

## 三菱化学 RABALON T3460C 成形 TRY

目的：SL 的成形条件の見極め

課題：三菱化学 RABARON T4360C の材料特性による計量不安定の解消

実施日：2012 年 3 月 9 日

担当：SPIRAL LOGIC LTD 佐々木 健

使用設備：住友 SE18DU-C30 Φ16 (SL 搭載機)

### 【内容】

スチレン系エラストマーであるラバロン T4360C の成形に当たり、まずは一般的な成形条件を踏襲して感触を掴む事にしました。主な設定条件は次の通りです。

- ・ 予備乾燥 80℃ 2 時間
- ・ 金型温度 30 度
- ・ シリンダ温度 Zone15-Zone2 190℃ Zone1 180℃ 水冷シリンダ／非通水
- ・ スクリュー回転数 120rpm
- ・ 背圧 10kgf/cm2

まずはパージングを開始。**材料の噛み込みは特に問題なく順調に計量する。**

パージされた材料は一見硬いような印象を受けるが、触ってみるとエラストマー独特のヌルツとした柔らかさ。ストランドを指で押すとつぶれて延びる。**計量中も特にドルーリングしないが**スクリューの回転数を遅めに設定してある為、計量に時間がかかる印象がある。

成形を開始。製品はΦ5 程のボタンでサイドゲートの 2 ヶ取り。充填ストローク 5mm 程度。充填速度は 80mm/sec。

第 1 ショット：充填は問題ないが製品が固定側に残る。スプールが食い付いている様子。

第 2 ショット以降も全く同じで製品が固定側に残る為、連続運転が出来ない。

ノズル先端部のみ設定温度を 200℃に上げて見るが結果は変わらず。



今度の金型はなんとか製品を持って来れるが、時々、固定側に残り不安定な為、突き出しピンにアンダーカットを追加する。

- ・ まずスクリー回転数。通常エラストマーの場合、材料の噛み込みに影響する為、100～150rpm 程度の低めに設定しますが、SL 機では噛み込み不具合の心配が無いので通常より高めに設定することが出来ます。ということで**回転数を 200rpm に変更**。

**Main Dialog** Ver. XGX02G08WB [ 9ED 18 t C80 16 h - 0025 ] 12/03/09 11:49

|     |     |      |    |    |    |    |    |    |                  |
|-----|-----|------|----|----|----|----|----|----|------------------|
| 型開閉 | 型全開 | マシナリ | 休止 | 冷却 | 遅延 | 保圧 | 充填 | 計量 | MAINT SHI<br>計量完 |
|-----|-----|------|----|----|----|----|----|----|------------------|

**可塑化詳細**

UP 可塑化 マルチクル [ ]

充填前位置 [ 16.50 ] mm ピーク圧 INJ. [ 466 ] ksf/c サイクル時間 [ 12.2 ] sec  
ALL [ 477 ]

VP切換位置 [ 1.50 ] mm 保圧完位置 [ 0.96 ] mm 充填時間 [ 0.30 ] sec スクリュ回転速度 [ 0 ] rpm

クッション位置 [ 0.96 ] mm スクリュ位置 [ 16.50 ] mm 計量時間 [ 2.66 ] sec 回転トルク [ 1.0 ] %

ピーク圧監視 [ 0 / 10 ] shots 補正開始残ショット [ 0 ] shots SK動作 [ SK制御 ]

**可塑化詳細** 充填完了開始 可塑化後退 V-P切換 樹脂圧制御 遅延中圧力 冷却時間

VP 動作 モト°0- 0.00 mm 前進保持 位置切換 切 切 ksf/c 6.0 sec

射出動作 保圧動作 V-P圧力 遅延時間 作動時間 計量遅延 充填遅延 休止時間

モト°0 モト°0 300 ksf/c 0.1 sec 0.05 sec 0.1 sec 0.2 sec 2.0 sec

保圧 速度 10.0 mm/s 段数 2速2圧 充填時間 3.00 sec 充填圧力 1200 ksf/c

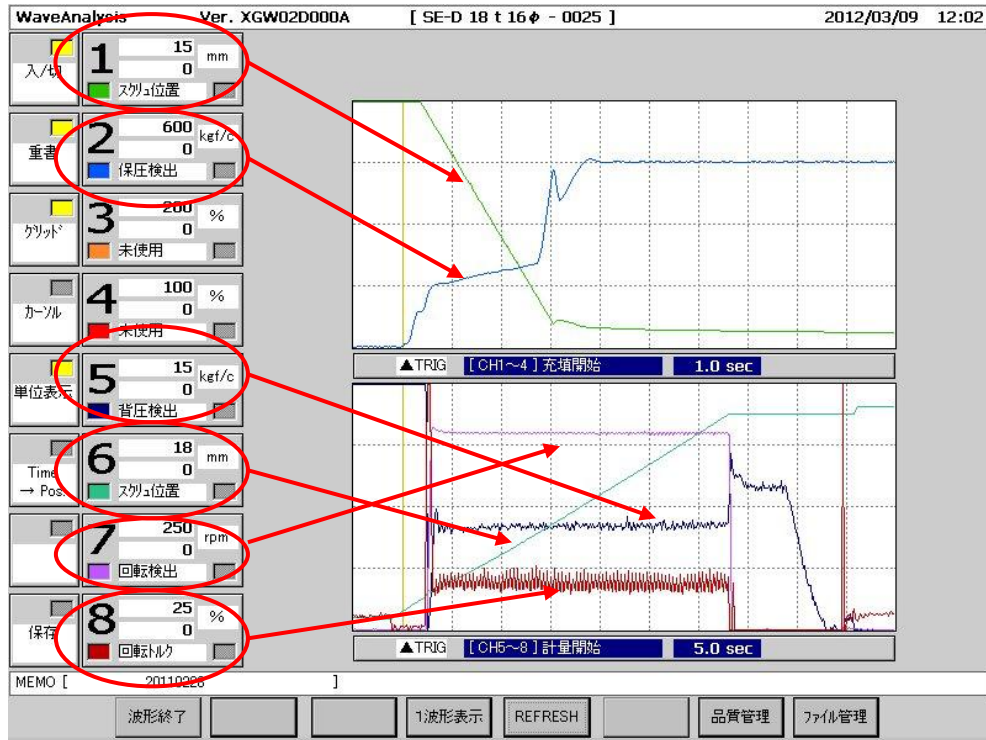
|    | 2nd  | 1st  |       |
|----|------|------|-------|
| 時間 | 0.00 | 1.00 | sec   |
| 圧力 | 0    | 450  | ksf/c |

V-P切換 1st stg 位置 1.50 5.00 mm 速度 50.0 50.0 mm/sec 充填

段取 型開閉 可塑化 温度 一覧設定 波形表示 品質管理 生産管理

この時、GSバルブの効果を実証にする為、計量遅延は必ず設定してください。

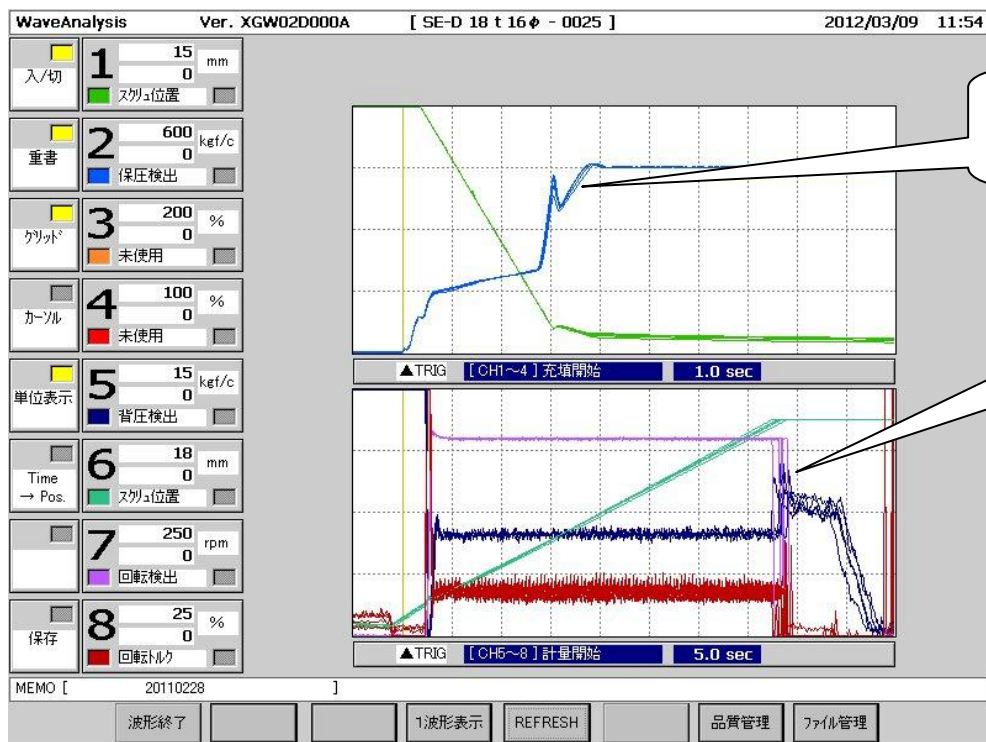
- ・ 次に GS ロダーの設定を調整して最適条件を探します。その為の手掛かりとして波形表示機能を利用します。



上図のような設定にすることで GS ロダーの設定値（材料供給量）が適切かどうかの判断が容易に出来るようになります。

- ・ まず GS ロダー設定 25rpm (12.5%)の波形です。

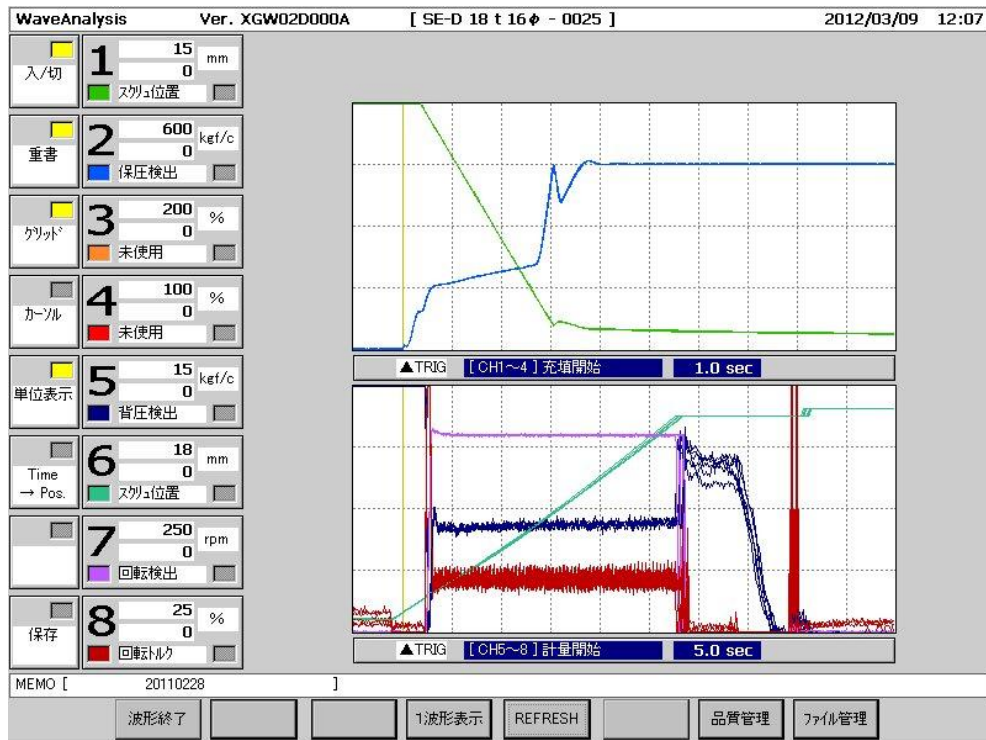
※ 今回の TRY に使用した成形機は GS ロダーの回転数を独立して設定する仕様になっています。  
住友標準仕様は、GS ロダーの回転数をメインスクリーとの同期率 (%) で設定するようになっているので ( % ) を参照下さい。



上記、①②の状態から飢餓供給状態と判断。もっと材料を入れる事が出来ます。

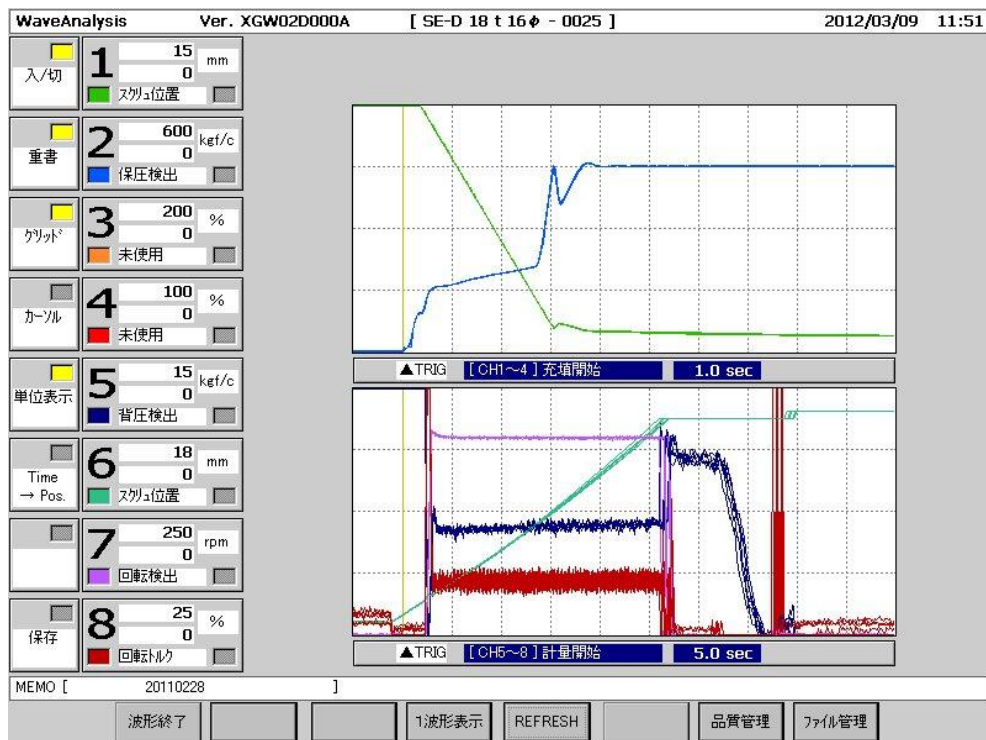


- ・ 次に GS ローター設定 32rpm (16%)です。



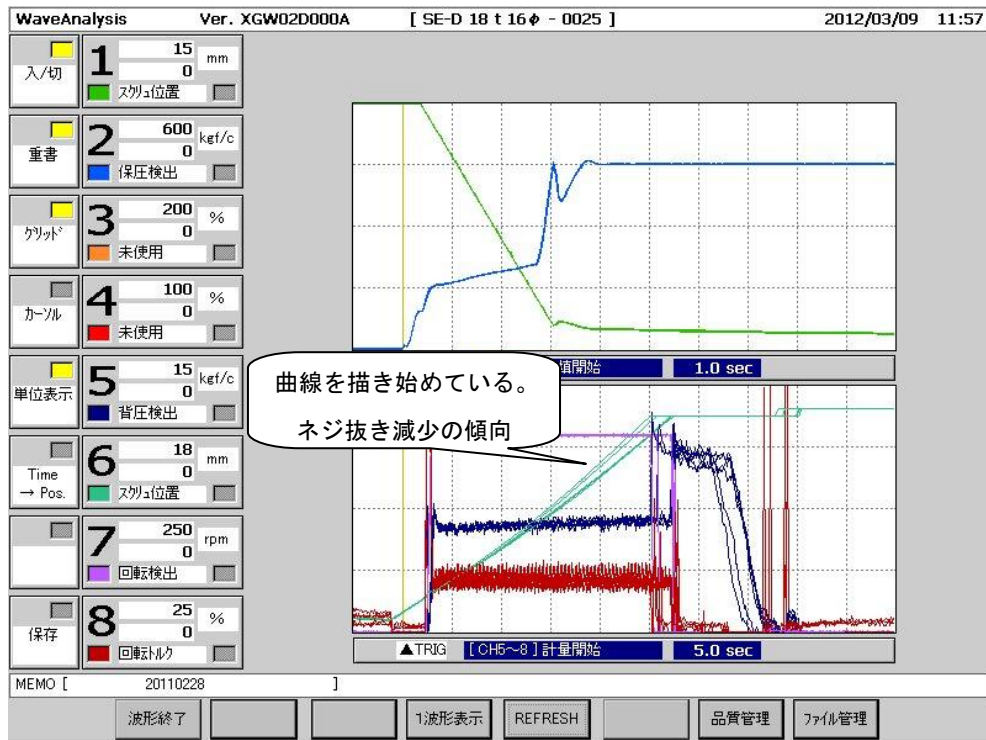
25rpm (12.5%)で見られたバラつきが収まっています。ほぼ適正な SL 融解状態と言えます。  
でも、もっと入れてみましょう。

- ・ GS ローター設定 35rpm (17.5%)です。



計量時間は若干バラついています、圧力波形の乱れは見えません。この場合の計量時間のバラつきは材料の特性（弾性が高く、ペレットの粒が大きい）によりスクリーが材料を噛み込む時にペレットが弾んで暴れるのが原因と思われ過剰供給状態には至っていないようなので、こちらの条件の方が良さそうです。  
では、更に材料を入れてみましょう。

- ・ GS ローター設定 40rp (20%)です。



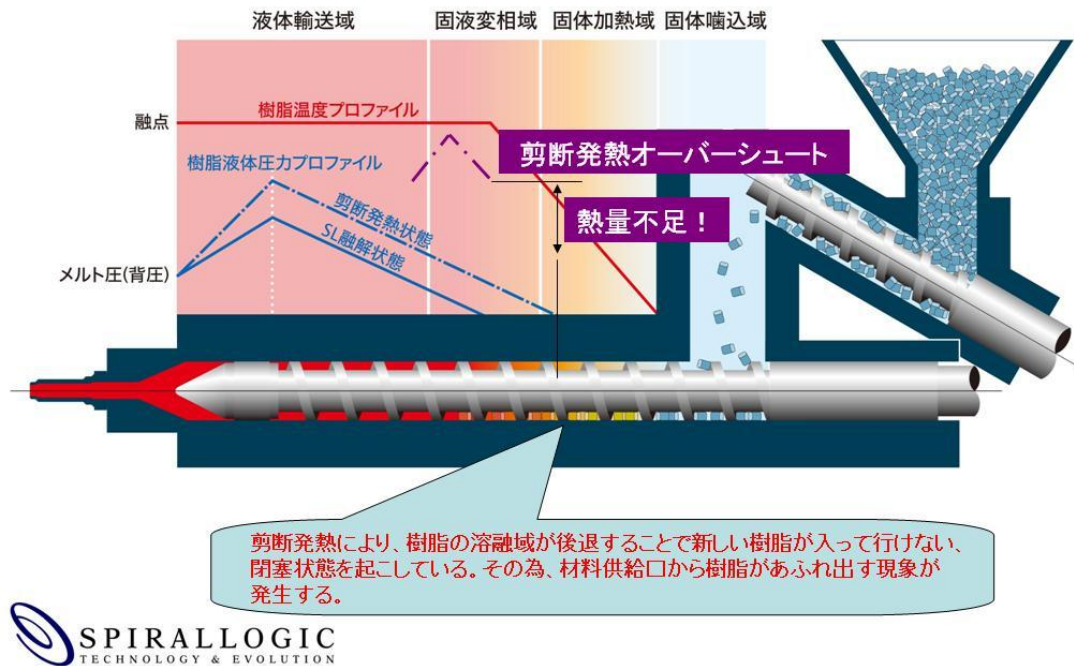
今度は明らかに計量時間がバラついて、計量スクリュウ位置のラインも曲線を描き始めています。ネジ抜き現象が起こり始めています。また、材料供給口から材料があふれ出してしまいました。これは明らかに材料の入れ過ぎです。

**やはり、今回の材料では GS ローター設定 35rpm が最適なようです。**

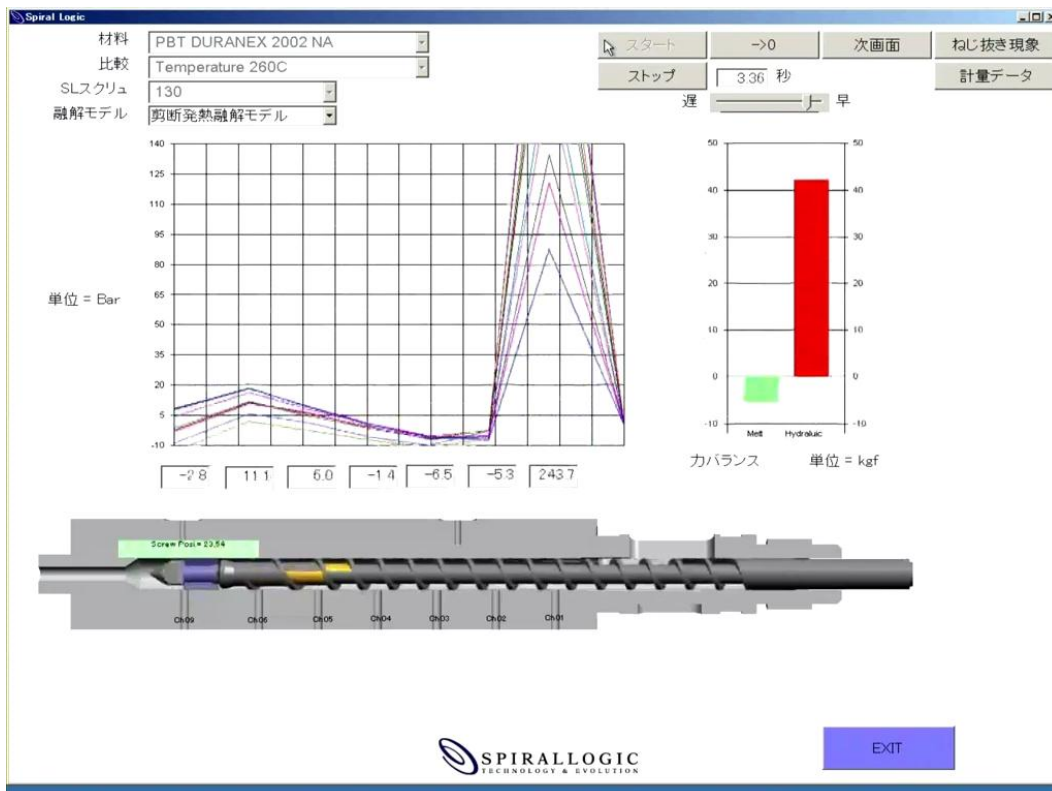
- ・ それではここで GS ローター設定 40rpm (20%)ではどうして材料があふれ出したのか考えてみましょう。

「射出量<供給量なら、あふれるのは当たり前・・・」という答えは必ずしも正しくはありません。GS ローターを備えていない成形機でも特に材料があふれかえってはいない訳ですから・・・。

## 剪断発熱状態

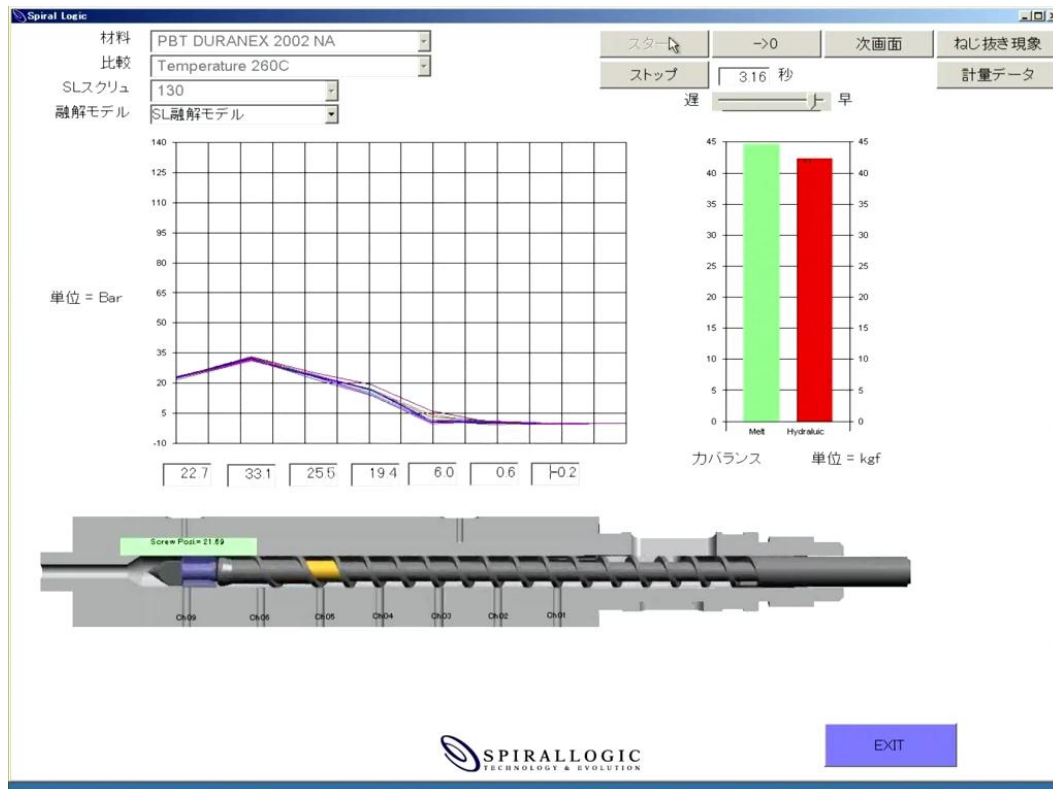


- ・ 上の「剪断発熱状態」の図が過剰供給です。渋滞モデルの説明を思い出して下さい。流量が増えま  
すから渋滞が長くなる、つまり、溶融域が長くなります。その結果、ペレットが入るスペースが減  
りますから、GS ロードからあふれ出すのです。
- ・ この時にシリンダ内の圧力分布がどうなっているのかと言うと



上記の圧力センサ波形から、溶融域が Ch1 にまで達していることがわかります。ホッパー口からのペ  
レットが Ch1 付近で溶融域を押しているので異常な圧力が見られます。ここが剪断発熱の拠点です。

- ・ では、適正な SL 融解状態ではどうでしょう。



剪断発熱状態と同じ計量中のタイミングの圧力波形です。Ch2, 1 が感知していないのは、ペレットが溶けていないからです。つまり、ペレットは Ch3 まで入っているのです。だから、SL 融解状態の方がたくさん材料を入れる事が出来るのです。

- ・ と、ここでもうひとつ。住友の電動機には「K188」というパラメーターがあり、標準で「100」の数値が入力されています。これはスクリー前進方向に常時 20kgf/cm<sup>2</sup> の圧力をかけるもので元々油圧機にあった射出シリンダのパッキン抵抗を再現したのですが、同時にネジ抜き現象を抑制する効果を狙っていると思われます。このパラメーター設定が SL 機で粘性の低い材料を成形する際に悪さをします。

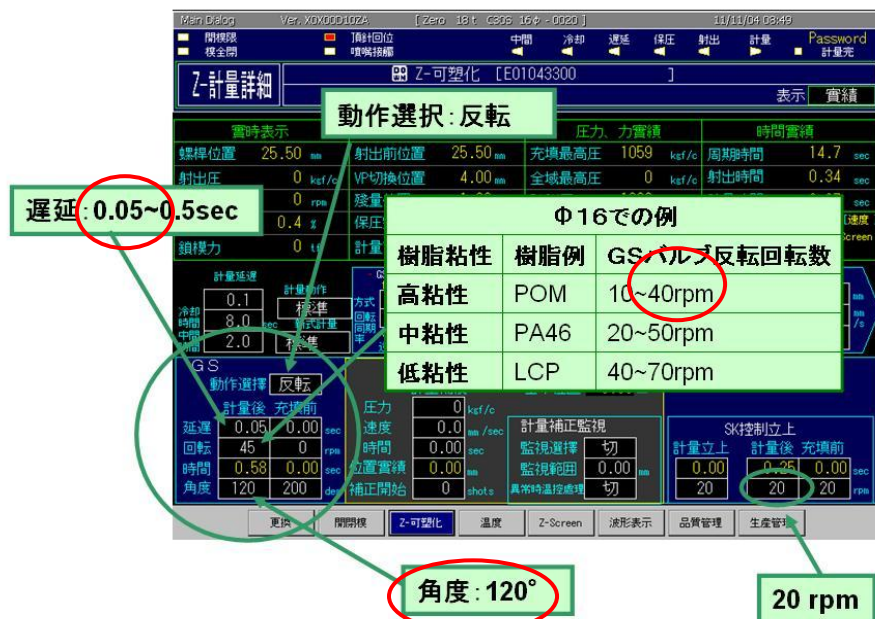
つまり、上図の SL 融解状態のピーク圧（チェックリング付近の山）を上方に 20kgf 分上げたことになります。そのため、ちょうど、図のせん断発熱状態（＝過剰供給）となるわけです。ですから、材料の供給量を減らさないと材料があふれ出してしまうという現象が発生します。

**\* 菅原の報告で K188 を 100 に戻したとたんに GS ローダーがあふれた、100 のままでは設定可能範囲が極めて狭い、とお聞きしています。これもまさに K188 の問題です。**

- ・ 以上のことから SL 機の能力をフルに発揮させて有効に活用して頂く為には、この「K188」のパラメーターを「0」にして使用されることをお勧めします。
- ・ 粘性の高い材料を使用される分には影響はほとんど無い訳ですが、メンテナンス画面でのパラメーターの変更作業は、毎回、住重のサービスマンに依頼しなくてはなりません。
- ・ なお、住重技術部でも、SL 機では「K188」は不要、と最近は認識いただいています。
- ・ もちろん、今回の成形 TRY に使用した弊社の SL 搭載機の「K188」パラメーターは「0」にあります。このことが今回の成形 TRY で三菱 RABARON T4360C という材料で問題なく成形する事が出来た重要なポイントだと思います。
- ・ 最後に SL 機のもうひとつの特徴である GS バルブの設定に付いて、説明させてください。



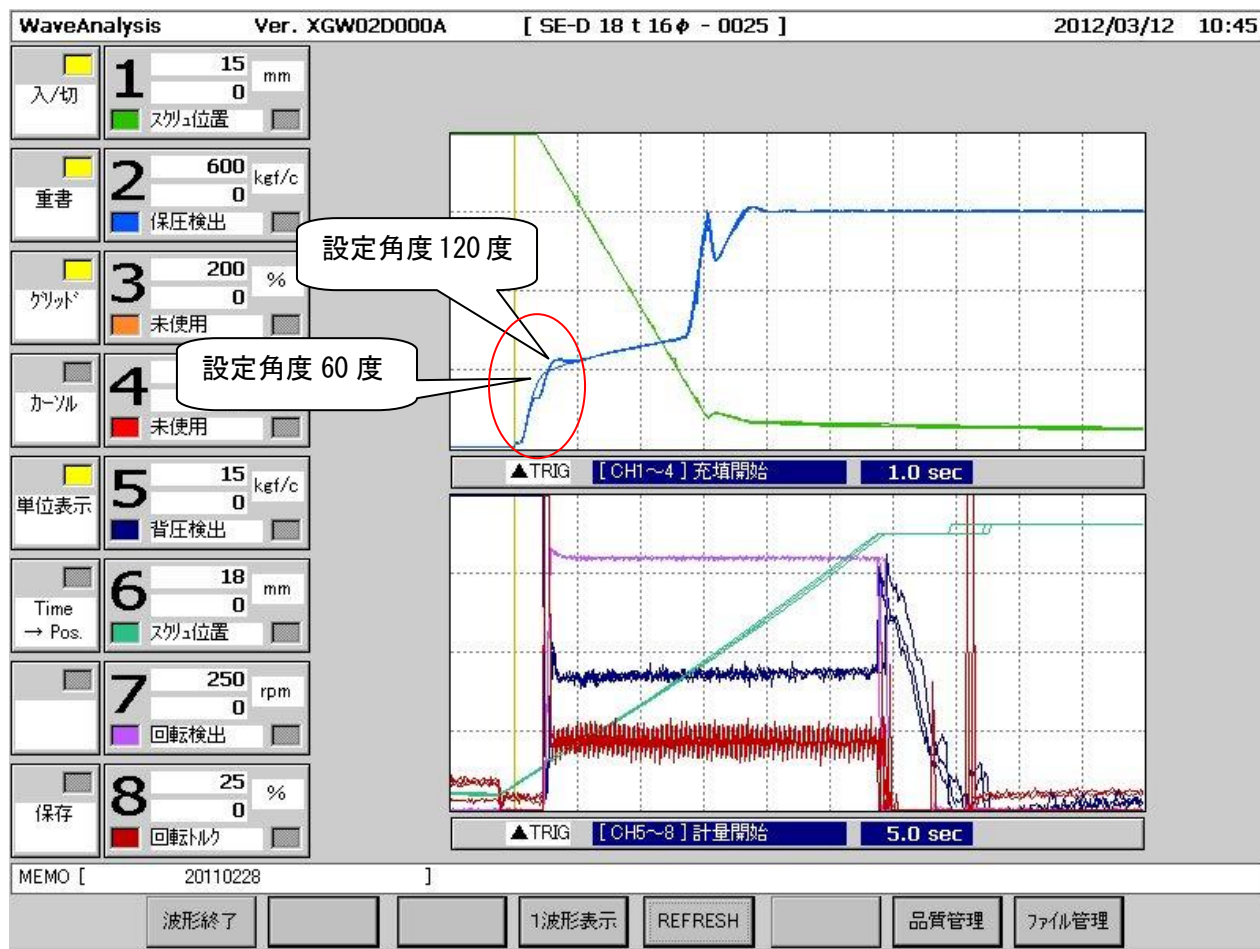
## GSバルブ



上図は弊社で推奨している標準的なGSバルブの設定条件です。今回のTRYでは上図中赤丸で囲んだ値で実施しました。

- ・ 今回TRYを行ったラバロン T3460C は高粘性で低硬度しかも弾力性に優れるという特性があります。この特性がGSバルブの設定条件によって、どのような波形の変化として現れるか見てみましょう。
- ・ まずGSバルブ反転回転数の設定ですが、実は上図にある設定値の最小(10rpm)から最大(70rpm)を試しましたが波形の変化はありませんでした。つまり今回の材料ではGSバルブ反転回転数に拘らず、GSバルブはしっかりと閉じて材料は逆流しないということです。
- ・ では角度はどうでしょうか？GSバルブは90度で閉じるように設計されていますので、わざと角度を60度に設定してみました。設定角度120度と60度を重ね書きした波形がこれです。





上図中、**赤丸**で表示した部分ですが、設定角度 **120 度**の波形には二つのコブのような段差が見て取れます。これがエラストマーの特徴で弾力性がある為、射出開始時の圧力を材料が吸収し、それが限界を超えたところで本当の射出が行われます。一つ目のコブはノズル内部のもので二つ目はスプール部分と思われます。

これに対して設定角度 **60 度**の波形には段差が無くスムーズなカーブを描いています。これはGSバルブが完全に閉じていない為、上記の圧力を材料が逆流することで吸収しているのです。

- ・ 一見すると設定角度 **60 度**の方が波形がキレイで安定しているように思われがちですが、上記の理由でそれは違いますから、現場で判断される際は注意が必要です。

以上で本報告のまとめとさせていただきます。

ts