



### 3. 実験結果

実験から得られた気泡添加率とフロー値の関係を図-2に示す。フロー値 80mm(流動性なし)のプロットは、気泡添加前の状態を表す。流動性を表すフロー値は、山砂の含水比が高いほど低い気泡添加率で大きくなる。また含水比に因らず、気泡添加率が高いほどフロー値も大きくなる。したがって、山砂の含水比が低くとも、気泡添加率を大きくすれば、ある程度の流動性を得ることが可能といえる。

図-3は、気泡添加率(0%を除く)とベーンセン断強さの関係である。含水比が高いほどベーンセン断強さは低い値を示しているが、気泡添加率が上がると初期含水比による差がなくなる傾向がみられる。

図-4は気泡添加後の含水比とフロー値の関係を、初期含水比ごとに比較した結果である。気泡は水と起泡剤で作製されるため、気泡添加率が高くなるほど、含水比は上昇する。つまり、気泡添加後の含水比が大きいことは気泡添加率が高いことを示す。例えば  $w=20\%$  付近でのフロー値に着目すると、初期含水比  $w=20\%$  の場合は流動性がないが、初期含水比  $w=15\%$  の地山に対して気泡を添加して含水比が 20.5% まで上昇した場合には、160mm のフロー値が得られている。これは、単に山砂に加水をしても流動性は得られず、流動性の付与には気泡の添加が作用していることを示している。また、気泡を添加していくと、図-3 のベーンセン断強さと同様に初期含水比による差が無くなる傾向がみられる。

図-5に、スクイーズポンプでの圧送を試みたケースのフロー値とベーンセン断強さの関係を示す。ここでは、気泡混合土の圧送中に管内圧力が大幅に上昇した場合や、実吐出量が理論吐出量の 50% 以下となった場合については、実用面を考慮して圧送不可と判定している。結果的に、今回の機械能力と配管長の条件下では、フロー値が 150mm 以上、ベーンセン断強さが  $1500\text{N/m}^2$  以下であれば問題なく圧送できる結果となった。これらの条件を満たす添加率は、山砂の初期含水比によって異なる。圧送可能な場合の圧送量は、実流量で最大  $70\text{L/min}$  ( $4.2\text{m}^3/\text{h}$ ) ほどであった。

### 4. おわりに

ライフラインの埋戻し材として使用される山砂の掘削・輸送作業に関して、気泡添加による作業効率化について基礎的検討を行った。必要な気泡添加率は山砂の初期含水比に依存すること、所定の流動性を付与することでスクイーズポンプを使った圧送が可能であることが分かった。今後は掘削作業の効率化が課題と考えている。

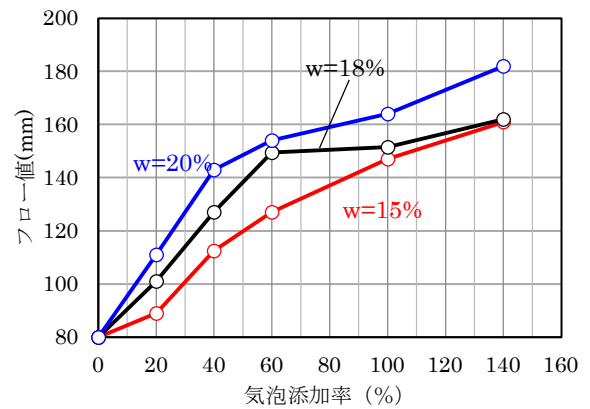


図-2 気泡添加率とフロー値

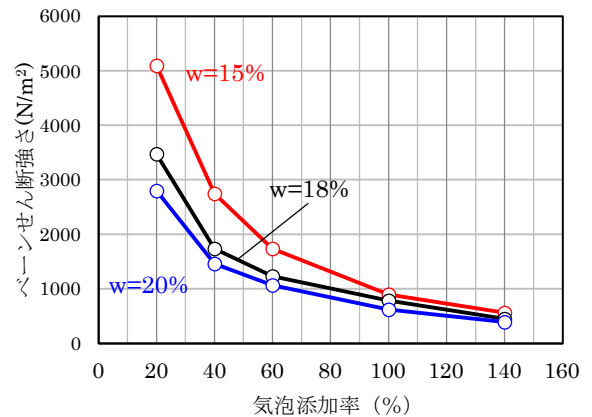


図-3 気泡添加率とベーンセン断強さ

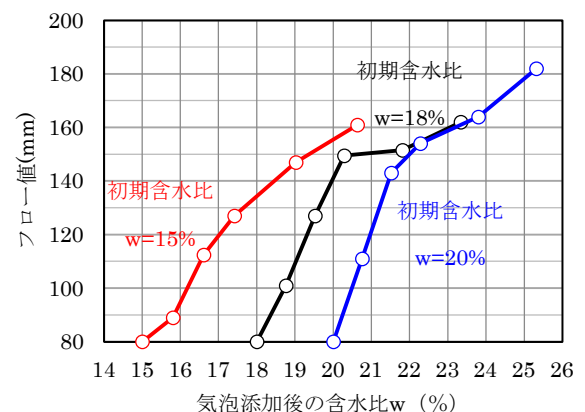


図-4 気泡添加後の含水比とフロー値

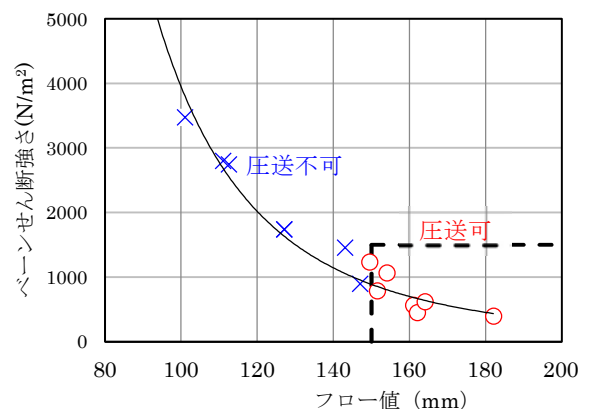


図-5 フロー値とベーンセン断強度