

図2に示すスクリーン塵埃浮流装置⁽²⁾が提案されており、既に一部の河川では設置・稼動している。

本装置では、基本的には、給気ブローアにより圧縮された空気は、高圧空気用ホース及び電磁弁を介して給気管へ導入され、給気管に設けられた小孔から噴出する。スクリーンに付着した塵埃は、この噴流により剥離され、気泡の浮力により浮流し、結果として下流へと移流する。

これまで、河川等へ本装置を設置する上で必要な給気管の体積と本数、さらには給気管に設けられた小孔の直径と個数に対する最適な供給空気流量及び空気圧力などの最適な運転条件の検討が行われていなかった。

本研究では、スクリーン塵埃浮流装置の運転時の最適条件を同定する基礎データ収集を目的に、給気管へ供給する空気圧力をパラメータに給気管に設けられた小孔出口圧力の特長について調べる。また、CFDソフトを用いて給気管内外の流動特性についても検討した。以下に、これら結果について報告する。

2. 実験装置及び方法

給気管本体の形状を図3に示す。給気管は、内径が14mmの中空鋼管で、全長は1200mmである。空気噴出孔の形状はいずれも円形で、同一線上に5箇所配した。孔直径が4mmの給気管をType I、5mmの管をType II、そして6mmの管をType IIIとした。いずれのタイプにおいても給気管上部から322mmの位置に最初の噴出孔を、以

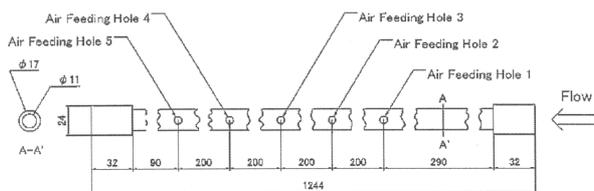


図3. 給気管本体の形状

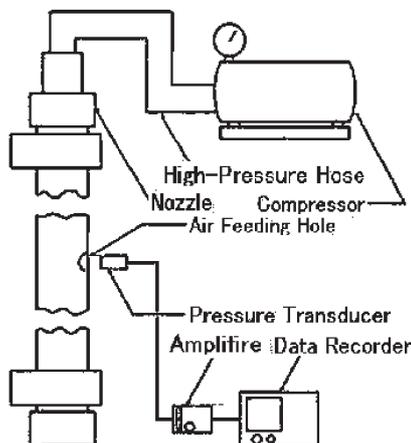


図4. 実験装置概略

降200mmの等間隔に小孔を配した。

実験は、給気管本体を直径10mmの高圧空気用ホースを介して圧縮機に接続し、圧縮機圧力をパラメータに各給気管空気噴出孔出口の全圧を圧力センサー (TEAC:HEM-375-25SG) で測定した。測定は、噴出孔の出口から1 の位置に圧力センサーのセンサー面が小孔面と平行になるよう固定し、小孔1箇所につき3回測定した。圧力センサーで測定したデータは、増幅器(TEAC: SX25)を介してデータレコーダ (GRAPHTEC:WR9000) に電圧として記録され、これを換算して圧力を求めた。実験条件によっては測定値が変動する結果も見受けられたが、ここではその平均値を求めた。

3. 数値計算

汎用ソフト (CFD2000) を用いて給気管内外の流動特性を調べた。本ソフトのソルバーには、有限体積法が用いられている。

計算対象である幾何形状は、ほぼ給気管形状に一致させ、格子点数は180×104個の矩形格子、境界条件には、流入・部で圧力型を、流出部で流出境界を与え、壁面は粘着条件を与えた。

計算は、給気管へ供給する空気圧力をパラメータに、給気管内外の速度分布及び圧力分布 (特に、噴出孔出口圧力) から、供給空気圧力や噴出孔径の違いに対する流動特性について検討した。

4. 結果および考察

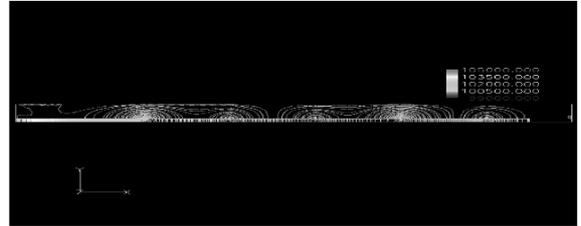
給気管小孔出口の圧力 (全圧) 分布を、管へ供給する空気圧力をパラメータに図5に示す。測定中、小孔出口の圧力の測定値は変動したが、平均値とした。空気噴出孔出口圧力の平均値は、全ての結果で、給気管へ導入される空気圧力の増加に伴い増加していることが分かる。また、給気管小孔の直径が小さくなるに伴い、噴出小孔出口の平均圧力は増大し、給気管下流部で逆圧力勾配を形成していることが分かる。このような傾向は給気管小孔の直径が小さくなるほど顕著となり、また大きな圧力変動も見られた。これは、供給された空気が下流でせき止められ給気管内の平均圧力の上昇をもたらしていると考えられる。

図6に、計算結果の一例として、給気管内外の圧力分布を示す。給気管へ供給する空気圧力の増加に伴い管内圧力が上昇すること、ここでは示していないが、同じ給気管形状でも供給空気圧力の増加に伴い、給気管内流れ野方向の圧力分布が大きく変動し、局所的に高い圧力を

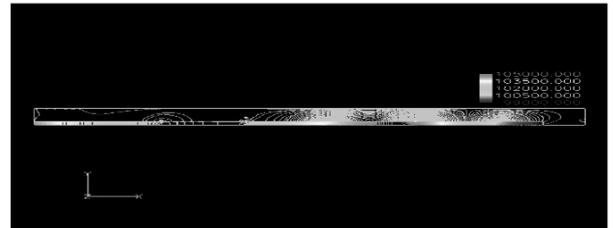
維持する領域が生ずるなど、結果として急激な圧力変動をもたらしていることが分かった。

図7は、これら計算結果から求めた給気管空気噴出孔出口の平均圧力分布を、供給空気圧力及び噴出孔径をパラメータに、それぞれ示したものである。給気管へ供給する空気圧力の増大及び噴出孔径が減少するに伴い噴出孔出口圧力が増大し、管内平均圧力の増大をもたらし管先端部で逆圧力勾配を形成することなど、定性的にはほぼ実験結果を裏付ける結果を示していることが分かる。なお、給気管内に発生する圧力脈動は、給気管内で局所的かつ急激な圧力の増減をもたらす、ひいては空気

を供するブローアーなど構成装置の破損や破壊をもたらす原因ともなることから、圧力脈動の発生しない運転条件を見出すことが必要となる。

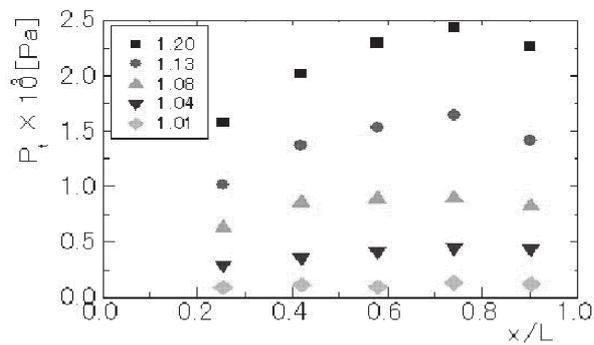


(a) $P_{in}=102327[Pa]$

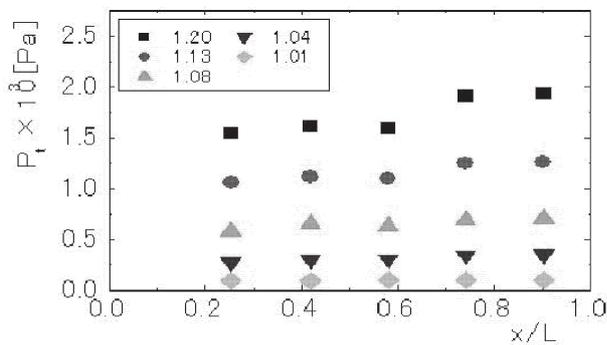


(b) $P_{in}=121508[Pa]$

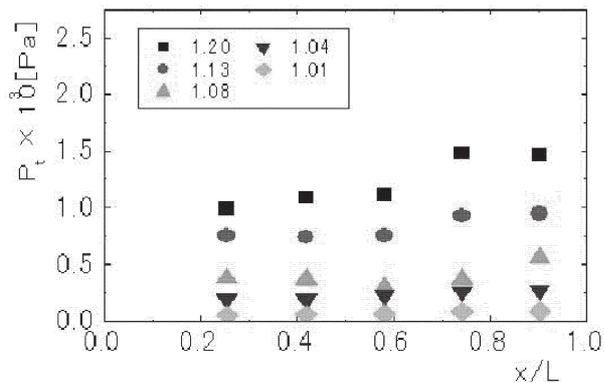
図6. 計算結果の一例



(a) Type I

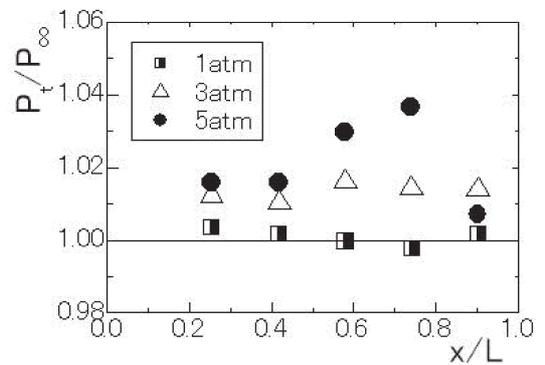


(b) Type II

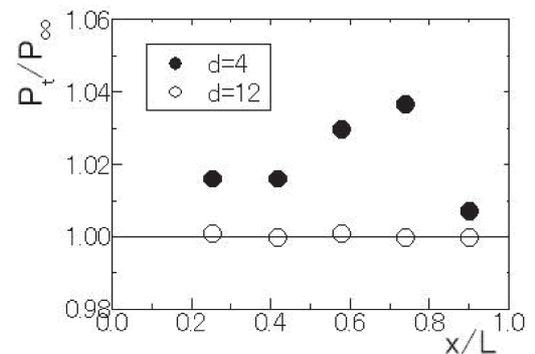


(c) Type III

図5. 給気管小孔出口圧力分布



(a) 供給空気圧力の効果



(b) 小孔直径の影響

図7. 給気管小孔出口の圧力

5. 結言

スクリーン塵埃浮流装置の基礎データ収集を目的に、給気管へ供給する空気圧力をパラメータに給気管に設けられた小孔出口圧力について調べた。また、CFDソフトを用いて給気管内外の流動特性についても検討した。得られた結論は次の通りである。

- (1) 給気管へ供給する空気圧力の増加に伴い、噴出孔出口の平均圧力はほぼ単調に増加する。
- (2) 給気管へ供給する空気圧力が一定の場合、噴出孔径の減少に伴い管内平均圧力は増加し、軸方向に逆圧力勾配を形成する。
- (3) 給気管に供給する空気圧力の増加や噴出孔径の減少に伴い噴出孔出口圧力の変動は増大し、結果として圧力脈動を生ずる。

水噴流の衝撃力は、空気噴流に比べ1000倍程度であり、塵埃除去には水噴流が有効と考えられる。しかしながら、静水圧下、給気管噴出孔出口の圧力が増大することから、より大きな圧力脈動を生ずる可能性がある。水槽を用いた測定により、噴流の挙動を含め今後検討する予定である。

文 献

- (1)川の科学なぜなぜおもしろ読本, (株)建設技術研究所広報委員会編, 1997.
- (2)スクリーン塵埃浮流装置の実験資料, (株)大和機械設備, 2003