒分室で行なった。

分岐部構造は図-1に示すとおりである。本実験においては便宜上、分岐点下流の彎曲部を分岐部に含むこととした。したがって、ここに述べる分岐による損失水頭係数には両支管の曲りによる損失係数も含まれる。衆知のように分岐による損失水頭は角度一定の場合、主として管の断面積比に支配される。しかし本管と支管の付根を隅取りするとか、支管入口に円錐部を設けることによって、さらにその損失水頭を小さくすることができる。本分岐部のように分岐角および管内径が定められている場合、損失水頭は当然1号管のほうが2号管より大きいが、円錐部形状の如何によつてはその差を縮めることが可能である。したがつて実験にあつては2号管、および本管と1号管との隅取り長さを一定として、1号管の円錐部のみを変化させた4種の分岐部模型について比較実験をおこなつた。(4)

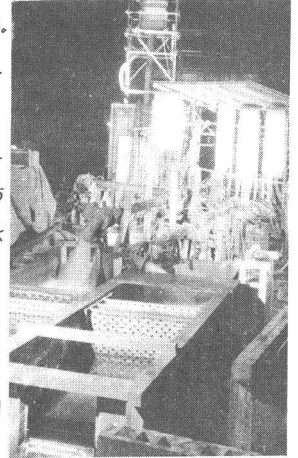


写真-1, 模型装置全景

模型製作の粗雑等に起因する損失水頭 および測定時の誤差はできる限り取除くために、

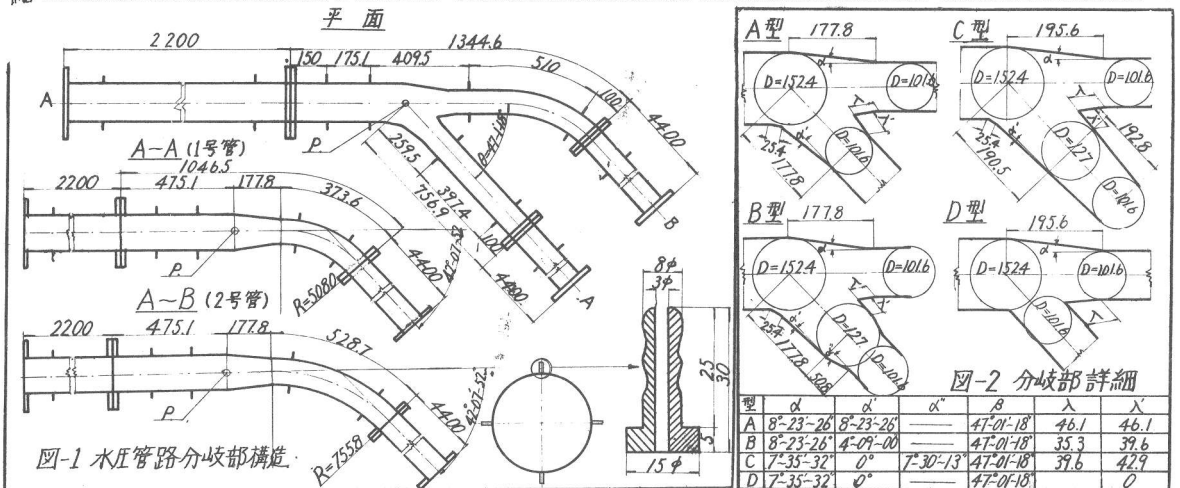
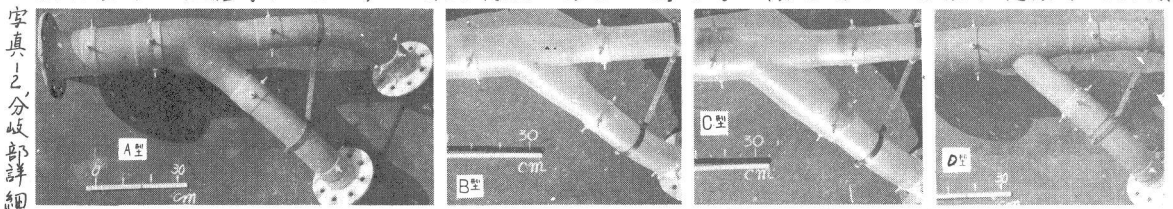


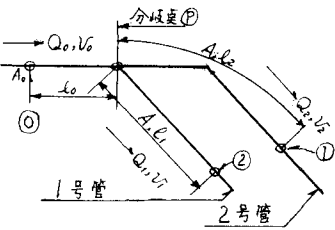
圖-2 分岐部詳細

型	α	α'	α''	β	λ	λ'
A	8°-23'-26"	8°-23'-26"	——	47°-01'-18"	46.1	46.1
B	8°-23'-26"	4°-09'-00"	——	47°-01'-18"	35.3	39.6
C	7°-35'-32"	0°	7°-30'-13"	47°-01'-18"	39.6	42.9
D	7°-35'-32"	0°	——	47°-01'-18"	——	0

模型構造、および実験方法は十分考慮した。分岐部模型は石膏で模型原型を作りこの上にガラス繊維を巻立てつポリエステル樹脂液を塗布固着させ乾燥後、石膏を壊して製作した。本管、および支管は引抜銅管を用いその長さは境界層が発達し固有の流速分布が確立されるまで（入口整流距離区間）、および分岐の影響が下流におよぶ区間を考慮して十分にとった。^②分岐管、および本支管の管径の製作誤差はそれぞれ0.4、および0.2%であった。各管のフランジ接合はすべてかみ合せとし、圧力測定孔の管内面のかえりは十分に取除いた。圧力測定は連動遮断コックを備えた16本立マンノメータ板を試作し、その遮断コックを閉じてすべてのマンノメータ水位を同時刻に読みとりこれを数回繰返し平均値を採ってその時の圧力値とした。実験使用水は越流水槽を経て一定流量となつたのち本管に入るがその範囲は右表の通りである。通常、分岐による損失水頭は分岐のみによる損失を考え管の摩擦による損失は含まない。本実験の場合もこの定義にしたがつた。分岐による損失水頭実験に先立ち、予備実験をおこない管内圧力状態を測定しその測定差をさだめた。管固有の摩擦による損失水頭係数は $f = 0.0131$ ($Re = 4.3 \times 10^5$ 以上) であつた。

管	流量 (kg/sec)	流速 (cm/sec)	レイノルズ数 ($\times 10^5$)
本管	23.6 ~ 66.2	129.37 ~ 362.90	1.9 ~ 5.5
1号支管	0 ~ 30.0	0 ~ 370.03	0 ~ 3.7
2号支管	0 ~ 36.0	0 ~ 446.51	0 ~ 4.5

各測定実験断面の平均流速、および平均内部圧力を求めて次のように整理した。



$$h_{b1} = f_{b1} \frac{V_1^2}{2g} = E_{op} - E_{1p} \text{-----} \textcircled{1}$$

$$h_{b2} = f_{b2} \frac{V_2^2}{2g} = E_{op} - E_{2p} \text{-----} \textcircled{2}$$

$$E_{op} = \frac{P_0}{W} + Z_0 + (1 - f \frac{L_0}{d_0}) \frac{V_0^2}{2g} \text{-----} \textcircled{3}$$

$$E_{1p} = \frac{P_{1p}}{W} + Z_{1p} + (1 + f \frac{L_{1p}}{d_1}) \frac{V_{1p}^2}{2g} \text{-----} \textcircled{4}$$

$$V_0 = 4Q_0/\pi d_0^2, \quad V_{1p} = 4Q_{1p}/\pi d_1^2, \quad Q_0 = Q_1 + Q_2$$

E_{op} = ① 点から、② 点のエネルギー推定高

E_{1p} = ①、或いは② 点から② 点のエネルギー推定高

h_{b1}, h_{b2} ; 1号管および2号管の分岐による損失水頭

f ; 管路の摩擦による損失水頭係数

f_{b1}, f_{b2} ; 1号管および2号管の分岐による損失水頭係数

各分岐部から求めた f_{b1}, f_{b2} は図-3 に示す。図から Q_1/Q_0 、 $Q_2/Q_0 = 0.5$ のそれぞれの値を求めると右表のようになる。これから、損失係数は円錐部を設けることによつて、設けない場合よりほぼ57~36%減少させることができた。さらにA~C型の結果から、円錐部長さは分岐点で分岐後、乱れを助長させない程度に短かく（円錐角は大きくなる。）することが望ましいようである。終りに、本実験の測定、ならび

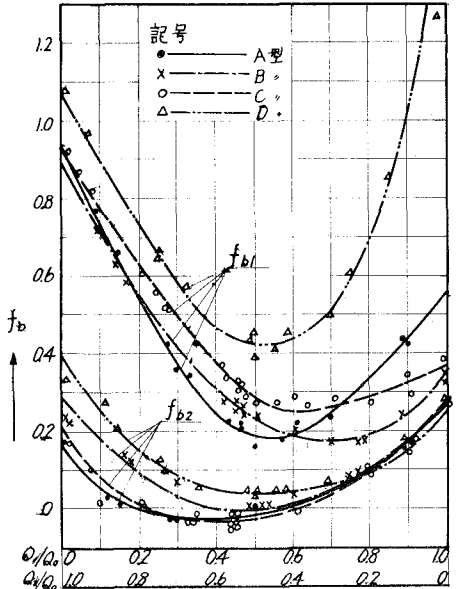


図-3 各分岐部に於ける損失水頭係数

型	1号管 円錐部	f_{b1}	f_{b2}	$f_{b1}-f_{b2}$
A	有	0.18	-0.02	0.20
B	"	0.23	-0.01	0.24
C	"	0.27	-0.03	0.30
D	無	0.42	0.04	0.38

に資料整理を担当された大成梅男、手塚徳治氏に厚く感謝の意を表する。

① U.S. Department of the Interior Bureau of Reclamation, VALVES, GATES, AND STEEL CONDUITS Chap. 2,

② 東北大. 高速研報第 11-109 伊藤英寛, 曲管の流れに関する理論的・実験的研究,