

ベント管とテーパ管の位置の違いがコンクリートの圧送性に及ぼす影響

その10 テーパ管の管内圧力損失が負となる原因の検討

正会員 ○岩清水 隆^{*1} 同 山田 藍^{*1}
 同 木村 芳幹^{*2} 同 中村 成春^{*3}
 同 岩竹 秀昭^{*4} 同 永田 哲夫^{*5}

ポンプ
 テーパ管

圧送性
 作用力

コンクリート
 負の管内圧力損失

1. まえがき

本報告は、テーパ管の管内圧力損失が負になる原因に関して検討したものである。

2. 作用力に関する考察

図1には、2018年に行った実験から得られた、実吐出量60m³/hの場合のテーパ管近傍の圧力計による管内圧力の分布を示している。テーパ管からある程度離れた位置での管内圧力においては、ほとんどのデータが100A管の方が小さくなっている。しかしながら、テーパ管の直前直後の圧力計では、テーパ管直後の100A管で圧力が大きくなる現象が数多く認められた。

図2に、実吐出量60m³/hの場合の測定位置と管内圧力に断面積をかけた力（ここでは作用力と呼ぶ）の関係を示す。コンクリートの流動を無視し、瞬間的な力で評価すると、全ての調査で作用力が減少していることがわかる。テーパ管の中では、抵抗によりエネルギーは消費されており、管内圧力が100A側で上昇する現象も起こる可能性があると考えられる。

測定位置1～4は、実験番号9および10においては圧力計P6～9、実験番号11～18においては圧力計P3～6、実験番号19および20においては圧力計P5～8を示している。

3. 管内圧力差に関する考察

直管の補正の影響を排除するため、テーパ管直前直後の100A直管と125A直管の管内圧力差（100A-125A）の計算を行った。図3は、管内圧力差とテーパ管の管内圧力損失の関係を示している。テーパ管の管内圧力損失は、ある程度離れた位置にある位置1と位置4の圧力計の値から、直管分を補正して求めているが、配管T2が異なる傾向を示している以外は管内圧力差と高い相関があると言える。

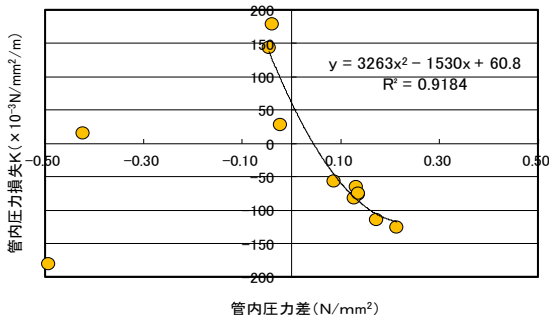


図3 テーパ管前後の管内圧力差と管内圧力損失

4. ひずみゲージから求めたテーパ管直前直後の管内圧力

図4には、既往の実験^{1)~4)}も含めて、呼び強度30、スランプ18cmの同一調査において、テーパ管の近傍のひずみゲージから、(その12)で求められた管内圧力を示す。既往の実験においても、テーパ管内で圧力が上昇する現象が認められる。2018年の実験において多く認められた、テーパ管前後で圧力が上昇する現象は、特異なものではないことがわかる。

図5は、既往の実験も含めてひずみゲージから計算された、

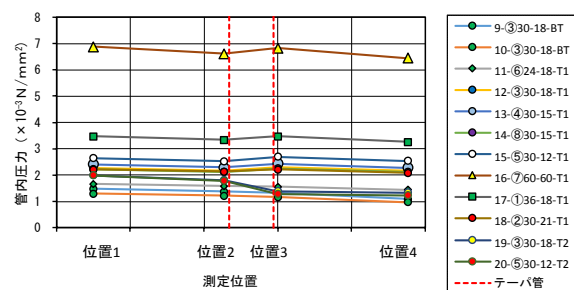


図1 テーパ管近傍の管内圧力の分布（実吐出量60m³/h）

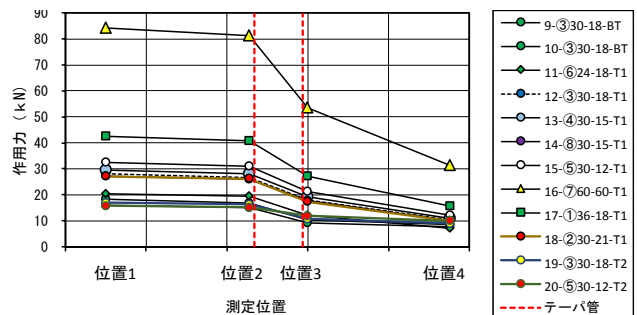


図2 測定位置と作用力との関係（実吐出量60m³/h）

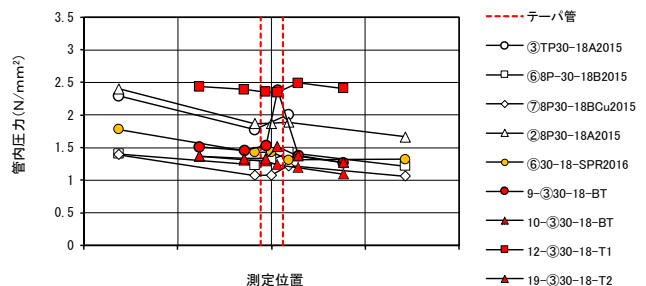


図4 ひずみゲージから求めたテーパ管近傍の管内圧力（呼び強度30、スランプ18cm）

実吐出量 60m³/h 時のテーパ管直前直後の 100A 直管と 125A 直管の管内圧力差とテーパ管の管内圧力損失の関係を示している。テーパ管の管内圧力損失は圧力計から求めた値を採用している。図から、両者の相関関係は高く、テーパ管直後で管内圧力が上昇した場合に、直管部の補正を行ったテーパ管の管内圧力損失が負の値を示しやすいことがわかる。

5. 管内圧力差が負となる原因の検討

図 6 には、実吐出量 60m³/h 時の φ75mmA ロート流下速度と管内圧力差の関係を示した。A ロート流下速度が 30cm/sec 程度で負の値が大きくなり、それより小さな場合には A ロート流下速度が小さくなる程管内圧力差は大きくなり、大きい場合には A ロート流下速度が大きくなる程管内圧力差は大きくなる傾向が認められる。また、図中には 2018 年の実験結果の回帰式を示したが、A ロート流下速度が大きくなる、つまり粘性が小さくなる程、管内圧力差が小さくなる傾向が認められる。φ75mmA ロート試験では、コンクリートの粘性と管径が小さくなることによる粗骨材のかみ合いの両方を評価していると考えられ、A ロート流下速度が 30cm/sec 程度が、テーパ管を通過することに最も適した状態である可能性がある。

図 7 は、圧送前のスランブ試験から得られた見かけの降伏値と実吐出量 60m³/h 時のテーパ管の管内圧力差の関係を示している。2015 年は、ばらつきは大きいものの降伏値が大きくなるほど管内圧力差が大きくなる傾向を示し、2016 年は、降伏値が大きくなるほど管内圧力差は小さくなる傾向を示している。2018 年は、降伏値が大きくなるほど管内圧力差は大きくなる傾向を示している。図中には、2018 年の実験のみの回帰式を示したが、ある程度の相関関係は認められる。

図 8 には、ひずみゲージから（その 12）に示す方法で求めた、2018 年実験の実吐出量 60m³/h 時のテーパ管近傍の軸方向応力の分布を示す。配管 BT がテーパ管の出口付近で軸方向応力が上昇している。これは、（その 9）で述べたようにベント管の影響が大きいと考えられる。その他の配管タイプでは、テーパ管の入り口付近で軸方向応力が上昇しており、その後テーパ管内で応力は低下している。このような状況になった場合に、テーパ管の管内圧力損失が負となる可能性があると考えられる。

以上に示したことから、テーパ管前後で管内圧力が上昇する現象は、コンクリートの粘性、粗骨材のかみ合いやすさ、および降伏値の違いによって生じる可能性があることがわかる。また、ベント管の存在や配管のタイプにより、その傾向の違いが大きいと考えられる。テーパ管前後で管内圧力が上昇することにより、テーパ管の管内圧力損失が負の値を示すことになる。

6. まとめ

以上の検討から、テーパ管の管内圧力損失は、コンクリートの性状や配管タイプによって負の値を示すことがあることがわかった。

【参考文献】 1) ~4) (その 3) と同じ

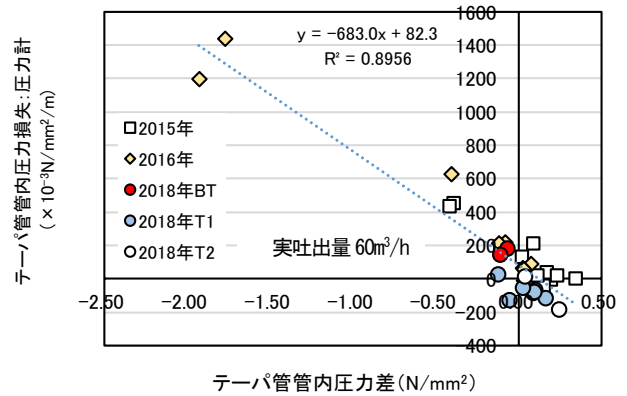


図 5 テーパ管の管内圧力差と管内圧力損失の関係

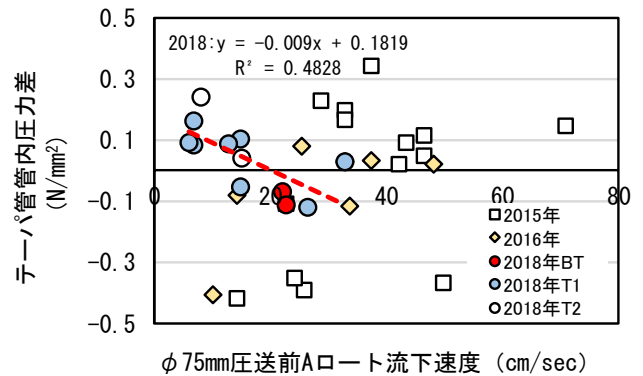


図 6 φ75mmA ロート流下速度と管内圧力差の関係

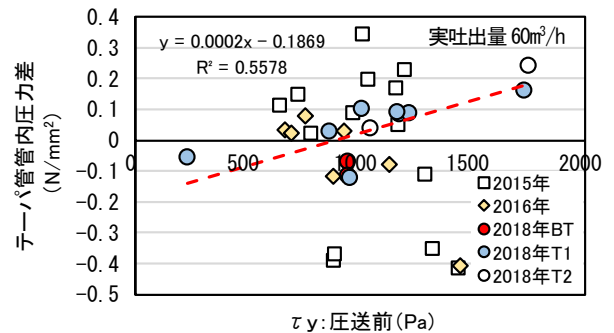


図 7 見かけの降伏値と管内圧力差の関係

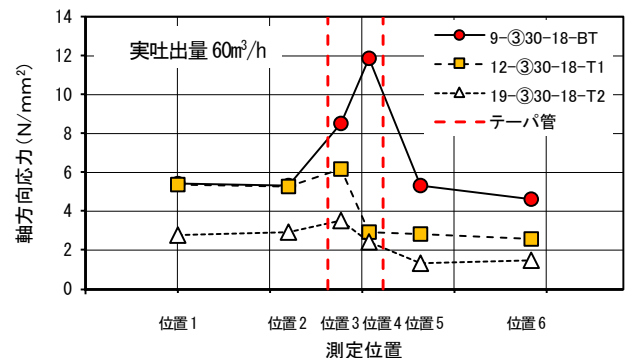


図 8 テーパ管近傍の軸方向応力の分布

*1 (株) 竹中工務店
 *2 (株) コンステック
 *3 大阪工業大学
 *4 村本建設 (株)
 *5 近畿生コンクリート圧送協同組合

*1 Takenaka Corporation
 *2 Constec Engi, Co.
 *3 Osaka Institute of Technology
 *4 MURAMOTO CORPORATION
 *5 Kinki Ready-Mixed Concrete Pumping Cooperative