

水平管内スラグ流の流動と加速損失について

日本大学大学院 学生会員 ○村上 康博

日本大学大学院 学生会員 山田 泰正

日大生産工学部 フェロー会員 遠藤 茂勝

1. はじめに

相は姿形や状態を意味する言葉であり、物質はこの相を用いて、気相・液相・固相に大別することができ、これら各状態が混合した流体を混相流と呼ぶ。また、気相と液相の二相が混在した状態の流れは、気液二相流と分類することができ、他にも固気液三相流などが存在する。このうち気液二相流は、浚渫工事における軟泥の輸送や、発電所のエネルギー関連装置、化学工業装置など広汎に用いられている。そのため、気液二相流に関する研究は急速に進展している。しかし、冷却装置を中心とした小口径で短距離の研究が多く、軟泥輸送で使用されているような大口径で長距離輸送を対象としたものではない。また、管内の現象がきわめて複雑で、流動の可視化が困難なこともあり、十分な現象の解明に至っていない。

そこで本研究では、スラグ流の流動を解明する目的で水と空気を用いた可視化による研究を行った。

2. 実験概要

本実験で使用した装置を Fig.1 に示す。管路延長 $L=600\text{m}$ 、管内径 $d=38\text{mm}$ の透明なビニール管を用いてかしか実験を行った。気相である圧縮空気はエアコンプレッサーから供給され、エアドライヤで水分を除去した後、空気流量計で検定し管内に流入する。一方、液相である清水はタンクからポンプによって供給され、流量計を通して検定されたのち管内に流入する。気相と液相を同時かつ連続的に供給することから混合流が発生する。また、実験条件は Table.1 に示す気液流量比の 72 条件とした。測定は、スラグ流速度を $V1\sim V5$ 、周期は $T1\sim T5$ の各 5 地点、圧力は $P0\sim P5$ の 6 地点で測定を行った。

3. 実験結果および考察

スラグ流の基本的な特性として流動距離によるス

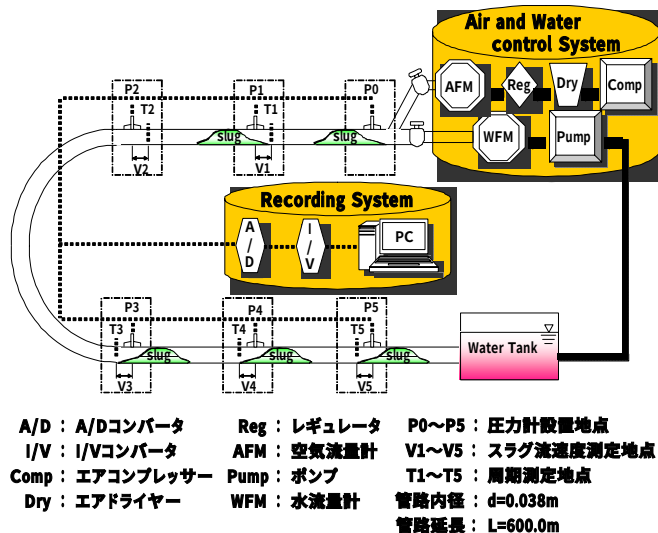


Fig.1 実験概略図

Table.1 実験条件

		氣液流量比(Qw/Qa)					
		Qw (l/min)					
		12.0	20.0	28.0	36.0	44.0	52.0
Qa (Nl/min)	60.0	0.200	0.333	0.467	0.600	0.733	0.867
	80.0	0.150	0.250	0.350	0.450	0.550	0.650
	100.0	0.120	0.200	0.280	0.360	0.440	0.520
	120.0	0.100	0.167	0.233	0.300	0.367	0.433
	140.0	0.086	0.143	0.200	0.257	0.314	0.371
	160.0	0.075	0.125	0.175	0.225	0.275	0.325
	180.0	0.067	0.111	0.156	0.200	0.244	0.289
	200.0	0.060	0.100	0.140	0.180	0.220	0.260
	220.0	0.055	0.091	0.127	0.164	0.200	0.236
	240.0	0.050	0.083	0.117	0.150	0.183	0.217
260.0	0.046	0.077	0.108	0.138	0.169	0.200	
280.0	0.043	0.071	0.100	0.129	0.157	0.186	

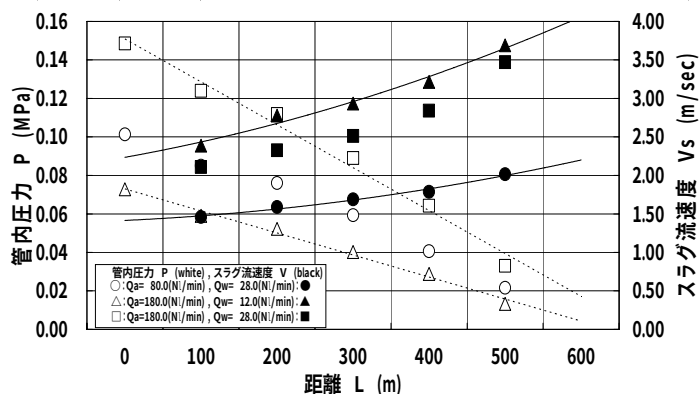


Fig.2 スラグ流速と管内圧力

ラグ流速と管内圧力について検討を行ったものが Fig.2 である。これは横軸に測定地点 L、縦軸にラグ流速 V_s 、管内圧力 P をとり、流動距離による変化について示した。図より気液流量比の異なる条件を

キーワード： スラグ流，気液二相流，加速損失水頭

連絡先 〒272-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 TEL047-474-2445

載せているが、すべての条件においてスラグ流速が増加し、スラグ発生地点において圧力が高く、気相が圧縮されたまま流動している。流動距離が進むと徐々に膨張し速度が加速するので流動距離が進むと速度が増加するものと考えられる。また圧力は、気相が膨張し大気圧に近づくため低下することがわかる。これより、スラグ流速の増加は気相の膨張が起因となっているものと考えられる。

各地点の速度水頭と圧力水頭を求めて水頭の変化について推算すると圧力水頭は速度水頭よりかなり大きく、圧力水頭の減少に伴う速度水頭があまり増加しないことから、加速損失について検討する。流動距離と水頭をパーセント表示したものを Fig. 3,4 にそれぞれ示した。縦軸に水頭、横軸に流動距離をとり、液相、気相別に示している。液相流量を一定にし、気相流量を増加させると、加速損失水頭は減少傾向を示し、管路出口に近づくに従い増加して約 50%前後にまでなっている。また、気相流量を一定で、液相流量を増加させた場合には、液相流量の増加に伴い加速損失水頭は増加傾向を示した。

液膜部の液体は液相スラグに吸収されるときに加速され、この加速のためにスラグ先端部で圧力損失が生じることから、スラグ先端からスラグ内に流入する質量について検討を行った。混相流比と流入質量を示したものを Fig.5,6 に示した。縦軸に流入する質量、横軸に気液流量比をとり、気相、液相それぞれ変化させ距離別で示した。100m地点では、流入質量が一様に変化しており、気液流量比が流入質量に大きく関係していることがわかる。これは初期流速にあまり変化がないためだと考えられる。500m地点では、気液流量比に対して一様な変化ではなく、ある一定な点で流入質量が最大値を示している。これにより、Fig.5,6 のような加速損失水頭が一定的な変化ではないことがわかる。

4. まとめ

スラグ流の速度が速ければ、管底の液相の上を流動するような形となるが、流動が遅い場合には、管底の液相を取り込みながら流動するため加速損失が大きくなり、その変化は距離が長ければ、その分だけ顕著に現れる。

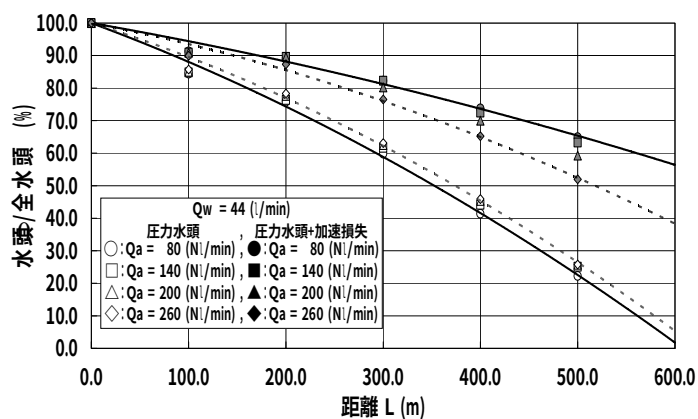


Fig.3 流動距離と水頭 (1)

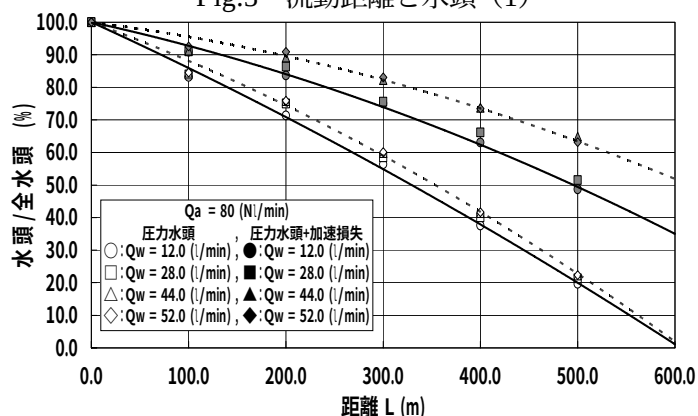


Fig.4 流動距離と水頭 (2)

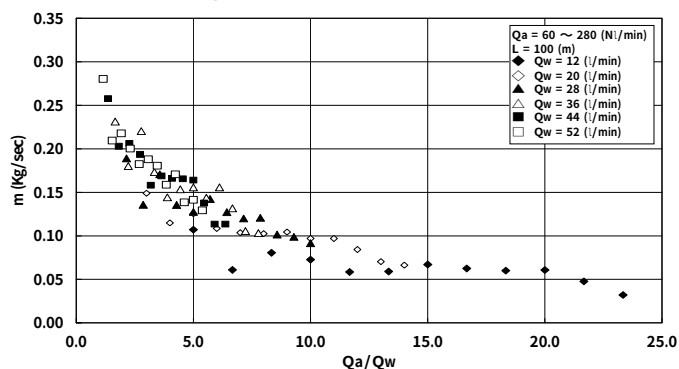


Fig.5 流入質量と気液流量比 (1)

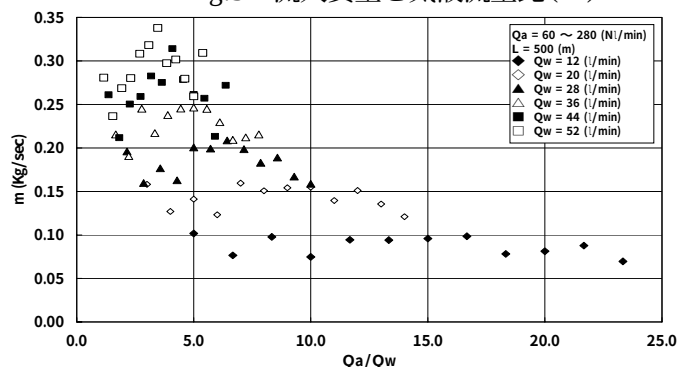


Fig.6 流入質量と気液流量比 (2)

参考文献

- 1) 小川元, 遠藤茂勝: スラグ流の発生メカニズムと流動解析, 土木学会流体力の評価とその応用に関する研究論文集, Vol.2, pp77~82, 2003.
- 2) 日本機械学会編: 気液二相流ハンドブック, コロナ社, pp260-268, 1989.