

コンクリートポンプ K 値推定ソフト

【ソフトの概要】

2016 年版

監修 社団法人 日本建築学会近畿支部材料施工部会

発行 近畿生コンクリート圧送協同組合

2016年 3月

1. はじめに

高強度コンクリートなど特殊なコンクリートでは、水平配管圧力損失（K値）を推定することが難しい。圧送実験によってK値を測定できれば良いのだが、圧送実験は多額の費用を要する。そのため、簡易にK値の概略値を得る手法として、実際のコンクリート打設時に、ポンプ主油圧とピストンストロークを測定する方法がある。ここでは、その測定方法と計測結果の処理を手助けするために、測定結果を入力することで自動的にK値を算出するソフトを開発したので、その概要を以下に示す。

2. 計測方法

同一調合のコンクリートを同一のピストン式ポンプ車で打設している時に、打設速度を3水準以上変化させてポンプ車の主油圧とストローク時間の計測を行う。併せて、配管状況を測定することでそのコンクリートの水平配管圧力損失の概略値を推定する。

1) ポンプの機種

試験圧送に用いるポンプは、実際の工事に使用するものと同一とする。

使用するポンプ車の機種、圧送モード（標準・高压等）を記録する。

ただし、主油圧測定に用いるポンプ車はピストン式とする。

機種名	PY115A-26（極東）
圧送モード	標準圧送
ピストン形状	165×1600mm

2) 配管条件

地上部の配管は、実際の工事状況に近いものが望ましい。また、配管距離はできるだけ長くする。

ブーム使用の有無、輸送管径、配管状態および圧送高さを記録する。

圧送高さ	10m					
ブームの使用	有り					
	地上配管		鉛直配管		打設階配管 (m)	
	125A	100A	125A	100A	125A	100A
直管					42	
ベント						
テーパ						1
フレキ						8

3) 設定吐出量の水準

圧力損失の吐出量による変化を確認するために、20、40、60、80m³/h というように3水準以上でその差をできるだけ大きく設定する。

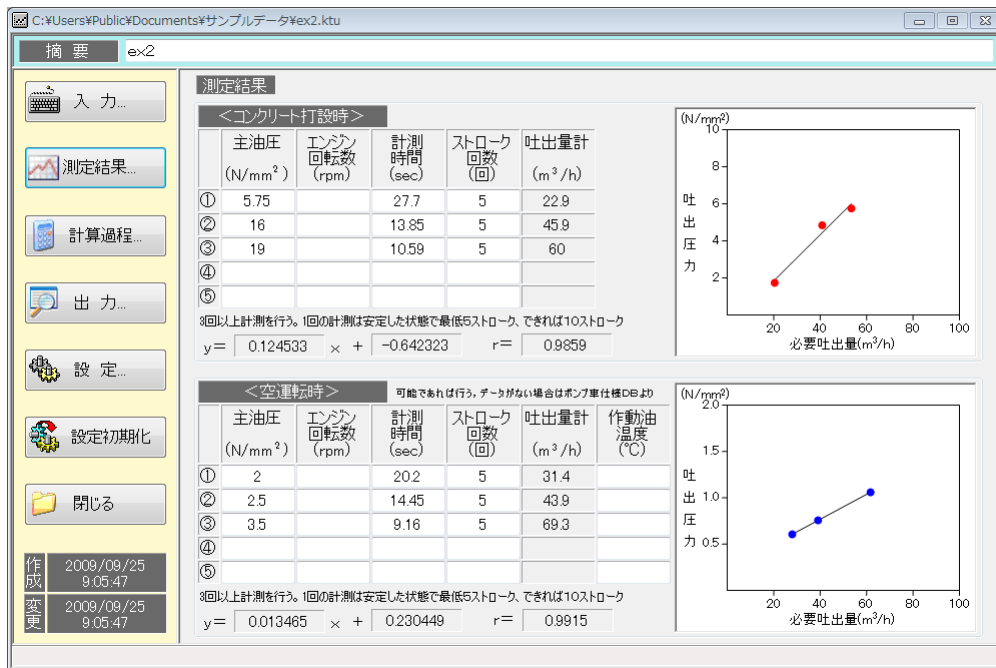
4) 計測

試験予定のコンクリートを設定した吐出量で圧送し、ポンプ主油圧とピストンストローク数およびストローク時間を測定する。1回の測定は吐出量が安定した状態で10ストローク程度行うのが望ましい。

また、空運転を行い、同様の測定を行う。

ポンプ主油圧は最小目盛の1/10単位で読み取る。なお、コンクリートバルブの切り替わり時や押し始めなど圧力が不安定な時は避け、安定的にピストンが押ししている時の値を読み取る。

ピストンストローク時間は、ストップウォッチを用いて計測する。



3. 主油圧測定結果からのK値推定ソフト

3.1 プログラムの概要

本プログラムは、フレッシュコンクリートの性状、使用ポンプ車の機種、配管状況、および主油圧とピストンストローク時間の測定結果を入力することで、自動的にそのコンクリートのK値を算出し、更に、圧送限界高さも計算できる。

<特徴>

入力項目が少なく、誰でもが容易にK値を算定できる

162機種の豊富な種類のポンプ車データを有している。

計算過程が全て表示される

自社データによるカスタマイズ（設定値の変更）ができる

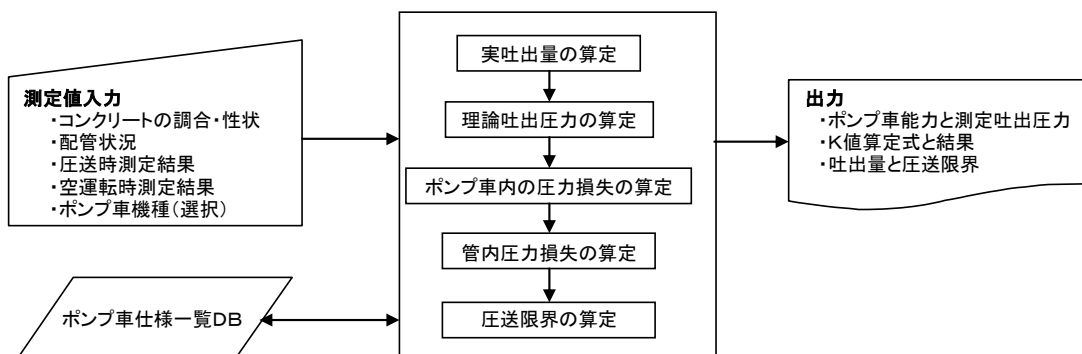


図1 システムフロー

3. 2. 入力

1) コンクリートの調合・性状

呼び強度、コンクリート種別、単位セメント量などの調合とスランプ、単位容積質量などのフレッシュコンクリートの性状試験結果を入力する。ただし、単位容積質量の試験を行っていない場合は呼び強度から自動的に推定する。

2) ポンプ車

ポンプ車機種を一覧から選択し、圧送仕様（圧送モード：高圧／標準）を選択

3) 配管状況

ブームの使用の有無 [あり / なし]

ありの場合ブームの水平換算長さ(m) (ポンプ車仕様 DB より)

打設高さ (m)

配管長さ (配管径ごとに、直管・ベント管・テーパ管・フレキシブルホースの長さ)

4) 主油圧測定結果

コンクリート打設時、および空運転時の主油圧測定結果を入力する。

空運転時のデータが無い場合はポンプ車仕様 DB より機種ごとの設定値で算定する

The screenshot shows a software window titled "C:\Users\Public\Documents\サンプルデータ\ex2.ktu" with a "概要 ex2" tab. The main area is divided into several sections:

- 入力 (Input):** A list of 15 items for concrete information, including call strength (60-55), type (普通コンクリート), design strength (60), slump (55), W/C (30), unit cement (560), slump test (0), slump flow (55), unit volume (2.38), L-flow (15), air content (4), and temperature (25).
- 配合表示種別 (Mixing Type):** 標準配合 (Standard Mix).
- 配合表 (Mixing Table):** A table showing proportions for cement, water, and various aggregates (粗骨材①, ②, ③, 細骨材①, ②, ③) with their respective unit weights.
- 打設高さ (m):** 45
- ブーム使用の有無 (Boom Use):** なし (None)
- ポンプ機種 (Pump Model):** PT80-10
- 仕様 (Specifications):** A table for pump specifications including manufacturer (極東開発), form (標準), and piston type (ピストン).
- 吐出量 (Discharge):** A table for flow rates (Q1, Q2) at different pressures (P1, P2).
- 吐出圧力 (Discharge Pressure):** A table for pressures (P1, P2) at different flow rates (Q1, Q2).
- 圧力比 (Pressure Ratio):** 3.3
- 機械損失 (Mechanical Loss):** 1.2
- 径×ストローク (Stroke):** 165*1650
- ブーム形式 (Boom Type):** 配管車 (Pipe truck)
- 最大地上高 (Maximum Ground Height):** -
- 水平換算長 (Horizontal Equivalent Length):** -

At the bottom, there are tables for pipe lengths (地上配管, 鉛直配管, 打設階配管) and a summary table for 100A and 125A pipe lengths.

図 2 入力画面例

3. 3 K 値推定計算過程

1) 実吐出量 (Qd) の算定

ストローク時間 (計測時間) とストローク数から理論吐出量 (Qth) を求める。理論吐出量にポンプの容積効率 (η_v) を乗じて実吐出量を算定する。

$$Q_{th} = \pi/4 \times D^2 \times \ell \times n \times 60$$

D : コンクリートシリンダ径 (m)

ℓ : ピストンシリンダ長さ(m)

n : ポンプのストローク数 (回/min)

$$Q_d = \eta_v \times Q_{th}$$

η_v : ポンプの容積効率 (吸い込み効率)

コンクリートの性状や圧送速度によって異なる。また、機械の磨耗や配管長さ、鉛直高さの影響によって容積効率の低下が生じるが、スランプ 20cm 程度のコンクリートの容積効率は 90%程度である。

容積効率は、コンクリートの性状ごとに下式で算定する。

スランプ管理 (フロー35cm 未満) のコンクリート

$$\eta_v = 0.0105 (W/C) + 0.0009 (C) - 0.0089(SL) + 0.477 (W_0) - 0.916$$

W/C : 水セメント比(%)

C : 単位セメント量(kg/m³)

SL : スランプ(cm)

W₀ : コンクリートの単位容積質量(t/m³)

フロー管理 (フロー35cm 以上) のコンクリート

$$\eta_v = -0.01739 (W/C) - 0.00049 (C) + 0.00423 (L_v) + 0.16188$$

W/C : 水セメント比(%)

C : 単位セメント量(kg/m³)

L_v : Lフロー初速度(cm/sec)

2) 理論吐出圧力 (Pth) の算定

測定した主油圧をコンクリートを押す理論吐出圧力 (ピストンの前面圧) に換算する。

P_{th} : 理論吐出圧力

$$P_{th} = \frac{P_m \times P_{MAX}}{P_{max}}$$

P_m : 測定した主油圧

P_{MAX} : ポンプ車の最大理論吐出圧力 (ポンプ車仕様一覧 DB より)

P_{max} : ポンプ車の最大油圧 (ポンプ車仕様一覧 DB より)

3) ポンプ車内の圧力損失の算定

コンクリートの圧送に実際使用し得るポンプ吐出圧力 (Pd) は理論吐出圧力 (Pth) からポンプ内部の機械的損失 (Pm) とコンクリートが圧送負荷算定開始点を通過するまでの流過損失 (Pe) を差し引いた値となる。

$$Pd = Pth - (Pm + Pe)$$

空運転時の測定結果から、吐出量と圧力の関係を求め、この空運転時の圧力をポンプ内部の機械的損失 (Pm) とする。

空運転による測定ができない場合は、ポンプ車のカタログに記載されている空運転圧力とその吐出量の値から、吐出量に比例するとして算定する。

4) 水平配管圧力損失の算定

計測ごとの管内圧力損失を算定し、3点以上の結果から、水平管圧力損失と実吐出量の関係を求める。

計測ごと (打設量ごと) の管内圧力損失 (K) は以下の式によって求める。

$$K = \frac{P_{th} - (k1 + k2)}{L}$$

k1 : コンクリートの種類によるポンプ車内の圧力損失

$$k1 = Pm + Pe$$

Pm : ポンプ車空運転時の圧力 (空運転時測定結果)

Pe : ポンプ車内のコンクリート流過損失 (コンクリートの種類によって異なる。安全を考慮して、0として算定する。)

k2 : 圧送高さによる圧力損失 (コンクリートの自重による圧力損失)

$$k2 = 0.01 \times W_0 H$$

W₀ : コンクリートの単位容積質量 (t/m³)

H : 圧送高さ (m)

L : 配管の換算長さ (125A 管で換算) またはブームの水平換算長

$$L = L_{125} + 6 \times B_{125} + 7 \times T_{125} + 2 \times F_{125}$$

5) 圧送限界の算定

算出された K 値をもとに、試験に供したポンプ車での圧送限界高さを算出する。

なお、地上部および打設階の配管条件は、手入力する。

$$H_{\max} = \frac{P_{\max} - KL_h}{K + 0.01W_0}$$

H_{max} : 使用しているポンプで同じコンクリートを同じ吐出量で打設する場合の圧送限界高さ (m)

L_h : 想定される地上階と打設階の配管長さ (m)

p_{max} : 使用ポンプの最大理論吐出圧力に 25% の安全率を考慮した吐出圧力 (N/mm²)

$$p_{\max} = P_{\max} \times 100/125$$

P_{max} : 使用ポンプの最大理論吐出圧力 (N/mm²)

K : 圧力損失推定値 (N/mm²/m)

W₀ : コンクリートの単位容積質量 (t/m³)

3. 4 出力

主油圧の測定結果である吐出量と測定吐出圧力の関係、吐出量と圧力損失の関係、および吐出量と圧送限界高さの関係がグラフ表示される。なお、入力したコンクリートの調合・性状、ポンプ車機種、配管条件も出力ができる。

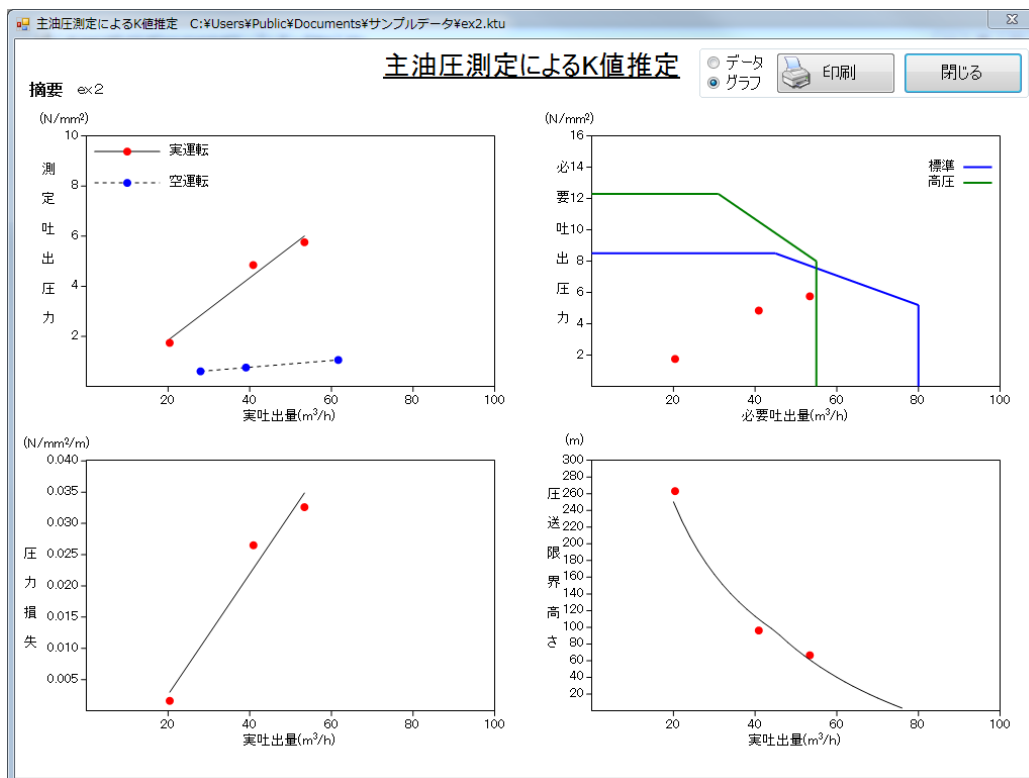


図3 出力画面例