

ポンプ機種ベント管とテーパ管の位置の違いが圧送性に及ぼす影響 その 15 圧送性評価ソフトの精度の向上

正会員 ○岸 繁樹^{*1} 同 高見 錦一^{*2}
同 岩清水 隆^{*3} 同 山崎 順二^{*2}
同 中村 成春^{*4} 同 永田 哲夫^{*1}

コンクリート ポンプ 圧送性
管内圧力損失 ソフト 根元圧力

1. はじめに

管内圧力損失 (K 値) はコンクリートに使用されている材料の特性やフレッシュコンクリートの性状によって異なる。また、高強度コンクリートなどでは「コンクリートポンプ工法施工指針・解説 (日本建築学会)」に示されている K 値の標準値と異なることが指摘されている。筆者らは、圧送実験を通して、管内圧力損失をコンクリートの調合や性状から推定する式を提案し、それらの式を使用してポンプ圧送性を評価するソフトを作成し、近畿生コンクリート圧送協同組合のホームページで公開している。圧送性評価ソフトでは、**図 1** に示すように設定スランブ 18cm 以上と 15cm 以下で管内圧力損失推定式を使い分けている²⁾。圧送性評価ソフトの精度向上を図るために、2018 年の実験結果を加えて、管内圧力損失推定式を再検討した。

2. コンクリートの調合・性状と圧力損失提案式

2018 年の実験結果と 2013 年以降の実験結果^{1~4)} を合わせて、吐出量 60m³/h 時の直管 125A の圧力損失とコンクリートの調合条件、フレッシュコンクリート性状との関係を設定スランブ 15cm 以下と 18cm 以上に分けて**図 2** に示す。

圧力損失は、水セメント比の増大に伴い小さくなり、単位セメント量の増大に伴い大きくなる傾向が認められる。また、コンクリートの単位容積質量の増大に伴い圧力損失は大きくなる傾向が伺える。

本年度の実験データおよび 2013 年以降の実験データを基に重回帰分析を行って、125A 輸送管の圧力損失を求めるための傾き a と切片 b の実験定数を定めた。重回帰分析では変数減少法によって説明変数を絞り込んだ。なお、調合条件の内、呼び強度、水セメント比、単位セメント量は相関が大きいため、重回帰分析における説明変数はそのうちの一つに絞り込み、スランブとスランブフローも相関が大きいため、そのうちのいずれかとした。

得られた、設定スランブ 15cm 以下のコンクリートの圧力損失推定提案式を式 (1) に、設定スランブ 18cm 以上のコンクリートの圧力損失推定提案式を式 (2) に示す。なお、重回帰分析では、荷卸し時のスランブ値を用いた。



図 1 管内圧力損失推定式の使い分け

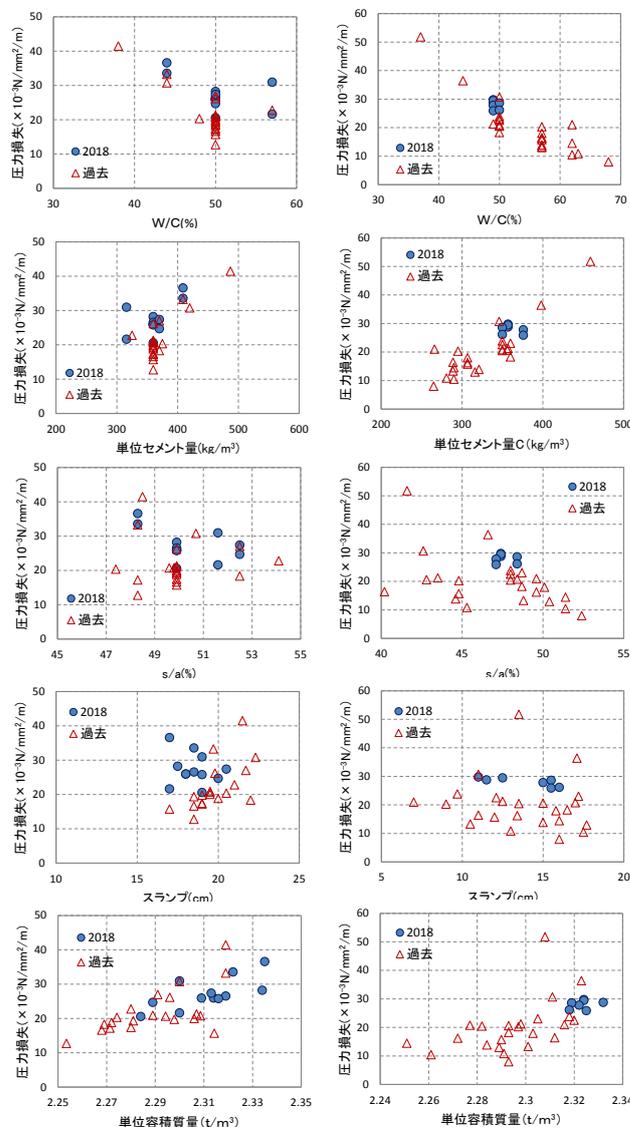


図 2 調合・性状と管内圧力損失 (60m³/h 時)

$$K = a \cdot Qd + b$$

K : 125A 直管の管内圧力損失 ($\times 10^{-3} \text{N/mm}^2/\text{m}$)

Qd : 実吐出量 (m^3/h)

a, b ; 実験定数

<スランプ 18cm 以上 : a_1, b_1 > (1)

$$a_1 = -8.4304 + 0.01373 \times s/a + 0.00164 \times C + 3.246 \times W_0$$

$$b_1 = 14.360 - 0.4671 \times s/a + 0.7177 \times SL$$

<スランプ 15cm 以下 : a_2, b_2 > (2)

$$a_2 = -0.1716 + 0.00193 \times C - 0.0124 \times SL$$

$$b_2 = -189.2 + 0.2997 \times s/a + 0.0428 \times C + 71.082 \times W_0$$

C : 単位セメント量 (kg/m^3)

s/a : 細骨材率 (%)

SL : スランプ (cm)

W_0 : コンクリートの単位容積質量 (t/m^3)

3. 圧力損失提案式の検証

圧力損失測定値と、前述で得られた圧力損失推定提案式を用いて算定した圧力損失推定値の関係を図 3 に示す。設定スランプ 18cm 以上、15cm 以下とも、過去の実験結果も含めて直線関係にあり、今回提案した式で、概ね近い圧力損失が推定できている。

推定誤差 ((推定値 - 測定値) ÷ 測定値) は、 $60 \text{m}^3/\text{h}$ 以上ではほぼ $\pm 20\%$ 以内に納まっている。

本年度の実験結果の配管根元圧力 P1 の測定値と、前述の提案式を用いて 125A 輸送管の圧力損失を算定して、P1 位置の管内圧力を推定した。その関係を図 4 に示す。なお、100A 輸送管の管内圧力損失は、本年度の実験結果より 125A 管の 1.63 倍とし、換算長は、ベント管、テーパー管は直管の 5 倍で算出している。

125A 輸送管の圧力損失を圧力損失の大きな根元に近い値から定めた推定式であり、根元圧力の算定値としては、測定値を全て上回る結果となった。ほぼ 2 割程度大きな推定結果となっており、評価ソフトでの活用では、安全側の評価となる。

4. まとめ

本年度の実験結果と 2013 年以降の実験結果を基に、圧送性評価ソフトで使用している圧力損失推

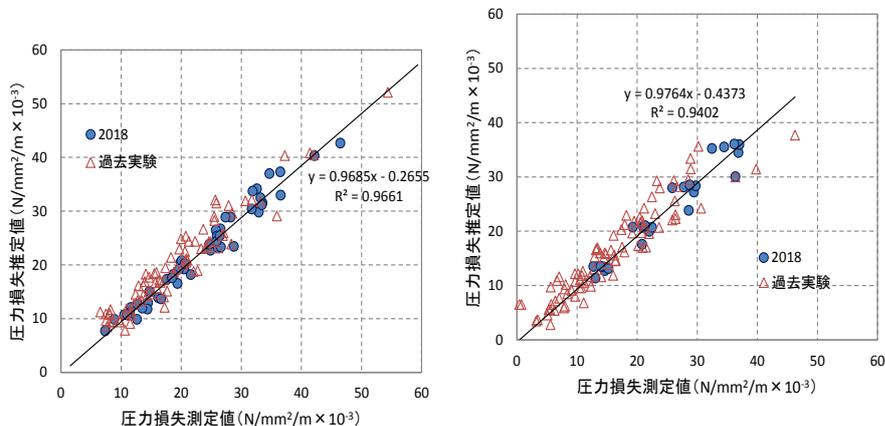
定式の見直しを行ない、設定スランプ 15cm 以下の場合と設定スランプ 18cm 以上の場合で、それぞれ、コンクリートの調合や性状を基に圧力損失を推定する式を提案した。

今回のいずれの提案式も、管内圧力損失を概ね $\pm 20\%$ 以内に推定することができる。その推定した圧力損失を用いて圧送負荷 (輸送管根元圧力) を算定した場合、比較的精度良く実測値以上の値となる。

今後、今回の提案式を圧送性評価ソフトに組み込み、より推定精度の良い、使い易いソフトに改良したい。

【参考文献】

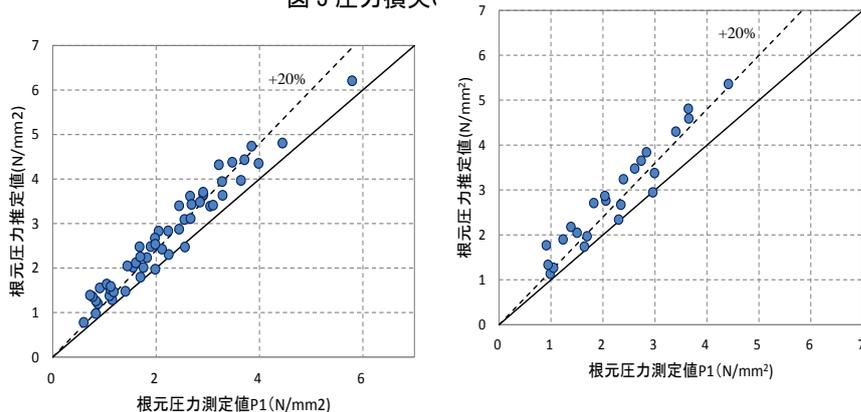
- 1) 岸他、暑中期におけるコンクリートの圧送性に関する研究、その 1~11 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、2017
- 2) 岸他、ポンプ機種が圧送性に及ぼす影響と閉塞危険性の評価、その 1~17 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、2016
- 3) 永田他、スランプと使用材料の違いが圧送性に及ぼす影響、その 1~8 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、2015
- 4) 岸他、調合条件の違いがコンクリートの圧送性に及ぼす影響 その 1~8 日本建築学会大会学術講演梗概集 A-1、2014



(a) スランプ 18cm 以上

(b) スランプ 15cm 以下

図 3 圧力損失の測定値と推定値



(a) スランプ 18cm 以上

(b) スランプ 15cm 以下

図 4 輸送管根元圧力の測定値と推定値

*1 近畿生コンクリート圧送協同組合

*2 (株) 浅沼組

*3 (株) 竹中工務店

*4 大阪工業大学

*1 Kinki Ready-Mixed Concrete Pumping Cooperative

*2 Asanuma Corporation

*3 Takenaka Corporation

*4 Osaka Institute of Technology