

ポンプ圧送性評価ソフト

【計算例】

2016年版

計算例 1：ブームによる圧送

計算例 2：配管による高強度コンクリートの圧送

計算例 3：CFT への圧入充填

計算例 4：測定主油圧から圧送限界の検討

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. 計算例 1:ブームによる圧送

1.1 コンクリート圧送条件

図 1-1 に示すように、3 段ブーム・21mクラスを用いて、コンクリートの設計基準強度 36N/mm²、スランプ 21cm のコンクリートを、総打設量 150m³ を 7 時間で圧送する場合。なお、コンクリートに関する情報は設計図書のみとする。

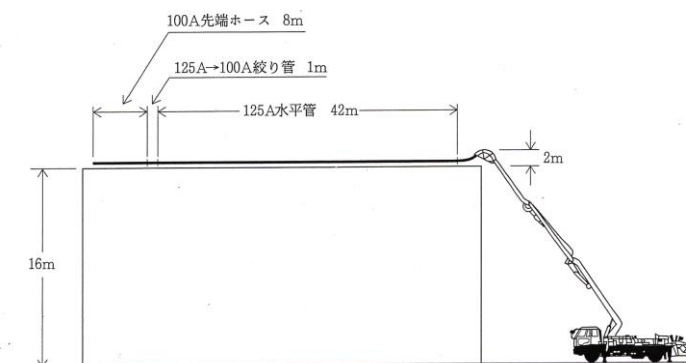


図 1-1 圧送概要

1.2 入力

(1) コンクリートに関する情報

設計基準強度・スランプ値しか分かっていないため、設計図書のみを選択します。

(2) 打設概要・コンクリートの性状

打設部位、生コン車配置、1 日の総打設量、1 日の実作業時間を入力します。

コンクリート種別、設計基準強度又は呼び強度、スランプ又はスランプフロー、セメント種別を入力します。

ブーム使用の有無、圧送高さ、ブームの長さ、ポンプ車機種を入力する。圧送高さはブーム先端の最高高さとし、また、ポンプ車の機種が決まっていな場合は、想定されるブーム長さのみを入力することで、仮定されているブーム水平換算長で圧送負荷を算出します。

*コンクリートの単位容積重量が 2.35 t/m³ を超える場合はブームを使用しないで下さい。

(3) 配管状況

ブーム先端のドッキングホース（根元ホース）先端までは、ブーム水平換算長として自動計算されるので、それ以降の配管状況を入力します。

1.3 計算過程

「計算過程」のボタンを押すと「1. 必要吐出量の算定」、「2. K①、K②値の算定」、「7. 圧送負荷の算定」および「8. 配管の検討」が確認できます。

「2. K①、K②値の算定」において配管径を選択することで、100A、125A それぞれの圧力損失（K 値）が確認できます。

*「8. 配管の検討」ではポンプ車根元圧力で検討しており、ブーム先端に接続している配管ではありません。

C:\Users\Public\Documents\サンプルデータ\計算例1ブーム.atu

摘要 計算例1:ブーム

入力

● 設計図書のみ ○ 調合が決定している ○ 試験練りが終わっている ○ 測定主油圧からの検討

1	打設部位	普通躯体	13	スラブ試験結果(cm)	0
2	生コン車配置	生コン車2台付け	14	スラップフロー試験結果(cm)	0
3	1日の総打設数量(m³)	150	15	単位容積質量試験結果(t/m³)	0
4	1日の実作業時間(h)	7	16	Lフロー初速度試験結果(cm/秒)	0
5	ブーム使用の有無	有り	17	Vロト流下時間試験結果	0
6	圧送高さ(m)	18	18	5スロークに要した時間(s)	0
7	コンクリート種別	普通コンクリート	19	主油圧計測値(N/mm²)	0
8	設計基準強度又は呼び強度	36	20	セメント種別	N:普通ポルトランド
9	スラップ又はスラップフロー(cm)	21	21	ブーム長さ(m)	21
10	W/C(%)	0	22	ポンプ機種	機種選択なし
11	単位セメント量(kg/m³)	0			
12	細骨材率 s/a (%)	0			

	地上配管		鉛直配管		打設階配管		メーカー	仕様	形式		
	100A	125A	100A	125A	100A	125A					
L直管(m)	0	0	0	0	0	42	吐出量Q	Q1	Q2	Q1	Q2
Bベント管(本)	0	0	-	-	0	0	吐出圧力P	P1	P2	P1	P2
Tテーパ管(m)	0	0	-	-	1	0	圧力比				
Fフレキ(m)	0	0	-	-	8	0	径×ストローク			最大油圧	
	100A Lo= 23		125A Lo= 42				ブーム形式			吐出口径	
	ブーム配管径= 125A		ブーム水平換算長		67.9		最大地上高			配管径	
							水平換算長			寸法	

作成 2006/08/31 16:54:12
変更 2016/02/12 14:43:51

図 1 - 2 入力画面

C:\Users\Public\Documents\サンプルデータ\計算例1ブーム.atu

摘要 計算例1:ブーム

計算過程

1. 必要吐出量の算定 7. 圧送負荷の算定 8. 配管の検討

2. K①, K②値の算定

K値の推定は、コンクリートのポンプ施工指針(土木学会)またはコンクリートポンプ施工指針・同解説(日本建築学会)に示されている圧力損失の標準値による。
コンクリート強度が大きな場合は、セメント量による補正を行っている。

$$K① = 0.00192 \times Q_d + 0.0265$$

$$= 0.00192 \times 37.7 + 0.0265$$

$$= 0.010$$

Qd: 必要吐出量(m³/h)

配管径 100A

$$\alpha_c = 0.010197891 \times C + -1.901283396$$

$$= 0.010197891 \times 430 + -1.901283396$$

$$= 2.484$$

$$C = (F_c \times 10 + 448.1) / 1.8813$$

$$= (36 \times 10 + 448.1) / 1.8813$$

$$= 430$$

$$K② = \alpha_c \times K①$$

$$= 2.484 \times 0.010$$

$$= 0.024$$

K②: 補正後の水平管圧力損失(N/mm²/m)
K①: 補正前の水平管圧力損失(N/mm²/m)
αc: セメント量補正係数
C: 推定単位セメント量(kg/m³)
Fc: 設計基準強度(N/mm²)

作成 2006/08/31 16:54:12
変更 2016/02/12 14:43:51

図 1 - 3 計算過程 2 画面

1.4 出力

「出力」ボタンを押すと図1-4のように結果が表示されます。

ポンプ車機種をリストから選択すると、選択されたポンプ車の仕様が表示されます。また、選択されたポンプ車のブームの水平換算長で圧送負荷が再計算され、選択したポンプ車のP-Q線図と照査し、その圧送可否が判定されます(図1-5)。

*ブーム使用時は高圧モードでの圧送は禁止です。

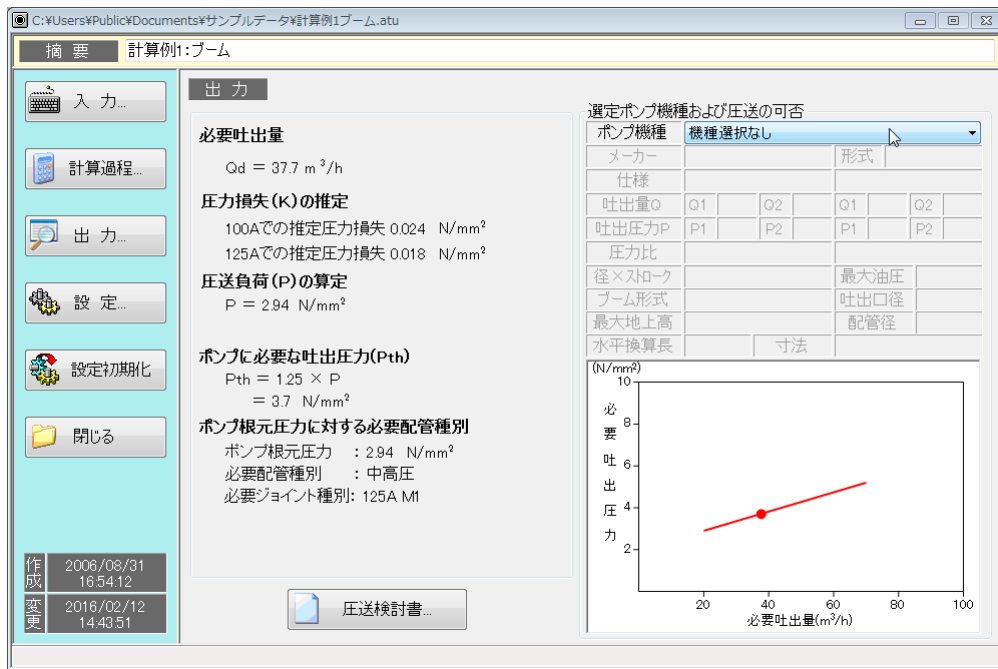


図1-4 出力画面1

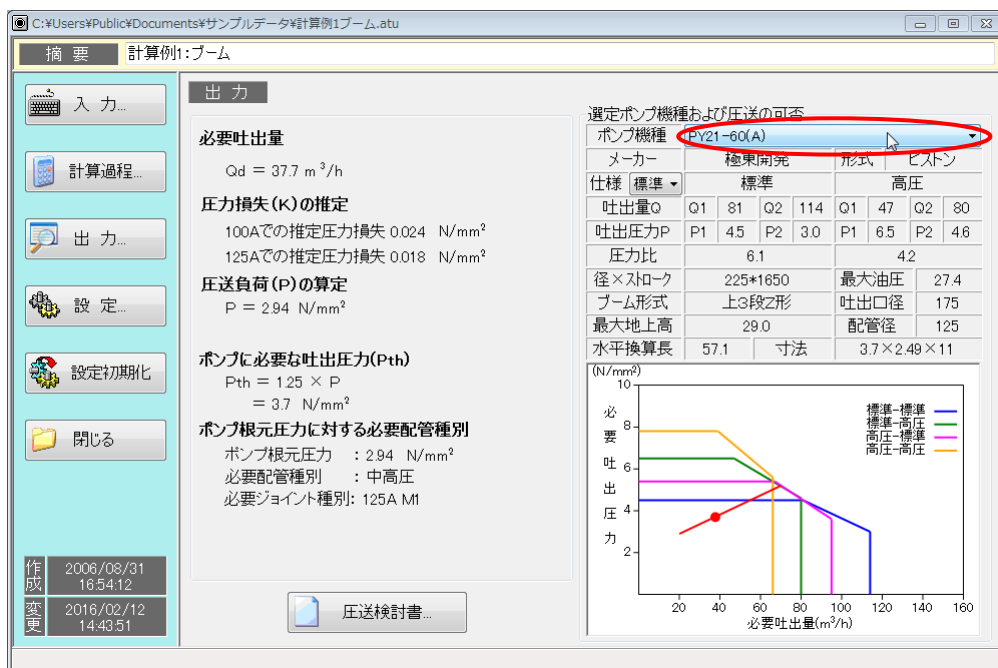


図1-5 出力画面2

2. 計算例 2、配管による高強度コンクリートの圧送

2.1 コンクリート圧送条件

図 2-1 に示す配管状況で、コンクリートの設計基準強度 42N/mm^2 、スランプ 21cm のコンクリートを、総打設量 100m^3 を 4 時間で圧送する場合。なお、コンクリートは試験練が終了しており、その調合と試験結果を表 2-1 に示す。

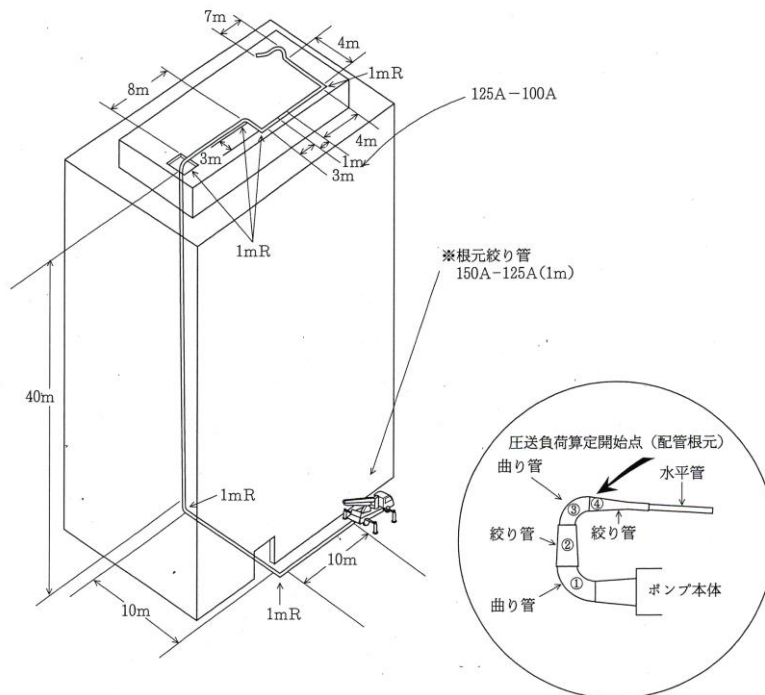


図 2-1 圧送概要

表 2-1 コンクリートの概要

コンクリート種別	普通コンクリート
使用セメント種別	普通ポルトランドセメント
呼び強度	42
W/C(%)	38
単位セメント量 (kg/m ³)	470
スランプ試験結果 (cm)	21
スランプフロー試験結果 (cm)	38.5
単位容積質量試験結果 (ton/m ³)	2.312
Lフロー初速度試験結果	—
Vルート流下時間試験結果	—

2.2 入力

(1) コンクリートに関する情報

試験練が終了しているため、「試験練が終わっている」を選択します。

(2) 打設概要・コンクリートの性状

打設部位、生コン車配置、1日の総打設量、1日の実作業時間を入力します。

コンクリート種別、設計基準強度又は呼び強度、スランプ又はスランプフロー、W/C、単位セメント量、スランプ試験結果、スランプフロー試験結果、単位容積質量試験結果を入力します。スランプ管理のコンクリートであるため、LフローおよびVロート試験結果は入力不要です。

*フロー管理のコンクリートではLフロー初速度試験結果も入力してください。

ブーム使用の有無、圧送高さを入力します。圧送高さは地上から配管の最高高さ（ここでは42m）とします。また、ポンプ車の機種が決まっていない場合は、ポンプ車機種の入力は不要です。

(3) 配管状況

計画している配管状況を入力します。

*圧送負荷算定開始点は、図2-1に示すように150A-125Aテーパ管の150A側としているため、地上配管のテーパ管欄に「1」を入力してください。

地上配管		鉛直配管		打設階配管		メーカー	形式				
100A	125A	100A	125A	100A	125A	仕様					
L直管(m)	0	20	0	40	8	14	吐出量Q	Q1	Q2	Q1	Q2
Bバント管(本)	0	2	-	-	1	3	吐出圧力P	P1	P2	P1	P2
Tテーパ管(m)	0	1	-	-	1	0	圧力比				
Fフレキ(m)	0	0	-	-	7	0	径×ストローク			最大油圧	
							ブーム形式			吐出口径	
							最大地上高			配管径	
							水平換算長			寸法	

図2-2 入力画面

2.3 計算過程

「計算過程」のボタンを押すと「1. 必要吐出量の算定」、「2. K①、K②値の算定」、「4. K④値の算定」、「7. 圧送負荷の算定」および「8. 配管の検討」が確認できます。

「8. 配管の検討」では、配管の磨耗限界肉厚をチェックする際の参考値として、算定された圧送負荷時に必要な配管の最小肉厚を、使用されている配管の鋼材種別ごとに算定しています。

*圧力に対してのみの計算結果であり、不適切な支持や機械的な力については考慮されていません。また、繰り返し圧力による金属の疲労や配管の傷・局部的な磨耗についても考慮されていません。

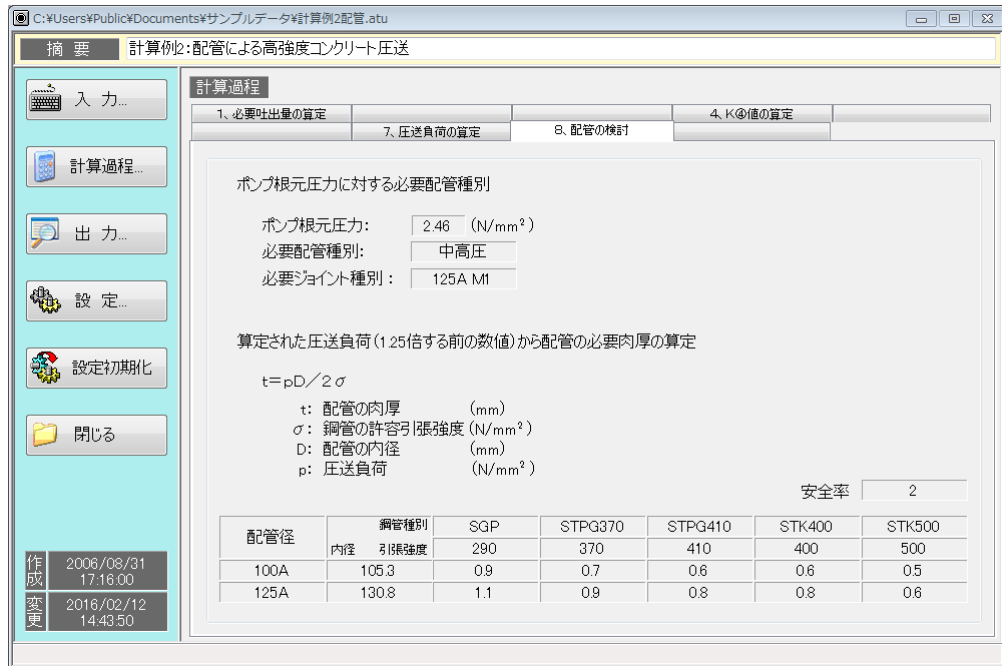


図 2-3 計算過程 8 画面

2.4 出力

「出力」ボタンを押してポンプ車機種をリストから選択すると、算定されたポンプ車に必要な吐出圧力と選択したポンプ車の P-Q 線図と照査し、その圧送可否が判定されます。吐出圧力が選択されたポンプ車の能力を超える場合は、「ポンプ車を選定しなおすか入力値を修正して下さい」というエラーメッセージが表示されます。

* 圧送が「可」と判定された場合でも、P-Q 線図と算定されたポンプ車に必要な吐出圧力（図中の●）を比較して、ポンプ車の能力の限界に近い場合は、ポンプ車を選定しなおすか、必要吐出量が小さくなるように再検討してください。

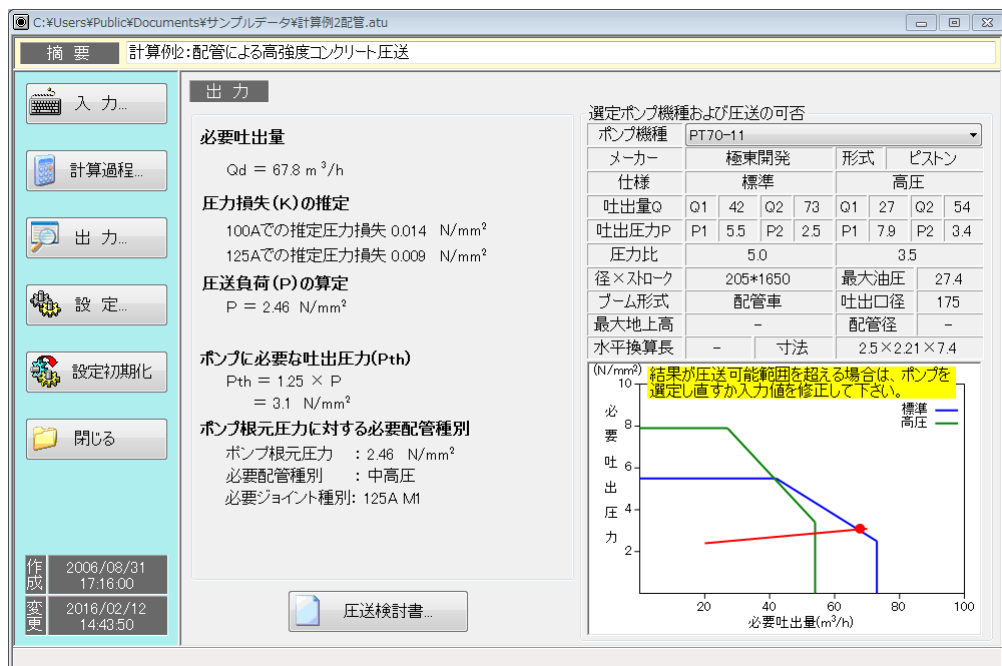


図 2-4 出力画面 1

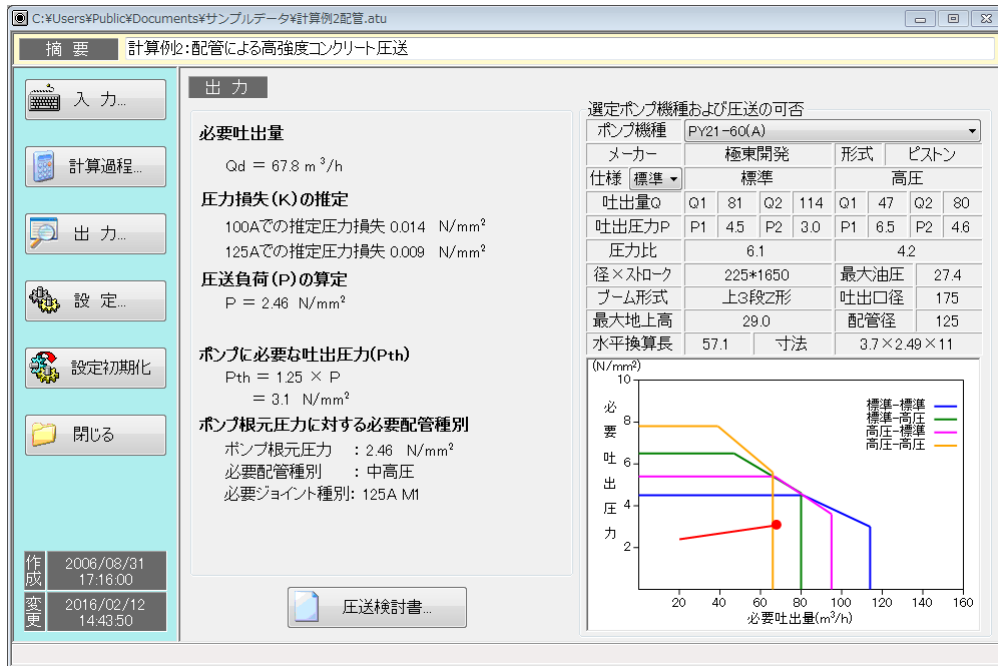


図 2-5 出力画面 2

印刷を行う場合は、「印刷プレビュー」ボタンを押し、「印刷」ボタンを押してください。

印刷では、入力した「適用」や打設概要・コンクリートの性状、算定された必要吐出量、圧力損失の推定値、圧送負荷、ポンプ車根元圧力に対する必要配管種別、必要とされる配管の最小肉厚、選定したポンプ車の仕様および圧送可否が出力されます。

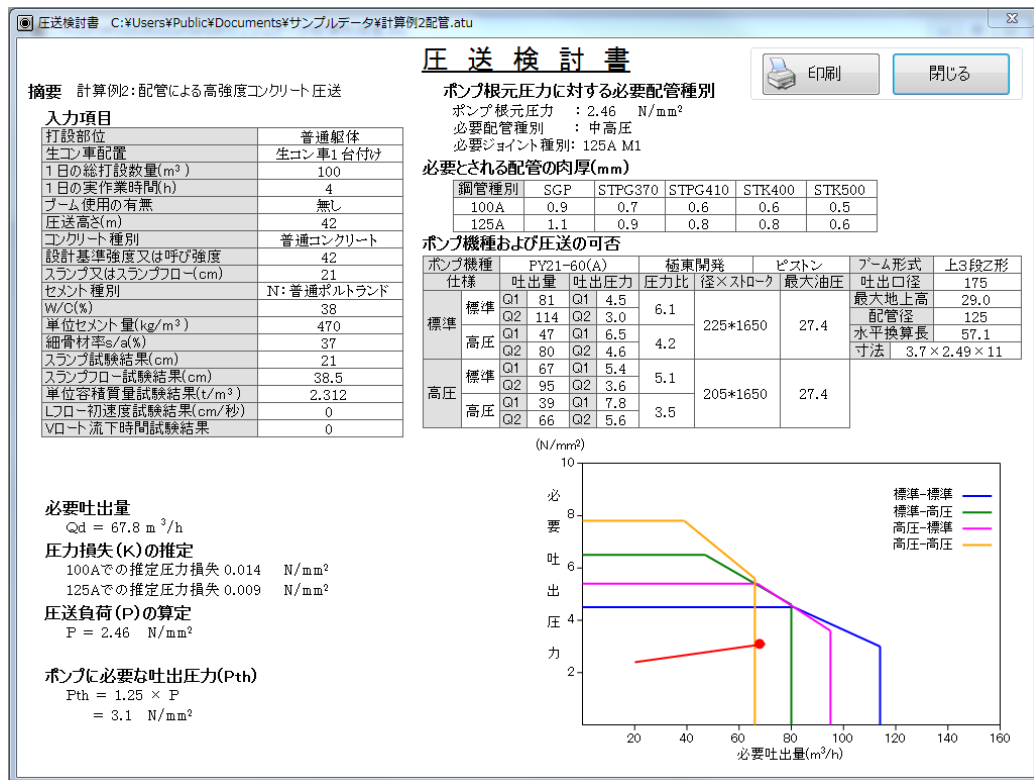


図 2-6 印刷プレビュー画面

3. 計算例3:CFT 圧入

3.1 コンクリート圧入条件

図3-1に示す配管状況で、コンクリートの設計基準強度 60N/mm²、スランプフロー60cmのコンクリートを、φ812,8mmの円形鋼管柱（柱総高さ 72m）に、二度に分けてコンクリートを圧入充填する。二度目の圧入は、高さ 40mの位置にある圧入口から最上部まで一度に圧入充填する。なお、コンクリートは試験練が終了しており、その調合と試験結果を表3-1に示す。

*CFTでは柱内へのコンクリート充填速度の規定があるため、柱形状によって打設速度が決まります。

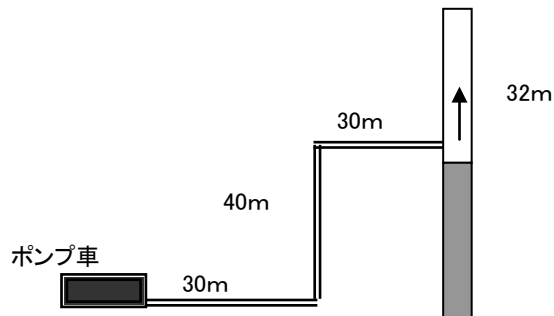


図3-1 コンクリート圧入概要

表3-1 コンクリート圧入概要

打設部位	CFT圧入
鋼管形状	円形-φ 812.8
圧入高さ(m)	32
圧送高さ(m)	40

表3-2 コンクリートの概要

コンクリート種別	普通コンクリート
コンクリート 設計基準強度	60
W/C(%)	30
単位セメント量(kg/m ³)	566
スランプフロー(cm)	61.5
コンクリート単位容積重量(t/m ³)	2.4
Lフロー初速度(cm/s)	12.5

3.2 入力

(1) コンクリートに関する情報

試験練が終了しているため、「試験練が終わっている」を選択します。

(2) 打設概要・コンクリートの性状

打設部位で CFT 圧入を選択します。CFT 圧入を選択すると、入力項目 2~4 がそれぞれ鋼管形状・鋼管形状 2・圧入高さになります。

CFT 圧入充填ではコンクリートの上昇速度が 1 m/分以下と規定されているため、鋼管形状・鋼管鋼管寸法をリストボックスから選択すると、圧送速度はコンクリート上昇速度が 1 m/分となるように自動的に計算されます。コンクリート上昇速度を 1m/分以外で圧入する場合は、鋼管形状で「その他」を選択して打設速度を入力してください。

その他、入力が必要なコンクリート種別、設計基準強度又は呼び強度、スランプ又はスランプフロー、W/C、単位セメント量、スランプフロー試験結果、単位容積質量試験結果、L フロー初速度試験結果など入力欄が白で項目名の文字が黒く表示されている項目を入力します。ポンプ車の機種が決まっていない場合は、ポンプ車機種の入力は不要です。

*フロー管理のコンクリートであるためスランプ試験結果は入力不要です。

*圧入高さは、圧入口から圧入完了時のコンクリートヘッドまでの高さ（ここでは 32m）

*圧送高さは、ポンプ車から圧入口までの高さ（ここでは 40m）

(3) 配管状況

計画している配管状況を入力します。

*圧送負荷算定開始点は、図 2-1 に示すように 150A-125A テーパー管の 150A 側としているため、地上配管のテーパ管欄に「1」を入力してください。

地上配管		鉛直配管		打設階配管		メーカー	プツマイスタ	形式	ピストン	
100A	125A	100A	125A	100A	125A	仕様	標準			
L直管(m)	0	30	0	40	0	30	吐出量Q	Q1 32 Q2 71	Q1 - Q2 -	
Bベント管(本)	0	1	-	-	0	1	吐出圧力P	P1 7.9 P2 3.3	P1 - P2 -	
Tテーパ管(m)	0	1	-	-	0	0	圧力比	3.9	-	
Fフレキ(m)	0	0	-	-	0	3	径×スローク	200*1400	最大油圧	31.0
							ブーム形式	4段M桁+Z形	吐出口径	180
							最大地上高	19.5	配管径	125A
							水平換算長	39.0 寸法	3.2×2.3×827	

図 3-2 入力画面

3.3 計算過程

「計算過程」のボタンを押すと「1. 必要吐出量の算定」、「5. K⑤値の算定」、「7. 圧送負荷の算定」および「8. 配管の検討」が確認できます。

「7. 圧送負荷の算定」で、 β (圧入口での圧入圧力と液体圧との比率を表す係数。初期設定値は1.3となっています)をリストボックスから選択します。

「8. 配管の検討」では、配管の磨耗限界肉厚をチェックする際の参考値として、算定された圧送負荷時に必要な配管の最小肉厚を、使用されている配管の鋼材種別ごとに算定しています。

* 圧力に対してのみの計算結果であり、不適切な支持や機械的な力については考慮されていません。また、繰り返し圧力による金属の疲労や配管の傷・局部的な磨耗についても考慮されていません。

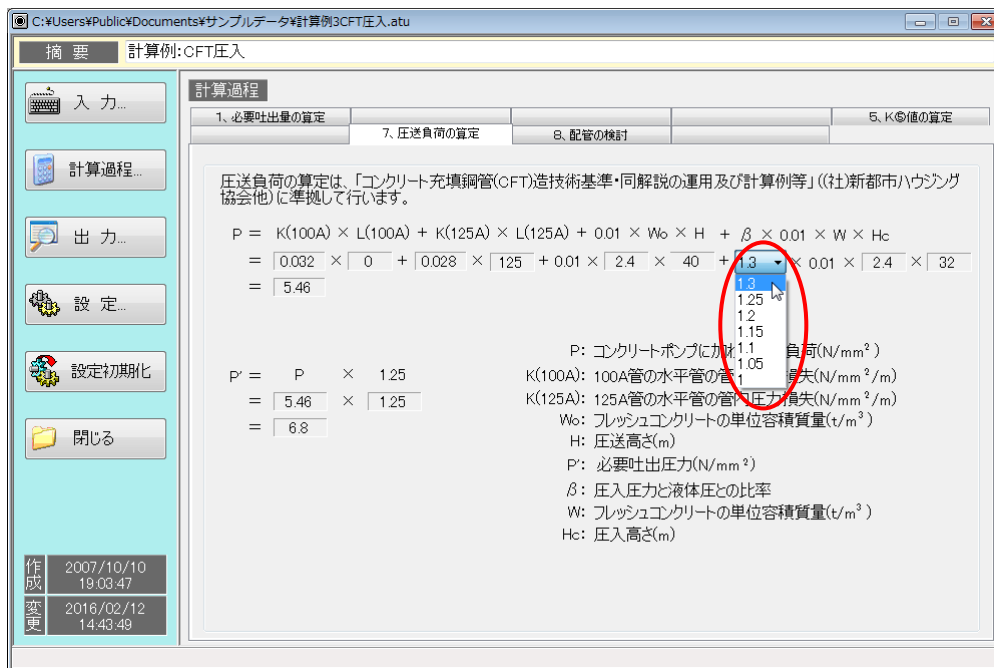


図3-3 計算過程 7画面

3.4 出力

「出力」ボタンを押してポンプ車機種をリストから選択すると、算定されたポンプ車に必要な吐出圧力と選択したポンプ車のP-Q線図と照査し、その圧送可否が判定されます。吐出圧力が選択されたポンプ車の能力を超える場合は、「ポンプ車を選定しなおすか入力値を修正して下さい」というエラーメッセージが表示されます。

* 圧送が「可」と判定された場合でも、P-Q線図と算定されたポンプ車に必要な吐出圧力(図中の●)を比較して、ポンプ車の能力の限界に近い場合は、ポンプ車を選定しなおすか、必要吐出量が小さくなるように再検討してください。

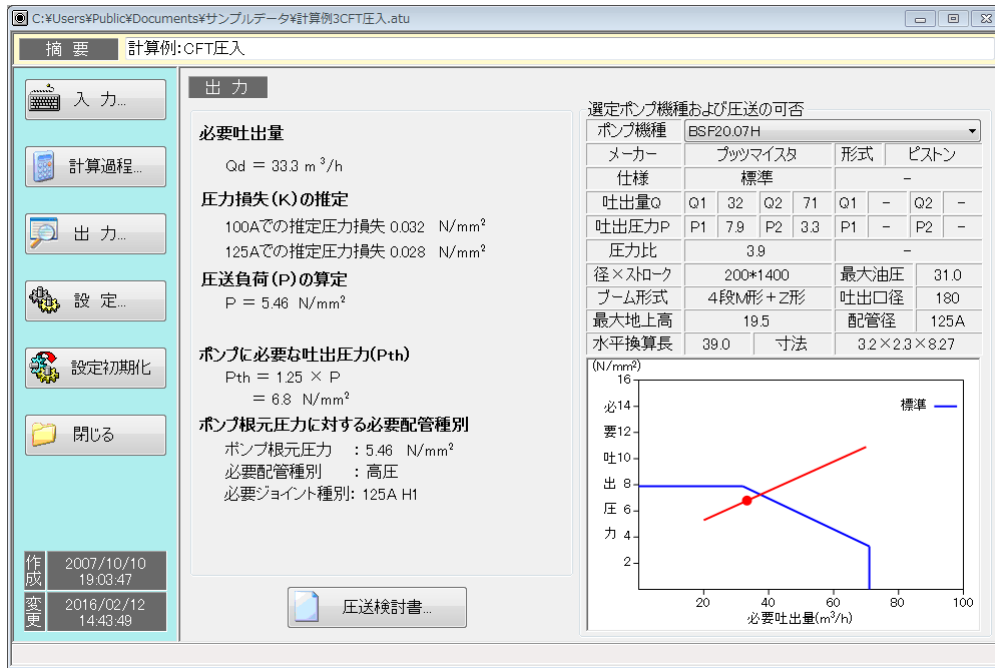


図 3-4 出力画面

圧入計画検討書の印刷を行う場合は、「印刷プレビュー」ボタンを押し、「印刷」ボタンを押してください。

印刷では、入力した「適用」や打設概要・コンクリートの性状、算定された必要吐出量、圧力損失の推定値、圧送負荷、ポンプ車根元圧力に対する必要配管種別、必要とされる配管の最小肉厚、選定したポンプ車の仕様および圧送可否が出力されます。

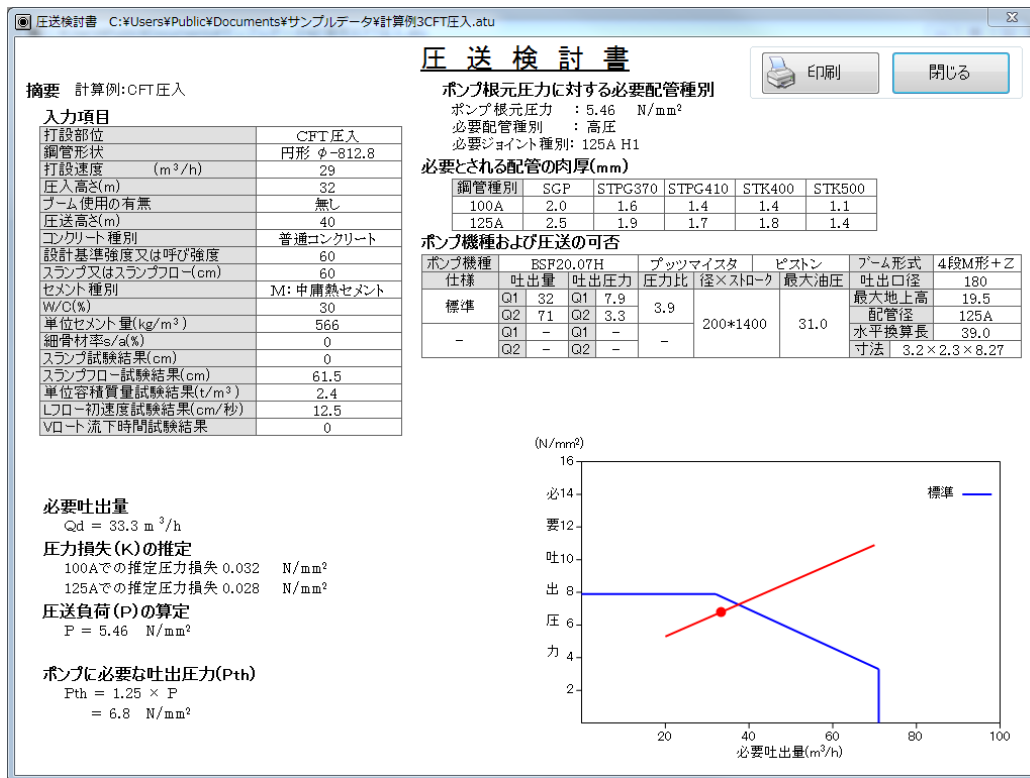


図 3-5 印刷プレビュー画面

4. 計算例4:測定主油圧からの検討

4.1 コンクリート圧送条件

計算例2と同様のコンクリート・配管条件でコンクリートを打設した時に、表4-1に示すポンプ車を用いて主油圧を測定し、その測定結果から圧力損失を推定して使用したポンプ車での圧送限界を算定します。

*本検討はピストンでの圧送を前提としていますので、スクィーズは選択できません。

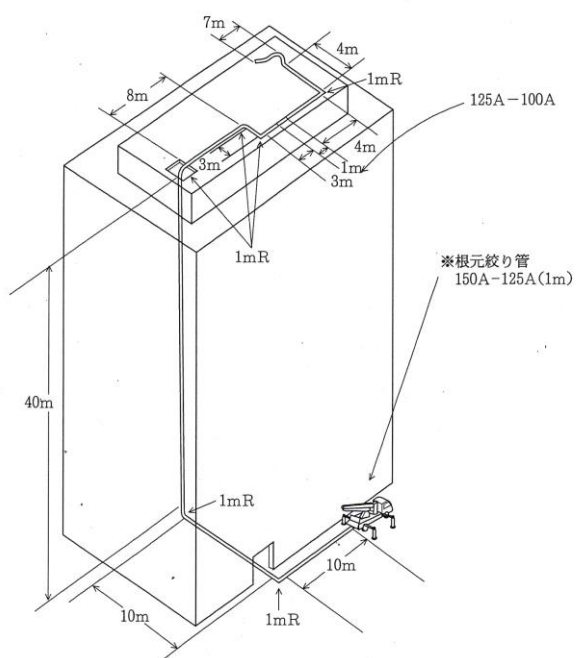


図4-1 コンクリート圧送概要

表4-1 使用ポンプ車の仕様

形式	PY120A-36
メーカー	極東開発
仕様	標準-標準
最大吐出圧力(MPa)	4.6
コンクリートシリンダ径× ストローク(mm)	225× 2100
最大油圧(MPa)	27.4

表4-2 主油圧ほか測定結果

5ストローク時間(秒)	27.5
ポンプ主油圧最大値(MPa)	17

表4-3 コンクリートの概要

コンクリート種別	普通コンクリート
使用セメント種別	普通ポルトランドセメント
呼び強度	42
W/C(%)	38
単位セメント量 (kg/m ³)	470
スランプ試験結果 (cm)	21
スランプフロー試験結果 (cm)	38.5
単位容積質量試験結果 (ton/m ³)	2.312
Lフロー初速度試験結果	—
Vポート流下時間試験結果	—

4.2 入力

(1) コンクリートに関する情報

「測定主油圧からの検討」を選択します。

(2) 打設概要・コンクリートの性状

打設部位、生コン車配置、1日の総打設量、1日の実作業時間を入力します。

コンクリート種別、設計基準強度又は呼び強度、スランプ又はスランプフローおよび単位容積質量試験結果を入力します。

* 単位容積質量が未入力の場合は、ソフトで設定している単位容積質量で計算します。

(3) 使用ポンプ車、配管状況

使用したポンプ車の機種、ブーム使用の有無、圧送高さおよび配管状況を入力します。

圧送モードが4種類ある機種では、その仕様をプルダウンメニューで選択します。

* 標準の高圧モードでは標準を、高圧の高圧モードでは高圧を選択

入力

設計図書のみ 調合が決定している 試験練りが終わっている 測定主油圧からの検討

1	打設部位	普通躯体	13	スランプ試験結果(cm)	0
2	生コン車配置	生コン車1台付け	14	スランプフロー試験結果(cm)	0
3	1日の総打設数量(m ³)	100	15	単位容積質量試験結果(t/m ³)	2.312
4	1日の実作業時間(h)	4	16	Lフロー初速度試験結果(cm/秒)	0
5	ブーム使用の有無	無し	17	Vポート流下時間試験結果	0
6	圧送高さ(m)	42	18	5ストロークに要した時間(s)	27.5
7	コンクリート種別	普通コンクリート	19	主油圧計測値(N/mm ²)	19
8	設計基準強度又は呼び強度	42	20	セメント種別	N:普通ポルトランド
9	スランプ又はスランプフロー(cm)	21	21	ブーム長さ(m)	
10	W/C(%)	0	22	ポンプ機種	PY120A-36
11	単位セメント量(kg/m ³)	0			
12	細骨材率 s/a (%)	0			

	地上配管		鉛直配管		打設階配管		メーカー 仕様標準	極東開発				形式	ピストン		
	100A	125A	100A	125A	100A	125A		標準	高圧				高圧		
L直管(m)	0	20	0	40	8	14	吐出量Q	Q1	55	Q2	120	Q1	35	Q2	85
Bバント管(本)	0	2	-	-	1	3	吐出圧力P	P1	4.6	P2	2.5	P1	6.6	P2	3.5
Tテーパ管(m)	0	1	-	-	1	0	圧力比	6.0			4.2				
Fフレキ(m)	0	0	-	-	7	0	径×ストローク	225×2100			最大油圧	27.4			
	100A Lo=		35		125A Lo=		ブーム形式		4段H形			吐出口径	175		
							最大地上高		35.6			配管径	125A		
							水平換算長		61.9	寸法		3.63×2.49×11.9			

作成 2006/08/31 17:39:29
変更 2016/02/12 14:43:46

図 4-2 入力画面

4.3 計算過程

「計算過程」のボタンを押すと「1. 実吐出量の算定」、「6. 測定主油圧からの検討」および「9. 圧送限界」が確認できます。

「6. 測定主油圧からの検討」では、圧送時の運転モード（標準／高圧）を選択してください。

*標準の高圧モードでは高圧を、高圧の標準モードでは標準を選択

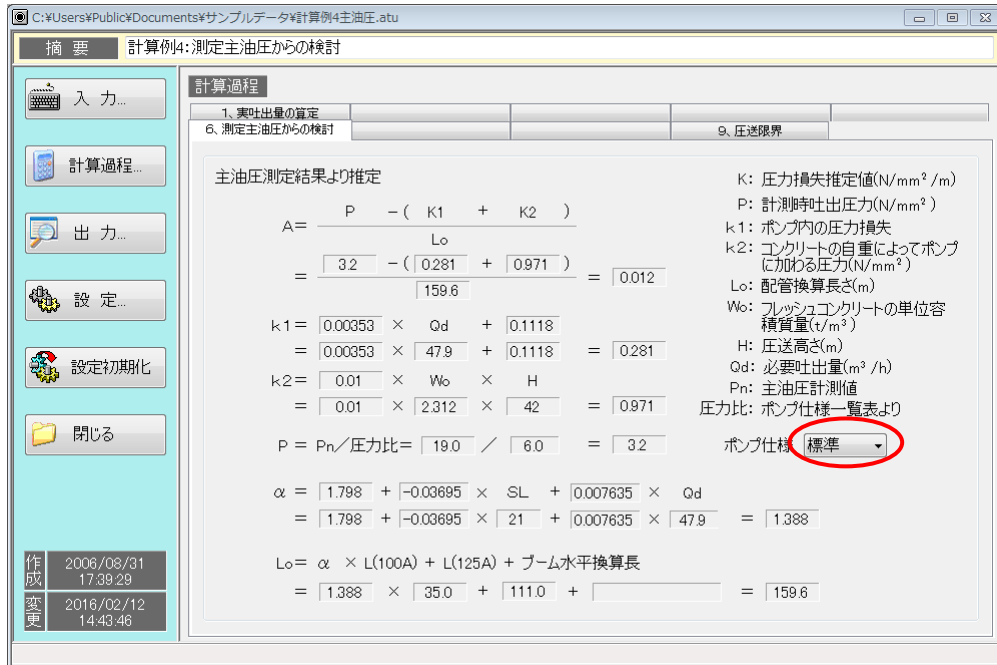


図 4-3 計算過程 6 画面

「9. 圧送限界」では、上階で圧送を行う際の想定される配管を入力してください。

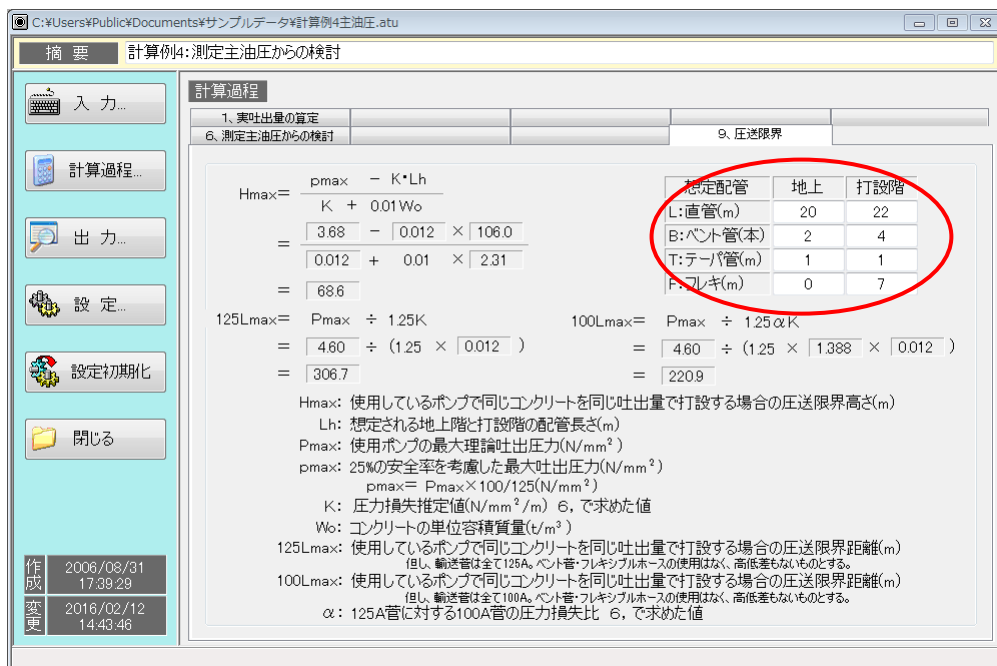


図 4-4 計算過程 9 画面

4.4 出力

出力ボタンを押すと、主油圧測定結果から推定された圧力損失と、その時使用したポンプ車で同一のコンクリートを同一の圧送速度で圧送できる圧送限界が出力されます。また、グラフ(P-Q線図)には、測定時の吐出圧力と吐出量がプロットされます。

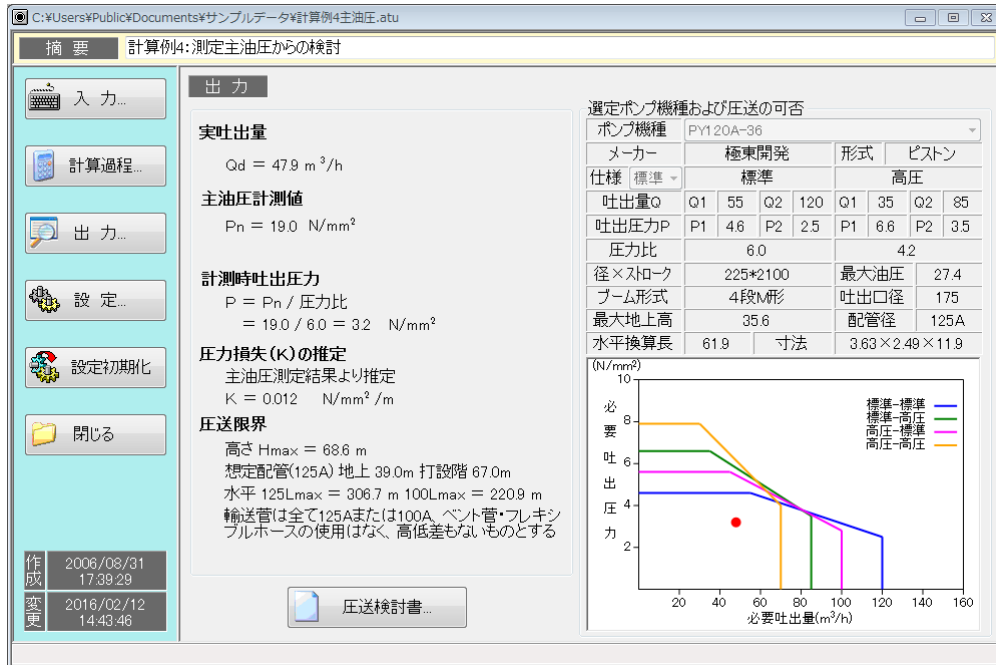


図 4-5 印刷プレビュー画面