

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14 作用力損失による圧送負荷の算定

正会員 ○ 木村 芳幹*¹ 同 岩竹 秀昭*²
 同 村田 隆男*³ 同 永田 哲夫*⁴
 同 浅田 武彦*⁵ 同 岸 繁樹*⁴

ポンプ 輸送管ひずみ コンクリート 作用力 テーパ管 圧送負荷

1. まえがき

一般に、テーパ管の管内圧力損失は、その前後に設置された直管部で測定された管内圧力の差から求められる。この場合、輸送管の断面積の違いから、テーパ管の管内圧力損失が負の値となることがあり、直管との比率で管内圧力損失を評価することができないが生じる。そこで、本報では、圧力を作用力に換算して評価し、圧送負荷を算定する手法について検討する。

2 作用力の評価方法

本報では、一連の実験で測定された管内圧力から作用力を(1)式で推定した。

$$\text{作用力} = P \times A1 \cdots (1)$$

ここに、P:管内圧力(N/mm²)、A1:輸送管断面積(mm²)

3 作用力と作用力損失

実験記号 12③30-18T1 において、圧送距離に伴う管内圧力の推移を図 1 に、圧送距離に伴う作用力の推移を図 2 に示す。同図によると、管内圧力は、いずれの圧送速度においてもテーパ管の先でテーパ管の前よりも高くなっているが、作用力はテーパ管内で大きく減少していることが分かる。

つぎに、単位長さあたりの作用力の減少量を作用力損失と定義し、図 3 に実吐出量との関係を示す。テーパ管を除く配管では管内圧力損失の評価と相違はないが、以下の事項が指摘できる。

- ①呼び強度によって作用力損失が異なる((a)、(b)参照)。スランプ 12~21cm の範囲では影響はほとんどない。
- ②125A 直管の作用力損失は、筒元側(圧送距離 16m)よりも筒

先側(圧送距離 74m)で小さい ((a)、(b)参照)。

③125A 直管と 100A 直管の作用力損失は 100A 直管のほうがやや大きい ((b)、(c)参照)。なお、図 4 に、呼び強度 30 のコンクリートについて、実吐出量 60m³/h 時における圧送距離と作用力損失との関係を示した。

④ベント管内では実吐出量と作用力損失との関係に相関は認められず、呼び強度やスランプによる違いも明確でない。また、作用力損失はほとんどで負の値であり、作用力の損失が認められない。高強度コンクリートの作用力損失は、他の調査よりもかなり小さい ((d)参照)。なお、直前、直後の直管を含めて作用力損失をみると、直管の作用力損失よりもやや小さい((a)、(f)参照)。

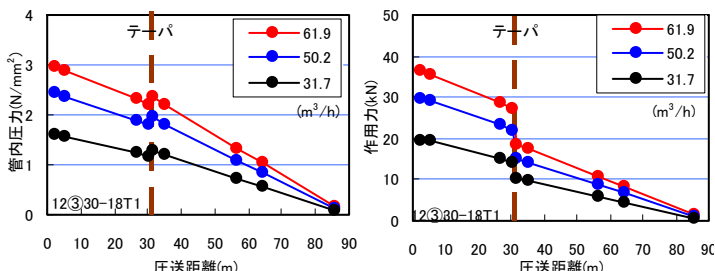


図 1 距離に伴う管内圧力の推移 図 2 距離に伴う作用力の推移

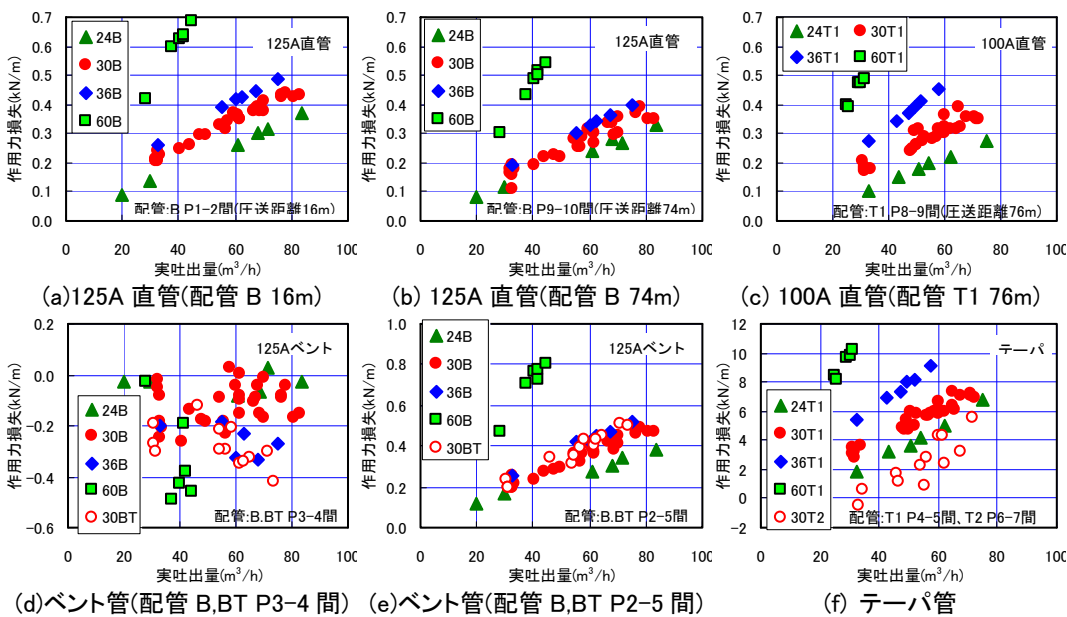


図 3 実吐出量と作用力損失との関係

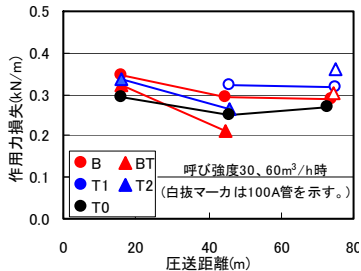


図4 圧送距離と作用力損失との関係 (呼び強度 30、60m³/h 時)

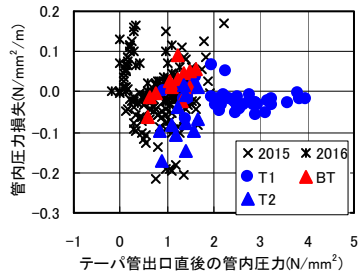


図5 テーパ管直後の管内圧力と管内圧力損失との関係

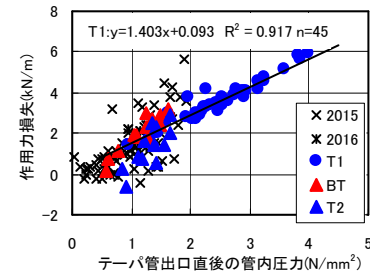


図6 テーパ管直後の管内圧力と作用力損失との関係

表1 圧送負荷の算定条件

| | | | | |
|-------------------------|--------------|-------|------|------|
| コンクリートの呼び方 | 普通 30-18-20N | | | |
| 実吐出量(m ³ /h) | 60 | | | |
| | エリア | C | B | A |
| 作用力損失 (kN/m) | 100A 直管 | — | 0.31 | 0.31 |
| | 125A 直管 | 0.35 | 0.29 | 0.29 |
| | テーパ管 | 図6による | | |
| | | 配管① | 配管② | |
| 圧送距離 (m) | 100A 直管 | 30 | 60 | |
| | テーパ管 | 1.2 | 1.2 | |
| | 125A 直管 | 60 | 30 | |



図7 配管条件

表2 圧送負荷の算定結果

| | 配管① | 配管② |
|---------------------------------|------|------|
| 筒先の作用力(kN) | 0 | 0 |
| 100A 直管の作用力損失量①(kN) | 9.3 | 18.6 |
| テーパ管出口の作用力(kN) | 9.3 | 18.6 |
| テーパ管出口の管内圧力(N/mm ²) | 1.18 | 2.37 |
| テーパ管の作用力損失量②(kN) | 2.1 | 4.1 |
| 125A 直管の作用力損失量③(kN) | 19.2 | 10.5 |
| 配管の作用力損失量(①+②+③)(kN) | 30.6 | 33.2 |
| ポンプ根元圧力(N/mm ²) | 2.49 | 2.71 |

⑤テーパ管の作用力損失は、直管の作用力損失よりも15倍程度大きく、呼び強度による影響が大きい。また、テーパ管が筒先側にある(配管:T2)ほうが作用力損失は小さい (f参照)。

一般に、主たる圧送モードがすべり流動であれば、モルクーロンの降伏条件により、垂直応力(管内圧力)が大きいほど、大きな作用力が必要となる。ベント管ではせん断流動が必然的に生じる¹⁾ことから、実吐出量と作用力損失との関係に相関が認められないと考えられる。

つぎに、輸送管のひずみの測定によって得られたテーパ管直後(出口近傍)の管内圧力と、管内圧力損失との関係を図5に、作用力損失との関係を図6に示す。同図には、2015年度、2016年度の実験結果²⁾を併記しているが、併記した実験は閉塞の兆候がみられた実験が含まれている。同図より、テーパ管の管内圧力損失は、テーパ管出口の管内圧力との関係に相関が認められないのに対し、作用力損失は調査や管内圧力にかかわらず、一定の相関関係が認められる。また、作用力損失は、管内圧力が高い箇所にテーパ管が存在するとばらつきが小さいのに対し、管内圧力が低い箇所にテーパ管が存在するとばらつきが大きい。このことより、管内圧力が低い箇所にテーパ管が存在すると閉塞が生じやすいと考えられる。

4 作用力損失による圧送負荷の算出

現在、コンクリートポンプを選定するときには、管内

圧力損失をもとにして圧送負荷を算定する。そのなかで、テーパ管の管内圧力損失は、設置位置にかかわらず、直管との比率を乗じて求める。一方、作用力損失を用いて圧送負荷を算定すると、テーパ管直後の管内圧力を推定することによって、テーパ管の位置の違いを反映することができると思われる。ここでは、テーパ管の位置による圧送負荷の違いを試算する。

表1に圧送負荷の算定条件を、図6に配管条件を示す。また、表2に圧送負荷の算定結果を示す。

テーパ管の作用力損失は配管①で2.1kN、配管②で4.1kNとなることが推察され、ポンプ根元圧力は、配管①で2.49N/mm²、配管②で2.71N/mm²となることが推定される。配管②のほうがテーパ管の管内圧力が高く閉塞しにくくなるが、ポンプ根元圧力は大きくなるといえる。

5. まとめ

本検討により、以下の事項が明らかとなった。

- ①テーパ管の作用力損失は、テーパ管出口の管内圧力と相関関係が認められる。
- ②テーパ管出口の管内圧力を推定することによって、テーパ管の位置の違いを反映した圧送負荷の算定が可能となる。

【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,pp.220~230,1995.3
- 2)その3による。

*1 (株)コンステック
 *2 村本建設(株)
 *3 (株)フローリック
 *4 近畿生コンクリート圧送協同組合
 *5 (株)泉北ニシイ
 *6 近畿生コンクリート圧送協同組合

*1 Constec Engi, Co.
 *2 MURAMOTO CORPORATION
 *3 Flowric CO.,Ltd.
 *4 Kinki Ready-Mixed Concrete Pumping Cooperative
 *5 Senboku Nishii
 *6 Kinki Ready-Mixed Concrete Pumping Cooperative