

水平気液混相流における液相特性と流動について

学生会員	日本大学大学院生産工学研究科	山下	浩二
学生会員	日本大学大学院生産工学研究科	○幕内	真一朗
フェロー会員	日本大学教授生産工学部土木工学科	遠藤	茂勝

1. はじめに

圧縮空気をういた混相流をスラリー輸送に応用する場合、従来のポンプ輸送と異なり大量の水を必要とせず容易に輸送することが出来る。それは管内に圧縮空気を混入することで、壁面付近に混在する気泡が管路内の断面での粘性摩擦抵抗の軽減に寄与するためだと考えられる。その結果、所要動力の軽減が図れるなどのメリットがあり浚渫工事などに採用されるようになってきた。しかし、混気圧送システムについては機械分野における工場内での粉体や粒体輸送についての研究が多く、大口径、長距離、高濃度スラリー輸送に関する研究は少なく現象解析が十分でない。そこで本著者らは、スラグ流に関する管内の流動特性の解明し、土砂を輸送する際の所要動力を算出することを目的とし、ここでは管内圧力と速度の相関特性について検討をおこなった。

2. 実験概要

本実験で使用した実験装置は、Fig.1 に示したように、管内径 $d=3.8\text{cm}$ 、全長 $L=600.0\text{m}$ の塩化ビニールパイプを使用した。圧縮空気送気用として最大容量 2000Nl/min のエアークンプレッサー、給水用として最大容量 60Nl/min のポンプを用いて、水と空気、CMC と空気を同時に供給することによりスラグ流を発生させ、スラグ流の速度・圧力の測定を行った。ここで、CMC とはカルボキシメチルセルロースと呼ばれるゲル状の有機性粘性体であり、温水だけでなく冷水にも溶解し、透明無臭で $1.8\sim 2.0\text{ dPa}\cdot\text{s}$ の粘度をもつ化学物質である。

測定緒元として、スラグ流速についてはストップウォッチを用いて目視計測を行い、圧力測定は管内に設置した圧力センサーによりパソコンに収録した。尚、測定地点について、圧力は 0.0～500.0m 区間を 100.0m 間隔で 6 地点、速度は 90.0～490.0m 区間を 100.0m 間隔で 5 地点、10.0m 区域のスラグ流の

キーワード：気液混相流，スラグ流，圧縮空気，土砂輸送

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 Tel 047-474-2445

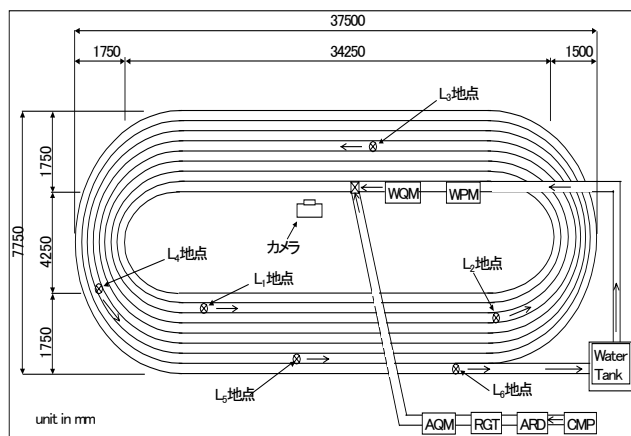


Fig.1 実験装置概略図

Table.1 実験条件一覧

水		CMC	
Qma (Nℓ/min)	Qw (ℓ/min)	Qma (Nℓ/min)	Qc (ℓ/min)
60	12	60	4
80		80	
100		100	
120		120	
140		140	
160		20	8
180		28	
200		36	
220		44	
240		52	
260			
280			

通過時間より算出した.

なお本実験における実験条件については Table.1 に示す通りである。

3. 実験結果及び考察

Fig. 2, 3は水、CMC 流量を一定条件とし、空気流量の変化に伴う管内圧力、スラグ流速を測定地点でパラメータにとって示したものである。これらのグラフから水を供給した場合、空気流量が増加するほど管内圧力、スラグ流速、共に上昇し、さらに管路の遠方になるほど両者とも上昇することが確認された。CMC を供給した場合、管内圧力に関してはあまり上昇傾向が見られず、減少している初期供給

量も確認できた。しかしスラグ流速に関しては水と同様の傾向に上昇傾向にあった。水とCMCを比較した場合、水の場合は、0.005～0.07MPa、CMCの場合は、0～0.35MPaという具合に管内圧力は著しく増大している。これは、粘性が大きく影響していると考えられる。スラグ流速に関しては同様の上昇傾向を示しているが、あまり増大していないことがわかる。

次に、Fig4, 5は空気流量を一定条件とし、水、CMC流量の変化に伴う管内圧力、スラグ流速を測定地点でパラメータにとって示したものである。この結果によれば水の場合、管内圧力は供給流量の増加に伴い増加し、特に管路の遠方での増加傾向が著しい。これは水、CMC供給流量が多いので、スラグ流の長さが長くなり圧力損失が増大する為と考えられる。しかし全体の傾向としては供給流量に関係なく遠方ほどスラグ流速が増加することが分かる。またCMCを供給した場合、管内圧力に関しては水を供給した場合と同様の傾向にあり、スラグ流速に関しては管路の出口付近において上昇するという異なった傾向が見られた。

以上のように、空気の圧縮性によりスラグ長が長くなりそれに伴う圧力損失が増大する為、スラグ流速は増加している。また粘性の高いものを供給することにより管内圧力の増加が著しいことがわかる。しかし、供給流量の変化に伴う変動が微小であったことから、これから実際に土砂を輸送していく際の所要動力の推算に適用できる結果が得られた。これらを踏まえ、今後は実際に土砂を対象として流動特性の把握、さらに輸送効率という観点から最適供給量の推算を検討したいと考えている。

参考文献

- 1) 小川元・田崎道宏・落合実・遠藤茂勝(2001): 長距離管路内における液相スラグの流動特性に関する研究, 海洋開発論文集, Vol.17, pp625-630
- 2) 小川元・田崎道宏・落合実・遠藤茂勝(2001): 水平スラグ流輸送における圧力, 速度特性について, 海岸工学論文集, Vol.48, pp1006-1010
- 3) 日本機械学会編: 気液二相流ハンドブックコロナ社, pp260-271, 1989.
- 4) 赤川浩爾, 日本機械学会編: 気液二相流, pp1～83, (1995)

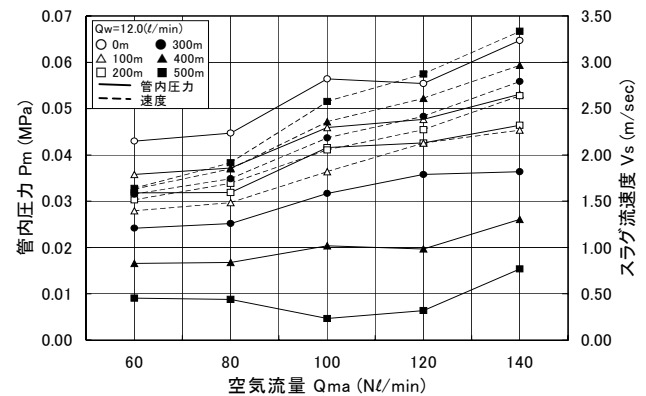


Fig.2 空気流量と管内圧力, 速度 (水)

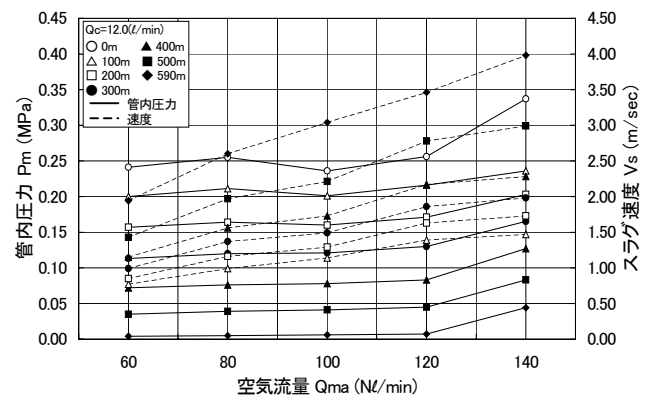


Fig.3 空気流量と管内圧力, 速度 (CMC)

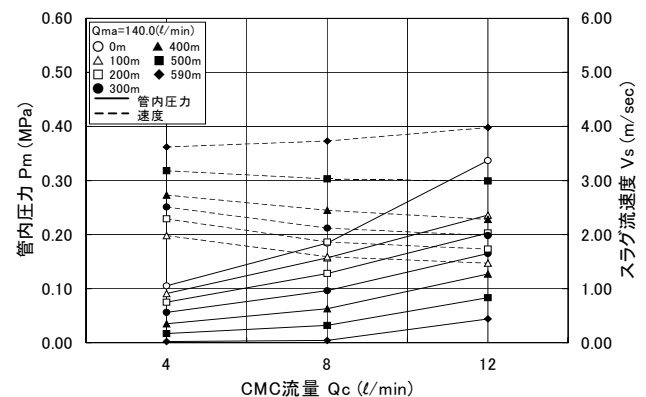


Fig.4 水流量と管内圧力, 速度

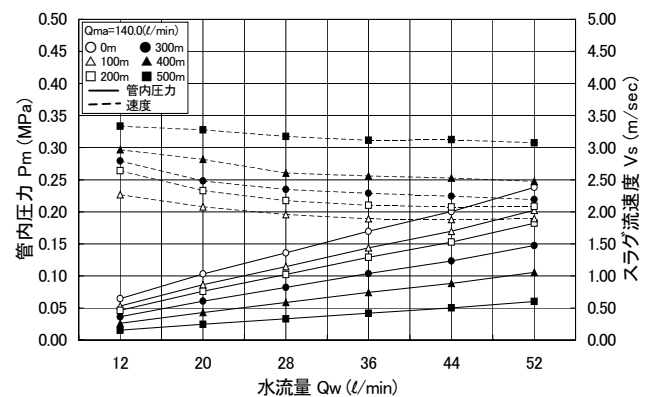


Fig.5 CMC 流量と管内圧力, 速度