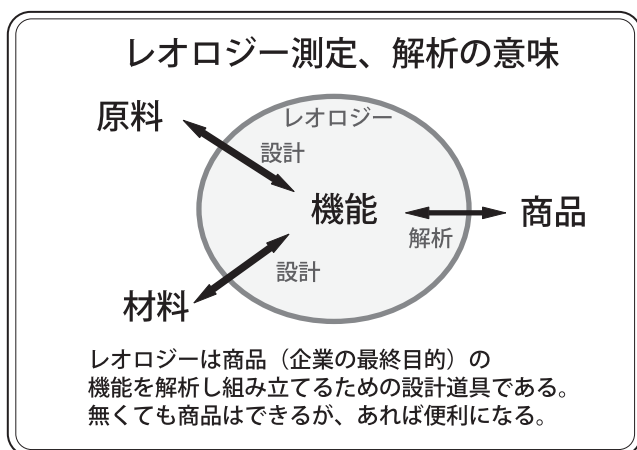


2. レオロジーとは

2-1に示したのは「レオロジー測定解析の意味」である。皆さん製造メーカーの方が多い。製造メーカーというのは、いろいろな原材料をある機能を目的として設計をして商品を作るということをやっていらっしゃる。逆に他社であるとか自分のところの過去の商品の解析をして、機能をまた考えて材料設計なり原材料設計をするというのが製造メーカーである。レオロジーは中央の設計、解析の部分にかかわることであるから、レオロジーがなくなったら仕事ができているわけである。では、なぜレオロジーをやるのかということである。分析化学はやるのに、レオロジー大きくとらえれば物性のところをあまりやるところがないのはなぜなのか。それは、機能解析をやらなくても、経験と勘の人がたくさんいて、これは何とかなるよと言いながら設計しているからである。あとでも言うが、経験と勘でうまくいくうちは別に新しいことをやるうなんて誰も思わないわけである。経験と勘でなかなかできなくなってきたから、ちょっと学問的なことはないかと探すと、レオロジーみたいなのがあったから、ちょっと勉強してみようかみたいな世界なのである。だから、あってもなくてもいい。設計道具、ツールであるということのを頭の中に置いてほしい。別にこれを学問として大成することが目的ではない。何かの商品を作るのに便利に作るためのツールであると認識していただければ結構であろう。



2-1

【Point】

一般的な製造業では原材料を加工し、機能を付加して商品を作る。商品を作るにはその機能を解析し機能を実現するための原材料を探す。これらのワークフローの中にレオロジーが絶対に必要であるわけではない。

ワークフローを効率的に短時間に行い、経験を知恵として蓄積するために必要なものの一つの見方がレオロジーである。

レオロジーというのを広辞苑や理化学辞典で引くと、2-2に示すように物質の変形と流動に関する科学と定義されている。1922年にビンガム (G.Bingham) さんが提案した名称で、ビンガムさんはACS (アメリカの化学会) のコロイド分科会で、コロイドというのは力を掛けても

4. 動的粘弾性

それではいよいよ動的粘弾性に入るが、動的粘弾性というのは4-1に書いてあるように、自由減衰振動と強制振動がある。自由減衰法として、TBAというのがある。4-2に示すトーションブレードアナリシスという方法だが、試料をねじり、ねじりからの自由減衰を測定する方法である。現在、装置としてはほとんど売っていない。一時、結構はやっていて、熱心に装置を作られていた時代がある。けれど結局、自由減衰なので強制的に振動しないので、最後は空気が邪魔だとか言って真空中でやり始めてしまった、そうするともうぼろぼろだった。

動的粘弾性測定	
液体測定	測定装置
自由減衰振動	振り子型FDM
振り強制振動	歪み制御型レオメーター
	応力制御型レオメーター
固体測定	測定装置
自由減衰振動	TBA
引っ張り振動	パイブロン

4-1

【Point】

動的測定は歪みまたは応力を正弦的に与えて測定するが、正弦波を強制的に与える強制振動と自然減衰振動との2種類があるが、周波数と振幅が設定できることからほとんどの装置は強制振動である。

自由減衰法による動的粘弾性測定

運動方程式 (金属棒での式)

$$I \ddot{\theta} + \frac{\eta}{A} \dot{\theta} + \frac{G}{A} \theta = F \sin \omega t$$

I: 金属棒の慣性 A: 幾何学定数 η : 動的粘性率 G: 動的剛性率
 θ : 角変位 t: 時間 F: 外力の振幅 ω : 角振動数

4-2

【Point】

自由減衰による測定方法としてTBAがあるが、試料に対しての抵抗を考慮するために真空中で測定するなどあまり実用的でないために使われなくなった測定方法である。

5. FTRM

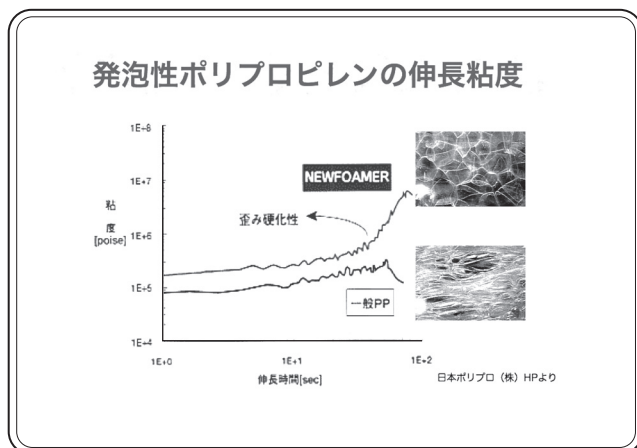
次に合成波の話をしていただく。合成波というのは別に説明する必要はない。本当はないが、私はこの方法で日本レオロジー学会の有功賞をもらったのと、私の得意技だからちょっとは説明しておかなければいけないということで説明する。

分散系は5-1に示すように剪断速度または角速度が低いところでの平坦部を見たいというのが主たる目的である。平坦部を見たいのだが、そのときに歪みによる構造履歴、なるべく歪みの履歴のない状態で周波数分散というものを取りたいということがあった。そこで、5-2に示すように東北大学の粘土の研究でRCP法が作られて、塗料の研究より私がFTRM法を作って、東北大学から大日本インキ化学工業(現DIC)に行った人がインキの研究からRAP法を作っている。この3つぐらいの方法が分散系を迅速に測定する方法として提案されている。理論は難しいので詳しくは書かないが、RCP法というのは、5-3に示すように動的粘弾性が応答応力のフーリエ変換を与えた歪みのフーリエ変換で割ったものになるため、歪みのフーリエ変換が1となるような図のようなパルスで測定する。要するに、こんなパルスを一発与えてやるとそのフーリエ変換が ω_0 から下が1となるので、応力のほうをフーリエ変換するだけで G^* を求めることができるという方法である。

5-4にその答えを示すが、応答波形は裾野を引いたような形になるが、測定時間に制限があるために応答データを無理矢理に循環関数にしてしまうことで、結果的に低剪断の部分が事実と違う結果になってしまう。一番肝心要のところでは嘘のデータが出るという可能性があるので、この方法はあまり使えない。硬化過程を測定するとぼろぼろになってしまう。それで、5-5に示すように与える歪みも応答応力もどちらもフーリエ変換すればいいということで、私がFTRMを作ったということである。この方法は今は多くの装置で利用されている。5-6に示すようにいろんな周波数を足し合わせた合成波というのを使っていろんな周波数を同時に与えてやって測ろうということである。このような合成した波形をホワイトノイズという、夜中にテレビがサーっという砂嵐になるあの状態と一緒にある。あの時のシャーという音がホワイトノイズである。5-7に示すのは \cos と \sin の合成波の例であるが、 \cos を合成すると最後は何になるかというパルスになるという話だ。パルスになるもので測るのがパルス法。

7. 新たな仮説, 新たな装置

ここで、最近思いついた新たな仮説について説明をしたい。

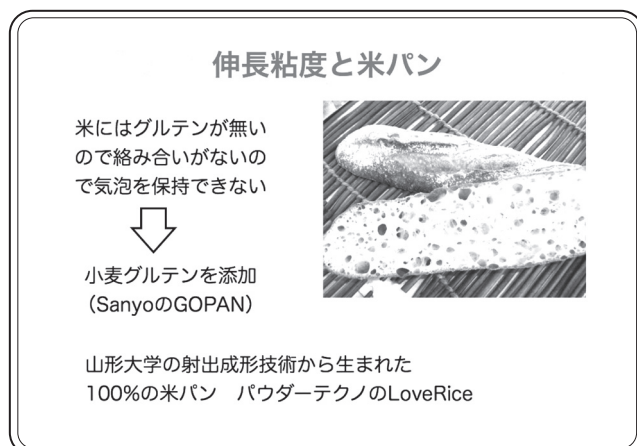


7-1

[Point]

少量の高分子の添加により発泡性のPPを作ることができ、食品トレーを電子レンジにかけられるようになった。

射出成形の世界に歪み硬化性という現象がある。低密度ポリエチレンのように側鎖のからみ合いがあるような時に速い伸長変形を加えると応力が発生する現象で、スーパーのレジ袋などを作る時にともかく速く引っ張れば膜厚がおなじになる現象である。同様なことがポリプロピレン (PP) の発泡性でも利用されている。一般的なPPでは薄膜になりにくいのだが、ほんの少しの高分子物、すなわち長時間の緩和成分を添加することで歪み硬化性が出現し発泡PPを作ることができるようになり、PPによる耐熱性の向上から食品トレーに乗せたままで電子レンジ調理が可能となった。



7-2

[Point]

米のアルファ化により米100%のパンができた。