

B-64

コンクリートポンプ工法における水平換算距離と管内圧力に関する文献的検討
 Investigation on Literature of Relationship between Horizontal Conversion Distance
 and Pressure in Pipe by Pumping Methods

串田真基¹, 中田善久², 大塚秀三³, 宮田敦典⁴

Masaki Kushida¹, Yoshihisa Nakata², Shuzo Otsuka³, Atsunori Miyata⁴

Abstract: This Study, We Investigated The Literature on The Converted Horizontal Length and The Pressure in Pipe by Pumping Methods, As a Result, The Pressure in Pipe of The Base Transport Tube Showed a Tendency to Increase as The Distance Increases. Also, Influence of Converted into Horizontal Length on Pressure Loss Per Unit Length Showed Little.

1. はじめに

日本建築学会「コンクリートポンプ工法施工指針・同解説 2009」¹⁾(以下、ポンプ指針とする)において、コンクリートポンプ車および輸送管は圧送負荷を考慮して選定するとされており、その圧送負荷は管内圧力損失と水平換算距離の積で求められる。

管内圧力損失の標準値は、1979年のポンプ指針で定められた。その後、1994年の改定において、近年の高強度コンクリートや高流動コンクリートなどの粘性が高いものは、従来の管内圧力損失の標準値より著しく大きくなる傾向にあることを記述した。しかし、現状のポンプ指針において、管内圧力損失は吐出量、スランプおよび水セメント比に影響するとされているものの、水平換算距離と管内圧力損失の関係については不明な点が多い。

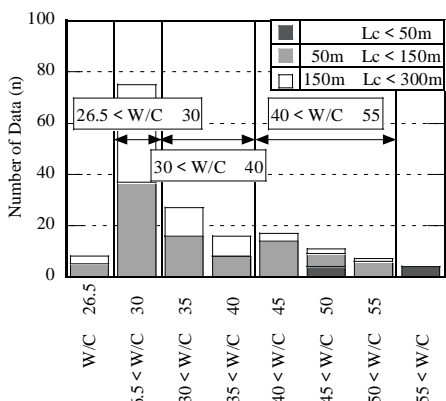


Fig.1 Distribution of Water-Cement Ratio

2. 文献調査の概要

(1) 調査対象とした文献の概要

調査対象は、1990年から2011年までの22年間に、日本建築学会(構造系論文集、技術報告集および大会学術講演梗概集)、土木学会(論文集および年次学術講演会講演梗概集)およびコンクリート工学協会(コンクリート工学年次論文集)において発表されたものとした。このうち、調査条件として、セメントの種類(N,M,L)および高性能AE減水剤を用いて、ピストン式ポンプ車により配管形式(配管径5B)のものを対象とした。ただし、混和材を使用したものを除外した。その結果、管内圧力に関する文献は25編が該当した。

(2) 検討対象とした文献の概要

水セメント比の分布を Fig.1 に示す。対象とした文献データを加味した結果、水セメント比は26.5%以下および55%以上は対象から除外し、26.5 < W/C 30, 30 < W/C 40 および 40 < W/C 55 の3つの区分で検討した。また、単位セメント量が 300kg/m³ 以下および 650kg/m³ 以上も同様に対象から除外した。

(3) 水平換算距離の算定

文献中に水平換算距離が表記されているものはその値を用いた。また、文献中に水平換算距離が表記されていないものは、輸送管の構成が表記されているものだけに限り、土木学会コンクリートライブラリー「コンクリートのポンプ施工指針 2012年版」²⁾の換算係数を用いて算定した値を用いた。

そこで、本研究は、水平換算距離の違いが管内圧力損失に及ぼす影響を明らかにするために文献調査を行い、これらの関係について検討を行った。

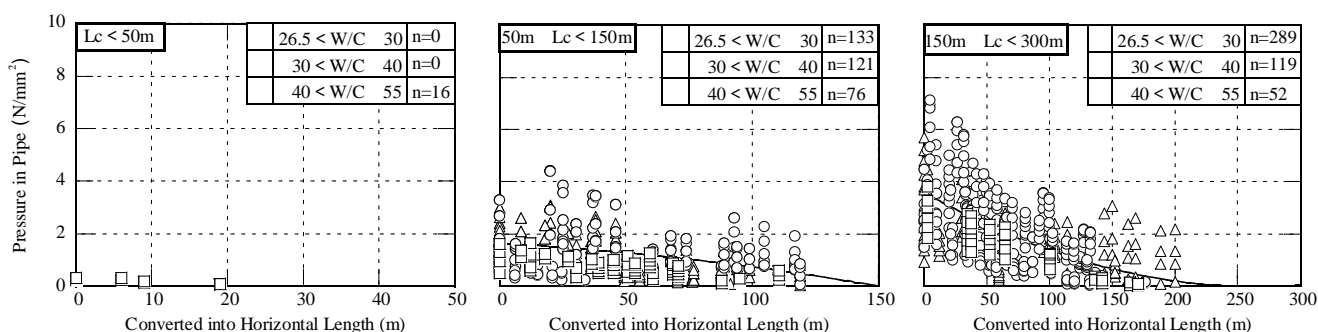


Fig.2 Relation of Converted into Horizontal Length and Pressure in Pipe

1: 日大理工・学部・建築 2: 日大理工・教員・建築 3: 日大理工・院(後)・建築 4: 日大理工・院(前)・建築

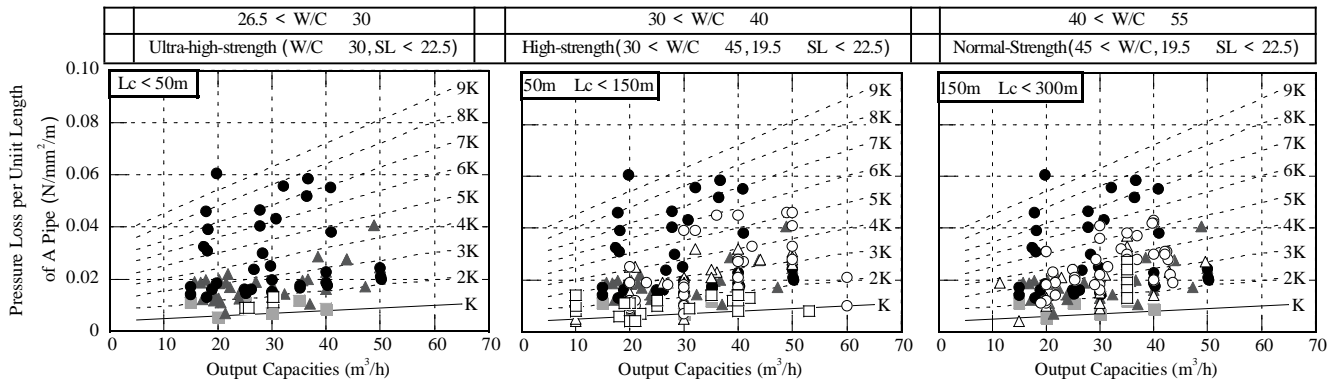


Fig.3 Relation of Output Capacities and Pressure Loss per Unit Length of A Pipe

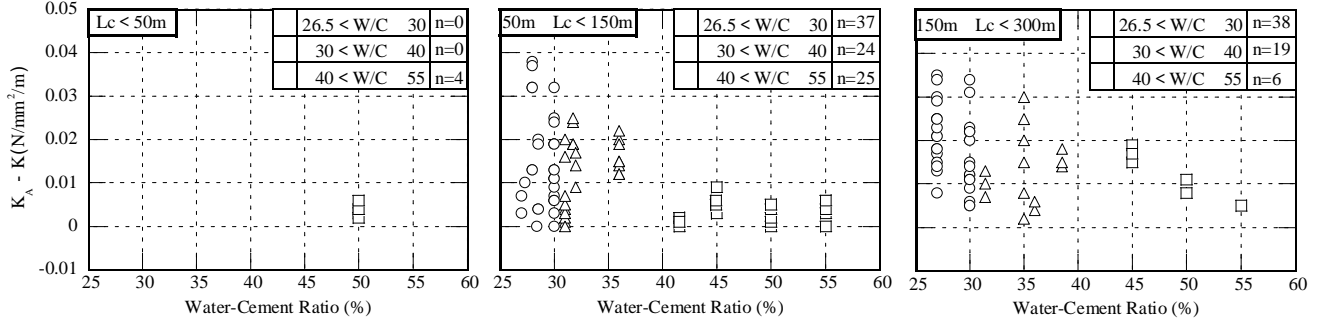


Fig.4 Relation of Water-Cement Ratio and Difference with The K-Value

3. 文献調査の結果および考察

(1) 水平換算距離と管内圧力

水平換算距離と管内圧力の関係を Fig.2 に示す。輸送管の根元における管内圧力は、水平換算距離が長くなるほど大きくなる傾向を示した。また、管内圧力は、水平換算距離が 50m 以上 150m 未満で直線的に減少したのに対し、150m 以上 300m 未満で曲線的に減少する傾向を示した。圧送負荷は、輸送管の筒先における管内圧力が限りなく 0 であることを前提に算定している。配管根元から筒先まで常に比例関係が成立しているとされている。しかし、Fig.2 より水平換算距離と管内圧力の関係は必ずしも比例関係にはないことが示唆される。

(2) 吐出量と管内圧力損失

吐出量と管内圧力損失の関係を Fig.3 に示す。なお、図中には、ポンプ指針に記載されている、スランプ 21cm における管内圧力損失の標準値(以下、K 値とする。)およびコンクリートの種類(普通コンクリート、高強度コンクリートおよび超高強度コンクリート)ごとの管内圧力損失の値を比較のために示した。管内圧力損失は、いずれの水平換算距離においても K 値より大きくなる傾向を示したが、いずれも 6K の範囲内であった。また、管内圧力損失は、ポンプ指針に記載されている超高強度コンクリートの数値よりも全体に下回る傾向を示した。これは、ポンプ指針に記載されている数値の使用材料が、本研究で対象とした文献のものとは異なるためと考えられる。水平換算距離が 50m 以上 150m 未満と 150m 以上 300m 未満における管内圧力損失はほぼ同等の分布を示し、水平換算距離が管内圧力損失に及ぼす影響

は小さいと考えられる。

(3) 水セメント比と管内圧力損失の差

水セメント比と K 値と管内圧力損失の差の関係を Fig.4 に示す。なお、図中には本研究で用いた管内圧力損失を KA とし、ポンプ指針による K 値を K と示している。管内圧力損失の差は、水セメント比が小さいほど大きくなる傾向を示した。これは、水セメント比が小さいほど単位セメント量が多くなり、粘性が増大したことが影響したと考えられる。しかし、水平換算距離の違いが、管内圧力損失と K 値の差に及ぼす影響は小さいと考えられる。

4. まとめ

本報告は、水平換算距離が管内圧力に及ぼす影響について検討した。この結果、得られた知見を以下に示す。

- (1) 輸送管の根元における管内圧力は、水平換算距離が長いほど大きくなる傾向を示した。また、水平換算距離と管内圧力の関係は、水平換算距離が 150m 以上 300m 未満において曲線的であった。
- (2) 水平換算距離が管内圧力損失に及ぼす影響は小さい。
- (3) 水平換算距離が、管内圧力損失と K 値の差に及ぼす影響は小さい。

【参考文献】

- 1) 日本建築学会: コンクリートポンプ工法施工指針・同解説 2009, p.68-72
- 2) 土木学会: コンクリートのポンプ施工指針 2012, p.18-19
- 3) 日本コンクリート工学協会: コンクリート圧送工法ガイドライン 2009 および解説, p.56-60
- 4) 全国コンクリート圧送事業団体連合会: コンクリートポンプ圧送マニュアル 2006 年版, p.85-86