



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26
Coating Window「膜厚 $\sim\Delta P$ 」	減圧値の目安を推測（実験時の条件出しに便利）	G27
シム補正エッジ厚み分布 New !	塗布端の厚み分布をエッジフローモデルで推算	G28

【スピン・ディップ塗工・インクジェット印刷】	概 要	品番
スピン塗工 理論膜厚(Emslie式)	スピン塗工の理論膜厚と近似計算	G71
ディップ塗工の定常膜厚	ディップ塗工の既往研究から膜厚推算	G72
インクジェットの印刷安定性	We数、Oh数のマップ	G73
薄層塗工速度比較	スロット・グラビア・バー・IJの限界速度	G74

【調送液】	概 要	品番
平均ポット経時	調液タンク内の経時、ポンプ負荷を概算	G61
調送液(2)タンクサイズ・MixTank下限	Mixタンクの形状と下限液量の見積り	G62

【ブレード・グラビア・バー塗工】	概 要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップ筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚み	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47

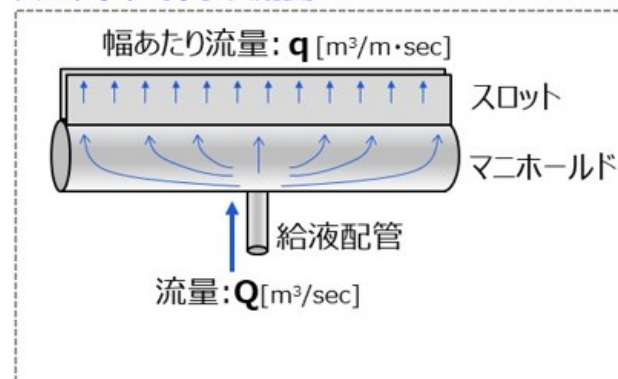
【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流 \sim 多孔板 \sim 二次元ノズル \sim 浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種盟盟の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式	定数A \sim Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2	皮張り \sim 沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算	橘・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



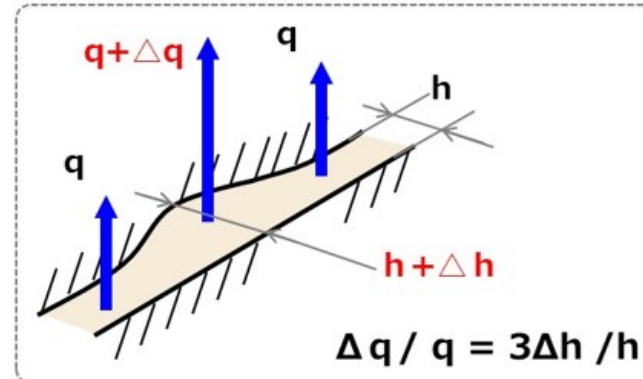
【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度(New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C11】AndCALC スロットダイ設計 (1)スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1

スロットダイ内の流動



スロットギャップ偏差の影響



スロットギャップ偏差が与える塗布量分布の見積もり例

スロット・ギャップ (シム厚み)	100μm		200μm		1mm(参考)	
ギャップ偏差↔	Δ0.5μm↔	Δ2μm↔	Δ0.5μm↔	Δ2μm↔	Δ0.5μm↔	Δ2μm↔
[3Δh/h] × 100	Δ1.5%↔	Δ6%↔	Δ0.8%↔	Δ3%↔	Δ0.2%↔	Δ0.6%↔

ギャップ偏差による塗布量変動

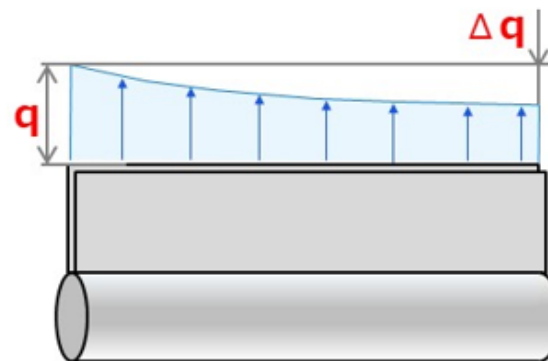
計算結果

スロットギャップ h	入力 100 (μm)	流量変動	6.00 (%)
スロットギャップ変動 Δh	2 (μm)		



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度(New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積り	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

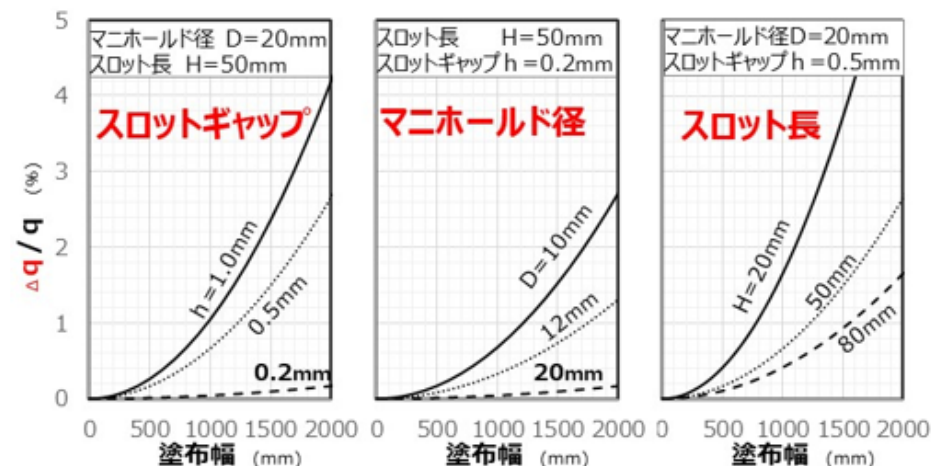
【C12】AndCALC スロットダイ設計 (2)マニホールド影響(ニュートン)Ver1



H(m)はスロットの長さ、
h(m)はスロット・ギャップ、
W(m)は給液位置～ダイ端部の幅
D(m)はマニホールドの直径、
q(x)はx位置における単位幅流量

マニホールド差圧起因の流量減少 $\Delta q(x)/q = (16/3n) \cdot (W^2/D^4) \cdot (h^3/H) \dots 9)$

マニホールド起因の流量減少	入力	SI単位	計算結果
塗布幅 W	1480 (mm)	1.5E+00 (m)	$[\Delta q/q]$ 1.1 (%)
給液方式(中央=2, 側面=1)	1 (-)		
マニホールド直径 DまたはDeq	30 (mm)	3.0E-02 (m)	
スロット・ギャップ h	500 (μm)	5.0E-04 (m)	
スロットの長さ H	50 (mm)	5.0E-02 (m)	





【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度(New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C13】AndCALC スロットダイ設計 (3)マニホールド相当直径Ver1

相当直径

$$D_{eq} = [4 \cdot A] / L \quad \cdots 10)$$

$$D_{eq}(\text{半円}) = 0.61 \cdot D \quad \cdots 11)$$

Aはマニホールドの断面積、
Lは濡れ辺長(マニホールドの外周)



計算しやすい形状



汎用の形状

相当直径

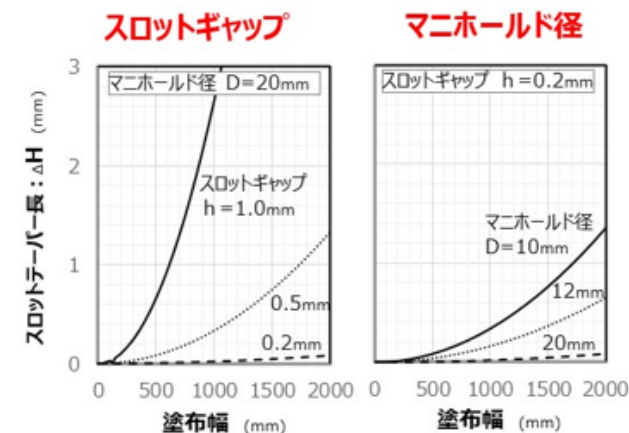
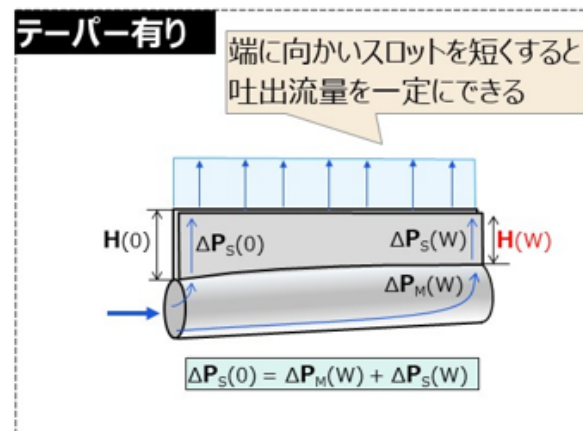
計算結果

【マニホールド形状】		入力	断面積 A	濡れ辺長 L	
Case1	真円	直径 30 (mm)	7.1E+02 (mm)	9.4E+01 (mm ²)	[相当直径]Deq 30.0 (mm)
Case2	半円	直径 30 (mm)	3.5E+02 (mm)	7.7E+01 (mm ²)	[相当直径]Deq 18.3 (mm)
Case3	長方形	長辺 50 (mm)	1.0E+03 (mm)	1.4E+02 (mm ²)	[相当直径]Deq 28.6 (mm)
		短辺 20 (mm)			



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度(New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積り	G25
非ニュートン係数の算出 New!	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C14】AndCALC スロットダイ設計 (4)スロットテーパー(ニュートン)Ver1



【スロット・テーパー長】

$$\Delta H(x) = (16/3n) \cdot (h^3/D^4) \cdot (W^2) \dots 15$$

$\Delta H(\text{m})$ はスロット長のテーパー、
 $h(\text{m})$ はスロット・ギャップ、
 $W(\text{m})$ は給液位置～ダイ端部の幅
 $D(\text{m})$ はマニホールドの直径、

スロット・テーパー長

入力

SI単位

計算結果

塗布幅 W

1380 (mm)

6.9E-01 (m)

 $\Delta H = H(0) - H(w)$

給液方式(中央=2, 側面=1)

2 (-)

指数表示

1.0E+01 (mm)

数値表示

10.10 (mm)

マニホールド直径 D または Deq

10 (mm)

1.0E-02 (m)

スロット・ギャップ h

0.5 (mm)

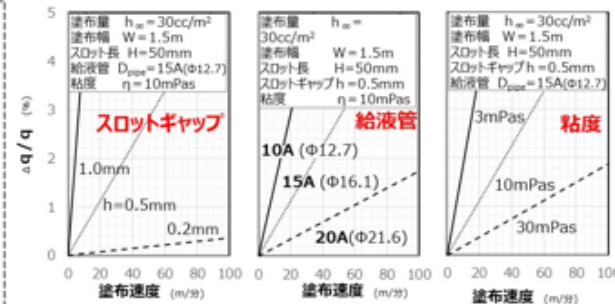
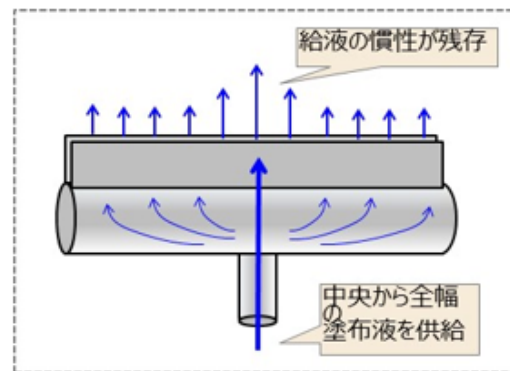
5.0E-04 (m)

10103 (μm)



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度(New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C15】AndCALC スロットダイ設計 (5)給液慣性Ver1



ρ (kg/m³)は液の密度、 D_{pipe} (m)は給液配管の直径、 h_{∞} (m)は塗布厚み、 U (m/s)は塗布速度

【動圧起因の流量増分】

$$\Delta q_I / q = \Delta P_I / \Delta P_S = (4/3\pi^2) \cdot (\rho/\eta) \cdot (h^3/H) \cdot (W^2/D_{pipe}^4) \cdot (h_{\infty} \cdot U) \dots 17)$$

動圧起因の流量増分

入力

SI単位

計算結果

粘度

5 (mPas) = (cP)

5.0E-03 (Pas)

【 $\Delta q_I / q$ 】

指数表示

比重

1 (g/cc)

1.0E+03 (kg/m³)

修正

4.3E+00 (%)

スロット・ギャップ h

0.2 (mm)

2.0E-04 (m)

数値表示

4.31 (%)

スロットの長さ H

70 (mm)

7.0E-02 (m)

【塗工液の流量】

塗布幅 W

1500 (mm)

1.5E+00 (m)

15.0

給液配管の直径 D_{pipe}

12.8 (mm)

1.3E-02 (m)

塗工速度 U

200 (m/分)

3.3E+00 (m/sec)

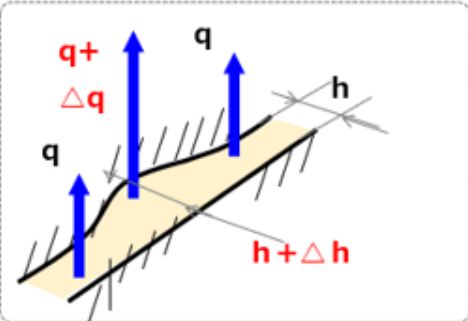
Wet塗布量 h 50 (μ m) = (cc/m³)

5.0E-05 (m)



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C16】AndCALC スロットダイ設計 (6)スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1



[非ニュートン流体] 4)式を変形後、
hで偏微分し7)式を変形して8)式で算出できる。

$$\Delta q / \Delta h \approx \partial q / \partial h$$

$$= [(2n+1)/n] \cdot [\Delta P_s / \eta_0 H]^{1/n} \cdot (h/2)^{2n+1} / h$$

$$= [(2n+1)/n] \cdot q / h \quad \dots 7)$$

$$\Delta q / q = [(2n+1)/n] \cdot \Delta h / h \quad \dots 8)$$

ギャップ偏差による塗布量変動

計算結果

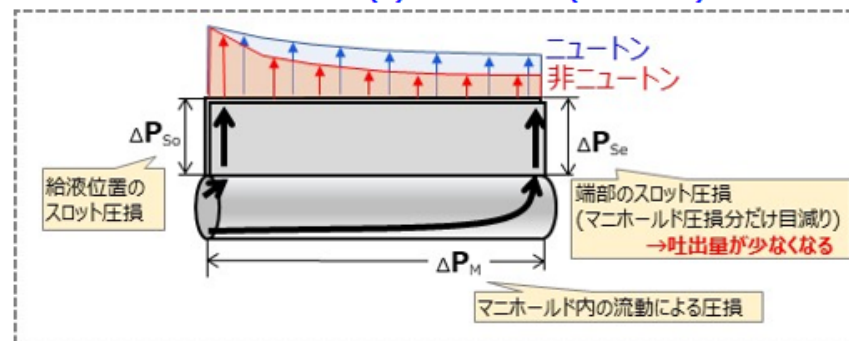
スロットギャップ h	100 (μm)	流量変動	非ニュートン(n=1) 3.4 (%)
スロットギャップ変動 Δh	1 (μm)		(参考)ニュートン 3.0 (%)
非ニュートン係数 n	0.7 (-)		

スロット・ギャップ	100μm		150μm		300μm	
ギャップ精度↵	Δ0.5μm↵	Δ2μm↵	Δ0.5μm↵	Δ2μm↵	Δ0.5μm↵	Δ2μm↵
n=1(ニュートン)↵	Δ1.5%↵	Δ6.0%↵	Δ1.0%↵	Δ4.0%↵	Δ0.5%↵	Δ2.0%↵
n=0.8↵	Δ1.6%↵	Δ6.5%↵	Δ1.1%↵	Δ4.3%↵	Δ0.5%↵	Δ2.2%↵
n=0.5↵	Δ2.0%↵	Δ8.0%↵	Δ1.3%↵	Δ5.3%↵	Δ0.7%↵	Δ2.7%↵
n=0.3↵	Δ2.7%↵	Δ10.7%↵	Δ1.8%↵	Δ7.1%↵	Δ0.9%↵	Δ3.6%↵



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

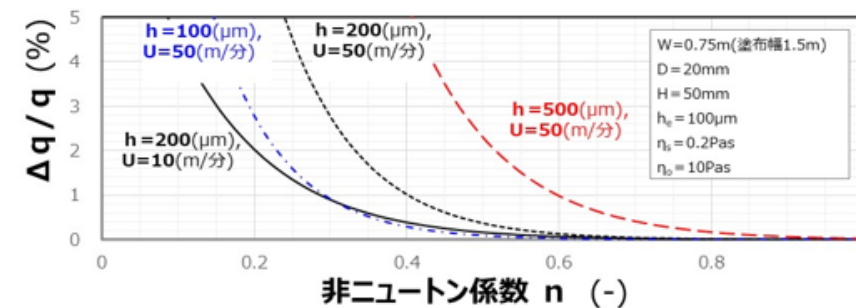
【C17】AndCALC スロットダイ設計 (7)マニホールド影響(非ニュートン)Ver1



マニホールド差圧起因の流量減少

$$\Delta q/q = (64/n) \cdot [W^2/D^4 H] \cdot [h/2]^{2n+1} \cdot (1/n) \cdot [2n/(2n+1)] n \cdot [\eta_s/\eta_0] \cdot [h_e \cdot U]^{1-n} \dots 12$$

マニホールド起因の流量減少	入力	SI単位	計算結果
塗布幅 W	1500 (mm)	7.5E-01 (m)	[Δq/q] 4.2 (%)
給液方式(中央=2, 側面=1)	2 (-)		
マニホールド直径 D または Deq	30 (mm)	3.0E-02 (m)	
スロット・ギャップ h	500 (μm)	5.0E-04 (m)	
スロットの長さ H	50 (mm)	5.0E-02 (m)	
非ニュートン係数 n	0.5 (-)		
静的粘度(普通の粘度) η_s	500 (mPas)	5.0E-01 (Pas)	
ゼロ剪断粘度(指数則のY切片) η₀	3000 (mPas)	3.0E+00 (Pas)	
Wet塗布量 h_e	200 (μm)	2.0E-04 (m)	
塗布速度 U	30 (m/分)	5.0E-01 (m/sec)	





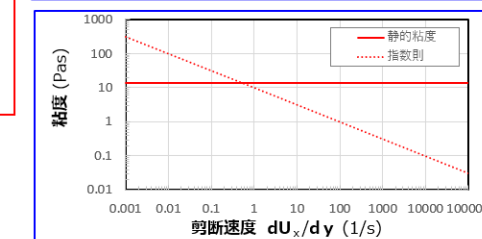
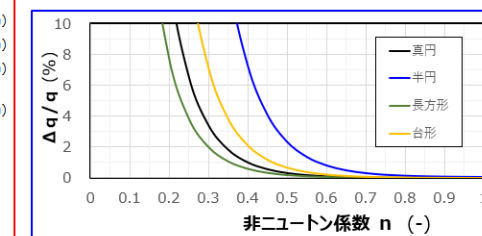
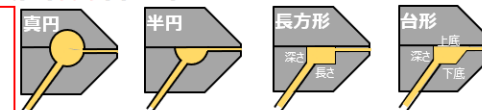
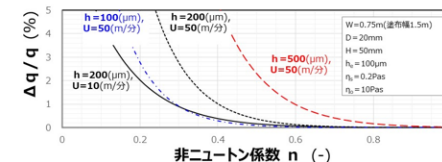
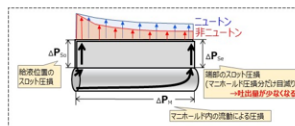
【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【G11】マニホールド影響(非ニュートン)Ver2

マニホールド差圧起因の流量減少

$$\Delta q/q = (64/n) \cdot [W2/D4 H] \cdot [h/2] 2n+1 \cdot (1/n) \cdot [2n/(2n+1)] n \cdot [\eta_s/\eta_0] \cdot [he \cdot U] 1-n \dots 12)$$

マニホールド起因の流量減少		入力	SI単位	計算結果
塗布幅 W	374	(mm)	1.9E-01 (m)	
結液方式(中央=2, 側面=1)	2	(-)		
【マニホールド形状】				
Case1 真円	直径	30	(mm)	断面積 A: 7.1E+02 (mm ²)
Case2 半円	直径	30	(mm)	断面積 A: 3.5E+02 (mm ²)
Case3 長方形	長さ	30	(mm)	断面積 A: 1.2E+03 (mm ²)
	深さ	40	(mm)	断面積 A: 1.4E+02 (mm ²)
Case4 台形	上底	50	(mm)	断面積 A: 8.0E+02 (mm ²)
	下底	30	(mm)	断面積 A: 1.3E+02 (mm ²)
	深さ	20	(mm)	断面積 A: 8.0E+02 (mm ²)
スロット・ギャップ h		200	(μm)	2.0E-04 (m)
スロットの長さ H		50	(mm)	5.0E-02 (m)
非ニュートン係数 n		0.5	(-)	
静的粘度(普通の粘度) η_s		14000	(mPas)	1.4E+01 (Pas)
ゼロ剪断粘度(指数則のY切片)		10000	(mPas)	1.0E+01 (Pas)
Wet塗布量 he		85	(μm)	8.5E-05 (m)
塗布速度 U		60	(m/分)	1.0E+00 (m/sec)
				[相当直径] Deq
				真円: 30.0 (mm)
				半円: 18.3 (mm)
				長方形: 34.3 (mm)
				台形: 24.9 (mm)
				真円: 3.0E-02 (m)
				半円: 1.8E-02 (m)
				長方形: 3.4E-02 (m)
				台形: 2.5E-02 (m)
				真円: 0.3 (%)
				半円: 2.3 (%)
				長方形: 0.2 (%)
				台形: 0.7 (%)





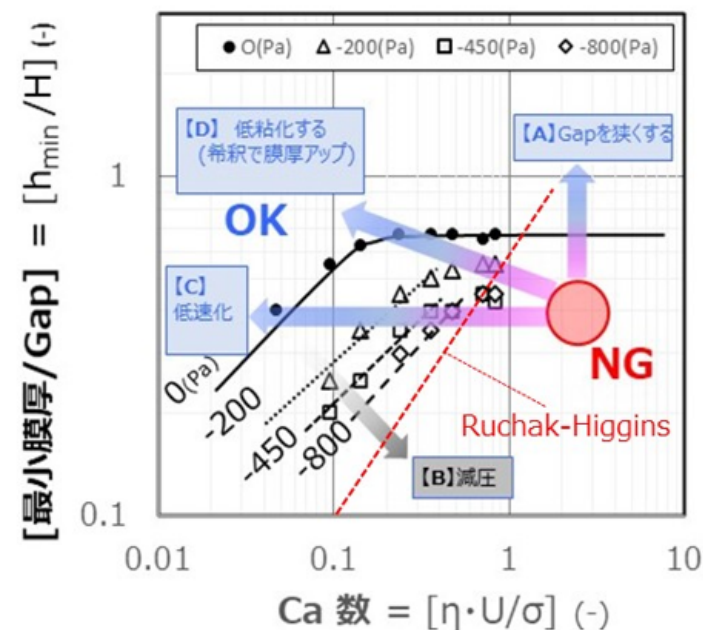
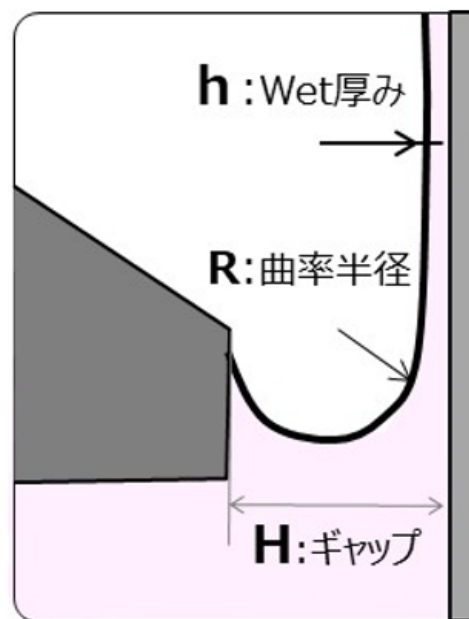
【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C21】AndCALC スロット塗工 (1)Ca数Ver1

最小膜厚 (h_{\min}/H) = $0.67 \cdot Ca^{2/3}$...4)

キャピラリー $Ca = [\eta \cdot U / \sigma] = [\eta \cdot U / R] / [\sigma / R] \sim$ [粘性応力] / [毛細管力] ...5)

最小膜厚の試算入力		SI単位	計算結果	
粘度	1 (mPas) = (cP)	1.0E-03 (Pas)	指数表示	数値表示
表面張力	30 (mN/m) = (dyn/cm)	3.0E-02 (N/m)	Ca数	8.1E-02 (-) 0.1 (-)
塗工速度	145 (m/分)	2.4E+00 (m/sec)	最小膜厚	1.0E+01 (μm) 10.0 (μm)
ダイ・ギャップ H	80 (μm)	8.0E-05 (m)	[最小膜厚/Gap]	1.2E-01 (-) 0.12 (-)





【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度(New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C22】AndCALC スロット塗工 (2)厚塗り下リップVer1

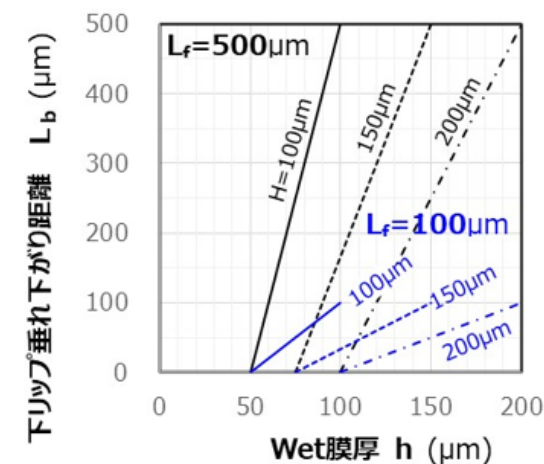
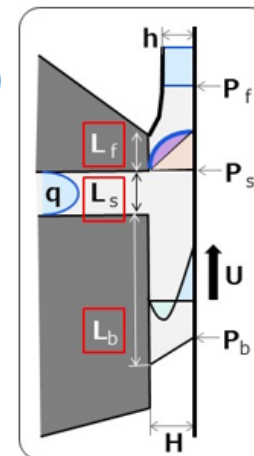
下リップ垂れ下がり距離

計算結果

入力		SI単位	
Wet塗布量 h	100 (μm) = (cc/m^3)	1.0E-04 (m)	
スロット・ギャップ H	115 (μm)	1.2E-04 (m)	
上リップ厚み L_f	500 (μm)	5.0E-04 (m)	
スロット・ギャップ L_s	100 (μm)	1.0E-04 (m)	
		下リップ垂れ下がり L_b 2.7E-04 (m) 270 (μm)	

下リップ垂れ下がり距離

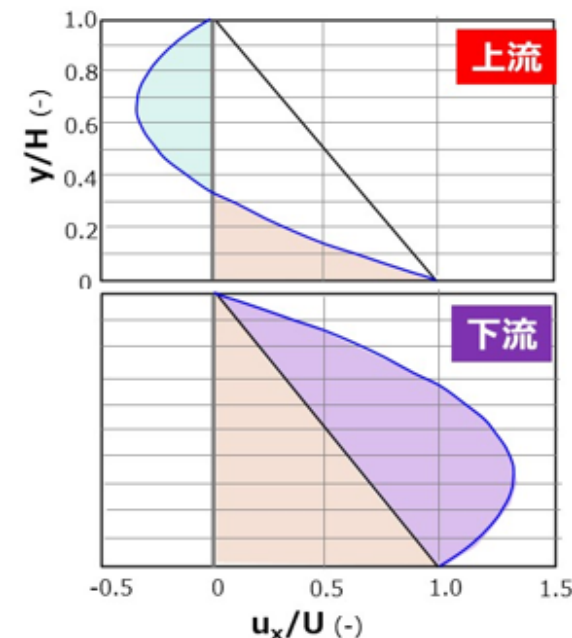
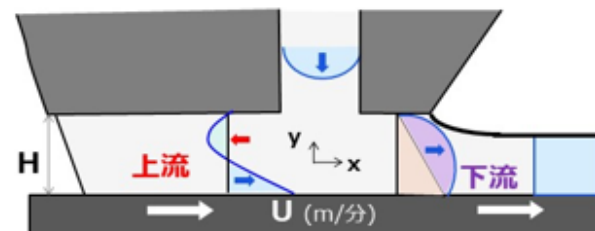
$$L_b = [(2h/H) - 1] \cdot L_f - L_s \quad \dots 11)$$





【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度(New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C23】AndCALC スロット塗工 (3)リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver2(CP同逆方向)



上流の剪断速度

$$du_x / dy = (U/H) \cdot [-6(y/H) + 4] \quad \dots 2$$

下流の剪断速度

$$du_x / dy = (U/H) \cdot [6(y/H) - 2] \quad \dots 4$$

リップ内の剪断

入力 SI単位

塗工速度 U	30 (m/分)	5.0E-01 (m/sec)
ダイ・ギャップ H	30 (μm)	3.0E-05 (m)
フィルム距離 y	30 (μm)	3.0E-05 (m)

計算結果

【剪断速度】

CP同方向	-33333 (1/s)
CP逆方向	66667 (1/s)

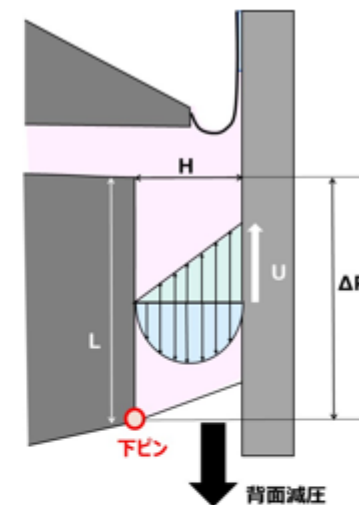


【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【C25】AndCALC スロット塗工 (5)下ピン減圧度

下ピンに必要な背面減圧

$$\begin{aligned}\Delta P &= [12\eta L/H^3] \cdot q \\ &= [12\eta L/H^3] \cdot (U \cdot H/2) \\ &= [6\eta LU/H^2]\end{aligned}$$



下ピンに必要な背面減圧

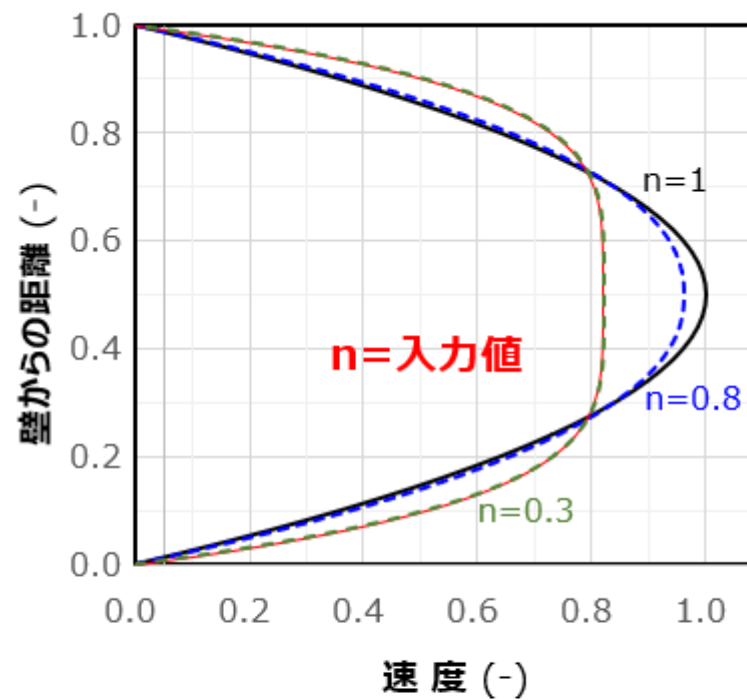
計算結果

	入力	SI単位	
塗布速度 U	30 (m/分)	5.0E-01 (m/s)	
粘度 η	7 (mPas)	7.0E-03 (Pas)	
リップ・ギャップ H	120 (μm)	1.2E-04 (m)	
下リップ長 L	0.5 (mm)	5.0E-04 (m)	
			下ピン減圧度 ΔP -729 (Pa)



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【G21】 AndGRAPH スロット塗工 (5)スロット剪断速度P式(非ニュートン)Ver1



S

リップ内の剪断速度

入力

非ニュートン係数

n

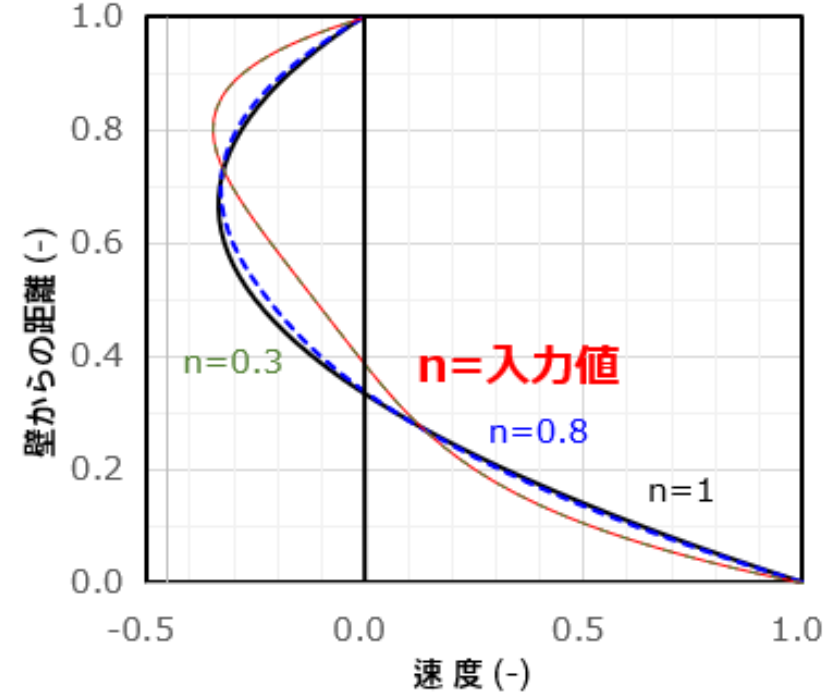
0.3

(-)



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【G22】 AndGRAPH スロット塗工 (6)リップ剪断速度CP式(非ニュートン)Ver1



リップ内の剪断速度

入力

非ニュートン係数 n

0.3 (-)



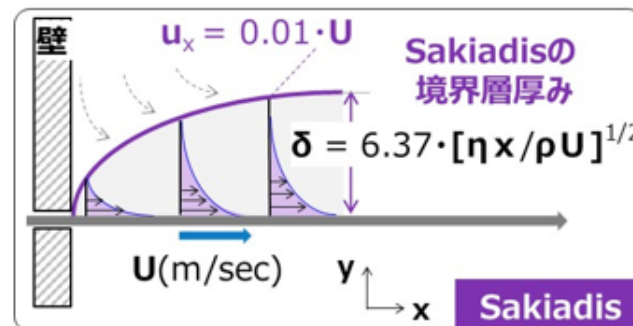
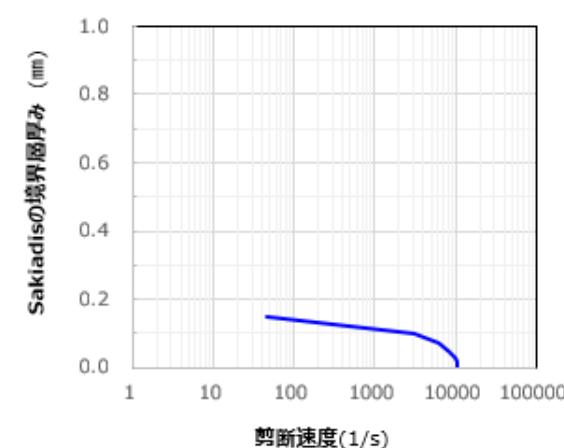
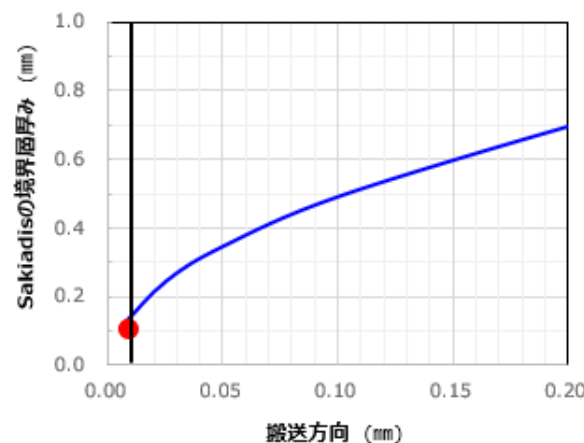
【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【G23】AndGRAPH境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)

Sakiadis境界層の剪断速度推算

計算結果

入力		SI単位		
粘度	50 (mPas) = (cP)	5.0E-02 (Pas)	境界層厚み	1.6E-04 (m)
比重	1 (g/cc)	1.0E+03 (kg/m ³)		156 (μm)
塗工速度 U	50 (m/分)	8.3E-01 (m/sec)		
座標	X(搬送方向)	0.01 (mm)		0.64 (-)
	Y(Xと垂直方向)	0.1 (mm)		(y/δ) < 1を確認!
			剪断速度	3143 (1/s)



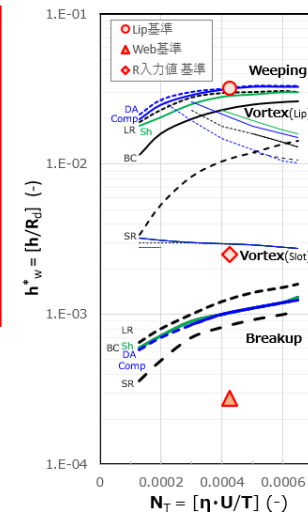
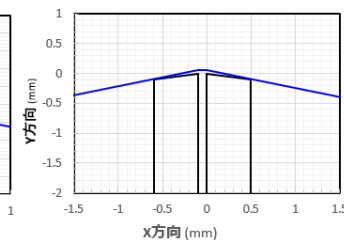
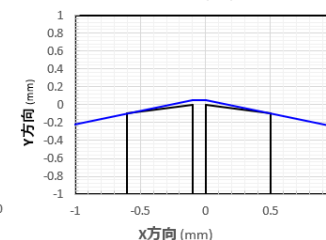
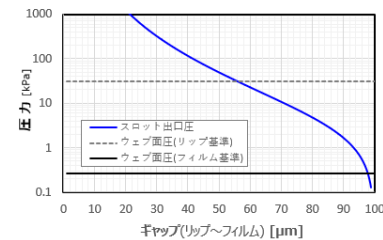
η : 粘度、
ρ : 密度、
U : 平板の移動速度



【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【G24】AndGRAPH スロット塗工 (7) ウェブテンション方式のGap見積もりVer2

TWOSD 塗工状態	入力	SI単位	計算結果	SI単位
リップ長	一次側 0.5 mm	0.0005 m	塗布速度 U 50 m/分	0.8333 m/s
	二次側 0.5 mm	0.0005 m	ウェット厚 h 50 μ m	5E-05 m
リップ段差	一次側 0.1 mm	0.0001 m	粘度 η 50 cP	0.05 Pas
	二次側 0.1 mm	0.0001 m	ギャップ H 50 μ m	5E-05 m
スロットクリアランス	0.1 mm	0.0001 m	テンション T 10 kg/m	98 N/m
ロール距離	スロット前 100 mm	0.1 m	Pw(Lip) ウェブ面圧(リップ基準)	31.6 kPa
	スロット後 100 mm	0.1 m	Pw(Roll) ウェブ面圧(フィルム基準)	0.3 kPa
スロット押し付け	30 mm	0.03 m	Ps スロット出口圧	5.0E+01 kPa
			曲率半径 R 20 mm	0.02 m
			Nt(= $\eta U/T$) テンション数	4.3E-04
			$h_w^* = [h/R_d]$ Lip基準	3.2E-02
			Web基準	2.8E-04
			R入力値 基準	2.5E-03





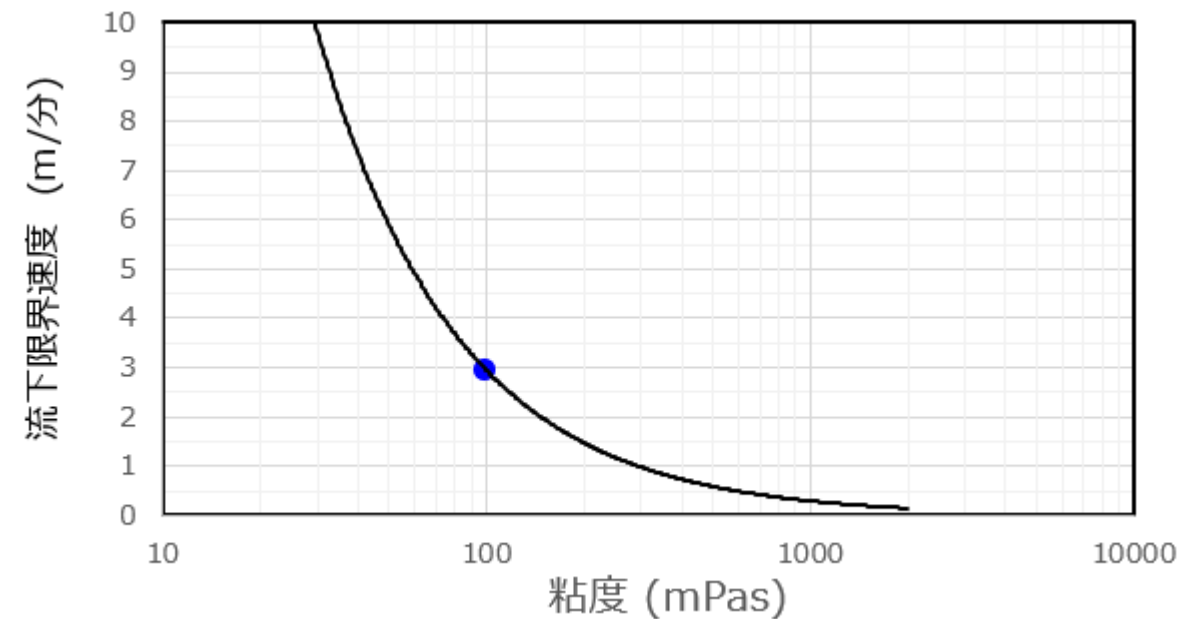
【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【G25】AndGRAPH スロット塗工 (7) 厚塗り限界(サイドフロー流下)

厚塗り限界速度

計算結果

	入力	SI単位	
粘度	100 (mPas)	1.0E-01 (Pas)	流下限界速度 2.9 (m/分)
密度	1000 (kg/m3)	1.0E+03 (kg/m3)	
傾斜角	90 (deg)	1.6E+00 (rad)	$U > \rho g h^2 \sin(\alpha) / 2\eta$
膜厚	1000 (μm)	1.0E-03 (m)	





【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出 New !	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26

【G26】AndGRAPH 非ニュートン係数の算出

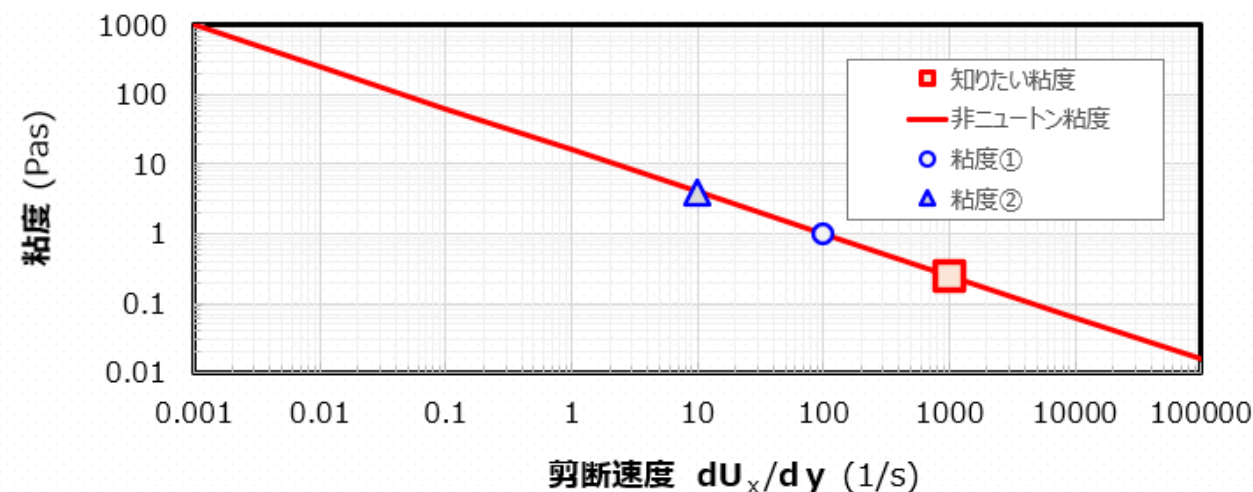
2025.1.4 AndanTEC浜本

入力値

剪断速度①	100	(1/S)
粘度①	1	(Pas)
剪断速度②	10	(1/S)
粘度②	4	(Pas)
着目の剪断速度	1000	(1/S)

結果

非ニュートン係数 n	0.40	(-)
ゼロ剪断粘度 η_0	16.00	(Pas) 1.6E+01 (Pas)
(指数則のY切片)		
知りたい粘度	0.25	(Pas)





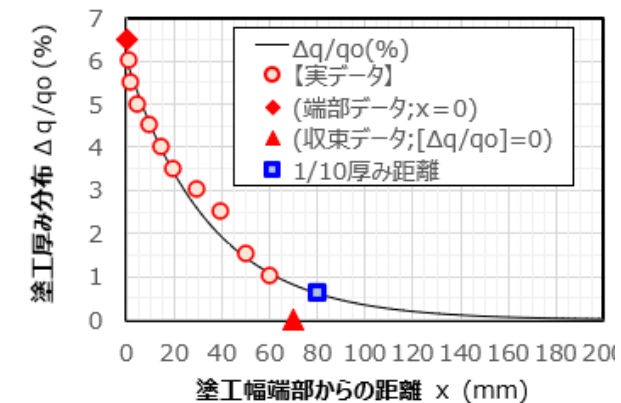
【スロット塗工】	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	C17
マニホールド影響(非ニュートン)Ver2	C17をグラフィック表示	G11
Ca数Ver1	Ca数と最小膜厚の関係	C21
厚塗り下リップVer1	下リップの垂れ下がり長を計算	C22
リップ剪断速度CP式(ニュートン)Ver1	ビード内の剪断速度を概算	C23
下ピン減圧度 (New)	背面減圧の適正減圧を概算	C25
スロット速度分布P式(非ニュートン)Ver1	スロット内の速度分布を非ニュートン粘性で計算	G21
リップ速度分布CP式(非ニュートン)Ver1	ビード内の速度分布を非ニュートン粘性で概算	G22
境界層(1)Sakiadis Ver2(検証あり)	動的接触線近傍の剪断速度を概算	G23
ウェブテンション方式Gap見積り Ver2	TWOSD方式の塗工可能領域を推測	G24
スロット厚塗り限界(サイドフロー流下)	塗布後の重力流下速度の見積もり	G25
非ニュートン係数の算出	既知データ2点から指数則の η_0 と n を算出	G26
Coating Window「膜厚 $\sim\Delta P$ 」	減圧値の目安を推測 (実験時の条件出しに便利)	G27
シム補正エッジ厚み分布 New !	塗布端の厚み分布をエッジフローモデルで推算	G28

【G28】AndGraph スロット塗工 (シム補正エッジ厚み分布)

AndanTEC浜本 2025.12.7

入力条件	入力	
スロット長 H	50	(mm)
スロット補正幅 δ	3	(mm)
【マニホールド基準】シム下端で補正する場合		
マニホールド長		(mm)
【補正係数】		
厚み係数 α	1.0	(-)
幅係数 β	0.7	(-)
【実データ】		
(端部データ; $x=0$)	x (mm)	[$\Delta q/q_0$](%)
(データ1)	0 (mm)	6.5 (%)
(データ2)	1 (mm)	6 (%)
(データ3)	2 (mm)	5.5 (%)
(データ4)	5 (mm)	5 (%)
(データ5)	10 (mm)	4.5 (%)
(データ6)	15 (mm)	4 (%)
(データ7)	20 (mm)	3.5 (%)
(データ8)	30 (mm)	3 (%)
(データ9)	40 (mm)	2.5 (%)
(データ10)	50 (mm)	1.5 (%)
(データ11)	60 (mm)	1 (%)
(収束データ; $[\Delta q/q_0]=0$)	70 (mm)	0 (%)

計算結果	
端部厚み $\Delta q/q_0$	6.0 (%)
1/10厚み距離	81 (mm)
【マニホールド基準】シム下端の補正幅	
シム下端の補正幅 δ_m	3.0 (mm)
【実データ基準】	
厚み係数 α_{exp}	0.9 (-)
幅係数 β_{exp}	0.4 (-)





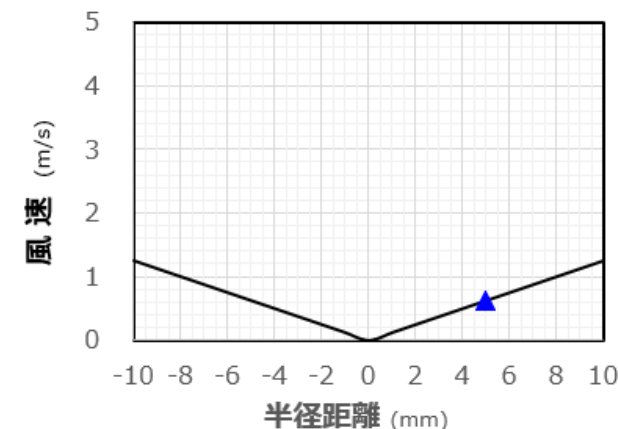
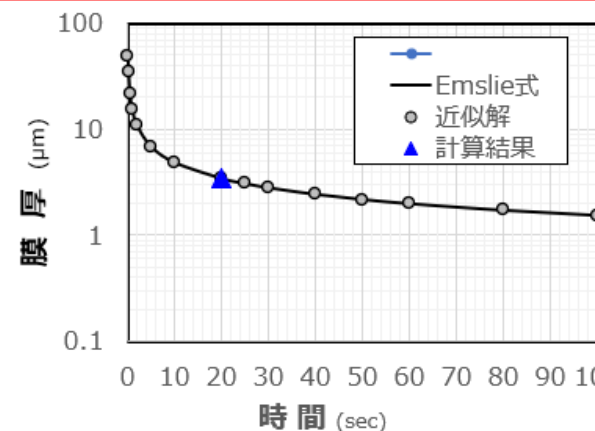
【G71】AndGRAPH スピン塗工 理論膜厚(Emslie式) 2024.8.13

スピン条件

計算結果

	入力	SI単位	入力条件の計算
粘度 η	5 (mPas)	5.0E-03 (Pas)	初期膜厚を考慮 3 (μm)
密度 ρ	1000 (kg/m^3)	1.0E+03 (kg/m^3)	近似解(初期膜厚無視) 3 (μm)
回転速度 ω	1200 (rpm)	126 (rad/s)	判別式 D 0.0000 (-) ($D > 1$ ならば近似可能)
初期膜厚 h_0	3 (mm)	3.0E-03 (m)	
時間 t	20 (sec)	2.0E+01 (sec)	
半径距離 r	5 (mm)	5.0E-03 (m)	風速 U 0.6 (m/s)

【スピン・ディップ塗工・インクジェット印刷】	概要	品番
スピン塗工 理論膜厚(Emslie式)	スピン塗工の理論膜厚と近似計算	G71
ディップ塗工の定常膜厚	ディップ塗工の既往研究から膜厚推算	G72
インクジェットの印刷安定性 New !	We数、Oh数のマップ	G73
薄層塗工速度比較 New !	スロット・グラビア・バー・IJの限界速度	G74

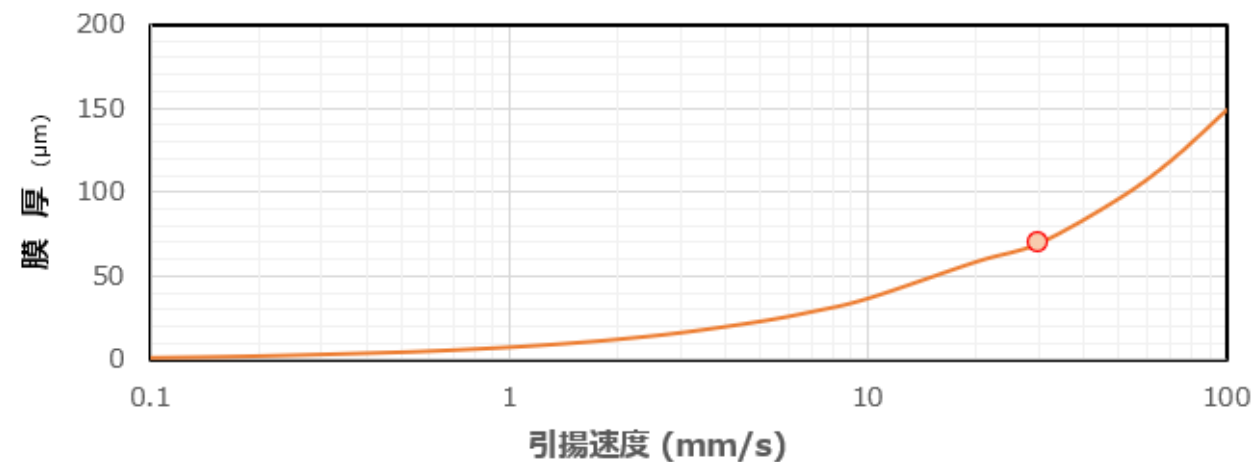




【G72】AndGRAPH ディップ塗工の定常膜厚

2024.8.13

ディップ条件				計算結果	
	入力	SI単位		ワイヤー ▲	
粘度 η	10 (mPas)	1.0E-02 (Pas)	定常膜厚 h_0	70	(μm)
表面張力 σ	30 (mN/m)	3.0E-02 (N/m)	Ca数	0.010	(-)
密度 ρ	1000 (kg/m ³)	1.0E+03 (kg/m ³)	係数 T_0	0.40	(-)
引揚速度 U	30 (mm/s)	0.030 (m/s)	(D>>1ならば近似可能)		



【スピン・ディップ塗工・インクジェット印刷】	概 要	品番
スピン塗工 理論膜厚(Emslie式)	スピン塗工の理論膜厚と近似計算	G71
ディップ塗工の定常膜厚	ディップ塗工の既往研究から膜厚推算	G72
インクジェットの印刷安定性 New !	We数、Oh数のマップ	G73
薄層塗工速度比較 New !	スロット・グラビア・バー・IJの限界速度	G74

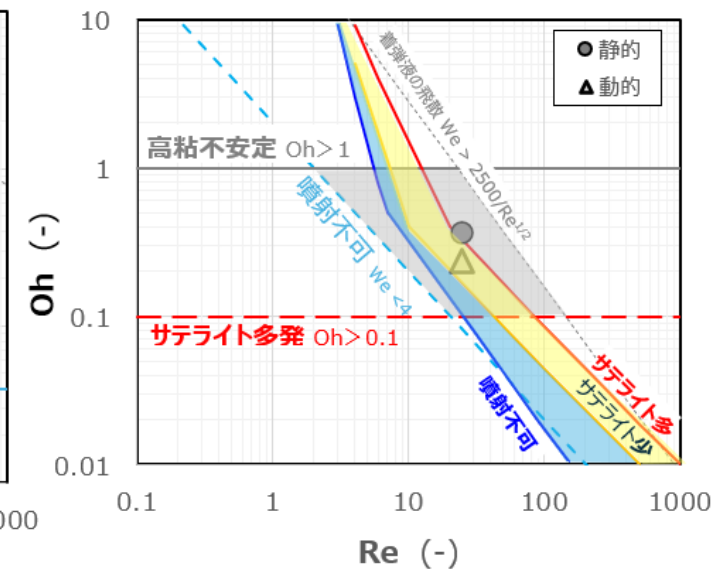
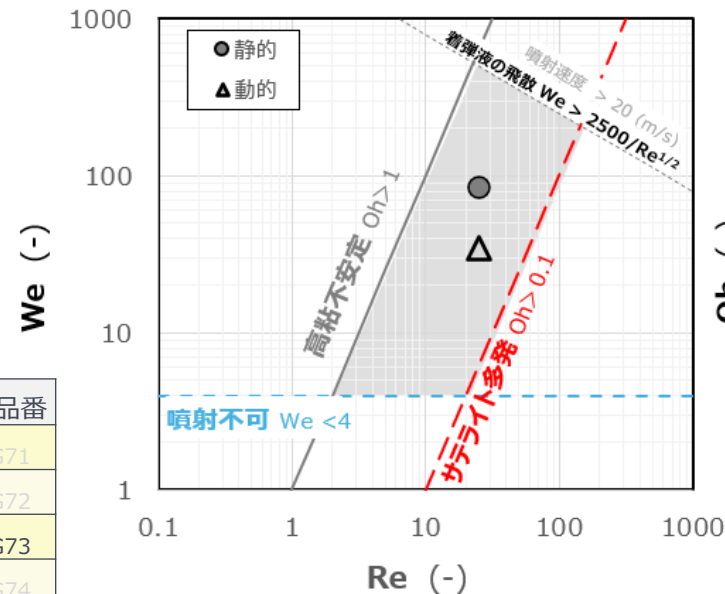


【G73】AndGRAPH インクジェット印刷安定性

2025.1.2 AndanTEC 浜本伸夫

静的表面張力	30	(dyn/cm)	0.03	(N/m)
動的表面張力	72	(dyn/cm)	0.072	(N/m)
粘度	10	(cP)	0.01	(Pas)
密度	1	(g/cm ³)	1000	(kg/m ³)
液滴直径	25	(μm)	0.000025	(m)
吐出速度	10	(m/s)		

Re数(=Dup/η)	25	(-)		
	静的		動的	
We数(=u ² ρD/σ)	83	(-)	35	(-)
Oh数(=η/(ρσD) ^{0.5})	0.365	(-)	0.236	(-)
	'=We ^{0.5} /Re			
Ca数(=ηu/σ)	3.3	(-)	1.4	(-)



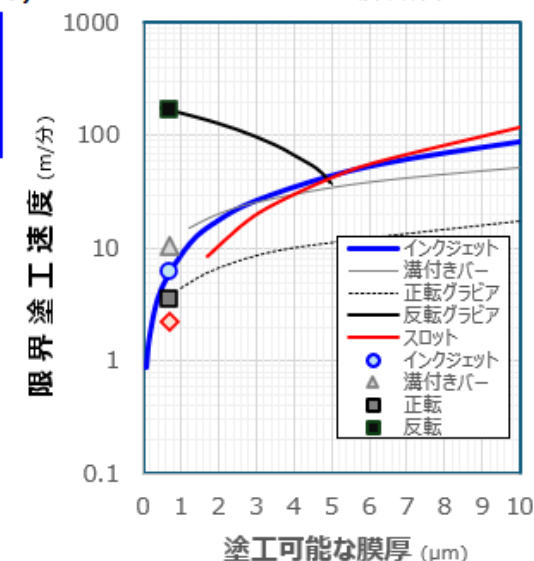
【スピン・ディップ塗工・インクジェット印刷】	概要	品番
スピン塗工 理論膜厚(Emslie式)	スピン塗工の理論膜厚と近似計算	G71
ディップ塗工の定常膜厚	ディップ塗工の既往研究から膜厚推算	G72
インクジェットの印刷安定性 New !	We数、Oh数のマップ	G73
薄層塗工速度比較 New !	スロット・グラビア・バー・IJの限界速度	G74



【G74】AndGRAPH 薄層塗工速度比較(スロット・グラビア・バー・インクジェット)

粘度	1 (cP)	0.001 (Pas)
表面張力	25 (dyn/cm)	0.025 (N/m)
Wet膜厚	0.7 (μm)	7E-07 (m)

2025.1.2 AndanTEC 浜本伸夫



【スピン・ディップ塗工・インクジェット印刷】	概要	品番
スピン塗工 理論膜厚(Emslie式)	スピン塗工の理論膜厚と近似計算	G71
ディップ塗工の定常膜厚	ディップ塗工の既往研究から膜厚推算	G72
インクジェットの印刷安定性 New !	We数、Oh数のマップ	G73
薄層塗工速度比較 New !	スロット・グラビア・バー・IJの限界速度	G74

スロット					
Gap	80 (μm)	0.00008 (m)	限界速度	2 (m/分)	0.036832 (m/s)
グラビア					
回転比	150 (%)	1.5 (-)	反転		
シリンダー径	250 (mm)	0.25 (m)	限界速度	167 (m/分)	2.784768 (m/s)
グラビア掻き揚げ液厚(h _{IN})	1 (μm)	0.000001 (m)	正転		
セル平均深さ(h _{cell})	4 (μm)	0.000004 (m)	限界速度	4 (m/分)	0.058843 (m/s)
テンション	10 (kg/m)	98 (N/m)			
溝付きバー					
バー直径	4 (mm)	0.004 (m)	限界速度	11 (m/分)	0.175442 (m/s)
インクジェット					
滴化周期	1000 (Hz)	1000 (1/s)	液滴径	26 (μm)	2.63E-05 (m)
液滴半径の拡大率	5 (倍)	5 (-)	速度(1液)	6 (m/分)	0.10308 (m/s)
積層液滴数(Nコ)	1 (コ/層)	1 (-)	速度(N液)	6 (m/分)	0.10308 (m/s)



【G61】AndGRAPH 調送液(1)平均ポット経時

AndanTEC 浜本伸夫

2024.6.3

調送液条件		入力	SI単位	計算結果				
Batch Tank				調液時間				
基準バッチ		300 (kg)	3.0E+02 (kg)	バッチ消費	145 (分) スタート準備 165 (分)			
バッチロス量		10 (kg)	1.0E+01 (kg)					
バッチ調整時間		50 (分)	5.0E+01 (分)					
移液/洗浄時間		10 (分)	1.0E+01 (分)					
Mix Tank								
タンク上限		(kg)	0.0E+00 (kg)					
タンク下限		300 (kg)	3.0E+02 (kg)					
送液スタート液量		700 (kg)	7.0E+02 (kg)					
送液								
配管直径		20 (mm)	2.0E-02 (m)	圧損(合計)		0.710 (MPa)	0.070 (kg/cm ²)	
配管長		5 (m)	5.0E+00 (m)	圧損(配管)		0.033 (MPa)	0.003 (kg/cm ²)	
フィルター容積		10 (kg)	1.0E+01 (kg)	圧損(ダイ)		0.577 (MPa)	0.057 (kg/cm ²)	
ポンプ容積		1 (kg)	1.0E+00 (kg)	圧損(フィルター)		0.100 (MPa)	0.010 (kg/cm ²)	
コーター容積		3 (kg)	3.0E+00 (kg)	液ロス				
ポンプMax流量		5 (kg/分)	5.0E+00 (kg/s)	配管ロス		2.0 (kg)		
先頭排液		10 (kg)	1.0E+01 (kg)	総ロス量		26.0 (kg)		
スロットダイ				バッチサイクル				
スロットギャップ		200 (μm)	2.0E-04 (m)	送液流量				2.0 (kg/分)
スロット長		50 (mm)	5.0E-02 (m)	1Roll塗工時間				50 (分)
塗工条件				塗工時間				1490 (分)
塗工速度		20 (m/分)	3.3E-01 (m/s)	塗工ロール数				30 (Roll)
塗工幅		1000 (mm)	1.0E+00 (m)	剪断速度				
塗工量		100 (g/m ²)	1.0E-01 (kg/m ²)	剪断速度(配管)				979 (1/s)
ロール長		1000 (m)	1.0E+03 (m)	剪断速度(ダイ)				2564 (1/s)
処方条件								
比重		1.3 (-)	1.3E+03 (kg/m ³)					
粘度(配管)		1000 (mPas)	1.0E+00 (Pas)					
粘度(ダイ)		300 (mPas)	3.0E-01 (Pas)					

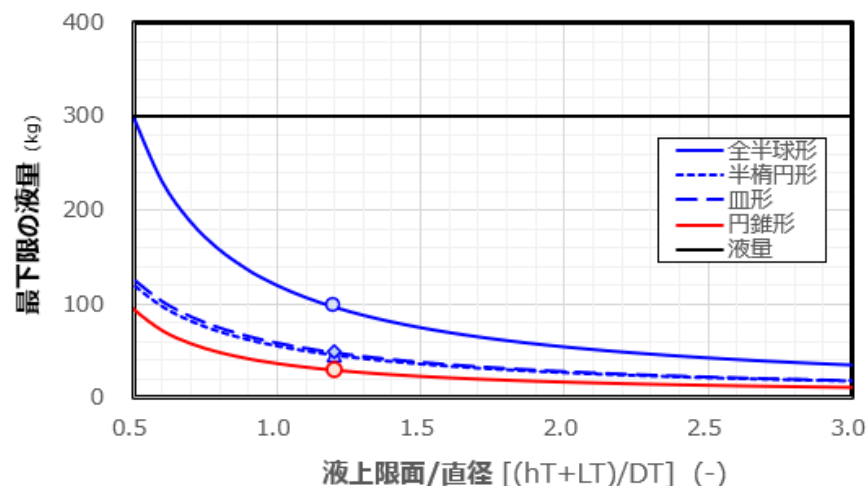
【調送液】	概 要	品番
平均ポット経時	調液タンク内の経時、ポンプ負荷を概算	G61
調送液(2)タンクサイズ・MixTank下限 New!	Mixタンクの形状と下限液量の見積り	G62



【G62】AndGRAPH 調送液(2)タンクサイズ・MixTank下限

調送液条件	入力	SI単位
Batch Tank		
液量	300 (kg)	3.0E+02 (kg)
液上限面/直径 $[(h_T+L_T)/D_T]$	1.2 (-)	
比重	1.3 (-)	1.3E+03 (kg/m ³)

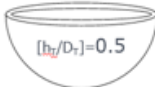
(円錐形) 底面角度 α	30 (deg)	5.2E-01 (rad)
---------------------	----------	---------------

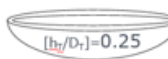


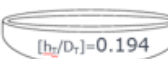
AndanTEC 浜本伸夫

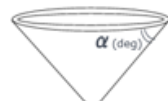
2025.1.16

計算結果		
液体積	231 (L)	2.3E-01 (m ³)

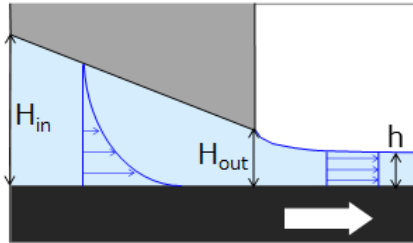
全半球形	タンク直径	658 (mm)	6.6E-01 (m)
	液上限面 (h_T+L_T)	789 (mm)	7.9E-01 (m)
	最下限の液量	97 (kg)	9.7E+01 (kg)

半楕円形	タンク直径	641 (mm)	6.4E-01 (m)
	液上限面 (h_T+L_T)	769 (mm)	7.7E-01 (m)
	最下限の液量	45 (kg)	4.5E+01 (kg)

皿形	タンク直径	638 (mm)	6.4E-01 (m)
	液上限面 (h_T+L_T)	766 (mm)	7.7E-01 (m)
	最下限の液量	48 (kg)	4.8E+01 (kg)

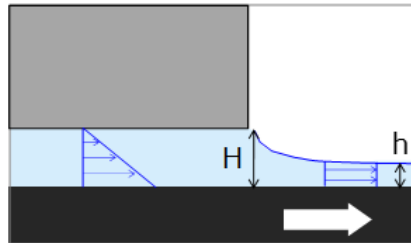
円錐形	タンク直径	663 (mm)	6.6E-01 (m)
	液上限面 (h_T+L_T)	796 (mm)	8.0E-01 (m)
	最下限の液量	29 (kg)	2.9E+01 (kg)

【調送液】	概 要	品番
平均ポット経時	調液タンク内の経時、ポンプ負荷を概算	G61
調送液(2)タンクサイズ・MixTank下限 New!	Mixタンクの形状と下限液量の見積り	G62


【C26】AndCALC ブレード塗工 (1) 潤滑流動モデル 膜厚予想 ver2(単位表示是正)


(潤滑流動モデルより)

$$h = \frac{1}{(1/H_{in}) + (1/H_{out})}$$



(Couette流動モデルより)

$$h = \frac{H}{2}$$

塗工厚み予想	入力	SI単位	計算結果
ブレード入口	300 (μm)	3.0E-04 (m)	LIANG解 133 (μm)
ブレード出口	200 (μm)	2.0E-04 (m)	潤滑流動 123 (μm)
リップ～液面	50 (mm)	5.0E-02 (m)	Couette 103 (μm)
比重	1 (-)	1.0E+03 (kg/m³)	重力加圧分 3.27 (μm)
粘度	100 (cP)	1.0E-01 (Pas)	*Couetteで計算 剪断速度 250 (1/s)
ブレード長	20 (mm)	2.0E-02 (m)	ヘッド差 490.00 (Pa)
コンマ・ロール径	400 (mm)	4.0E-01 (m)	2倍ギャップ ブレード長 13 (mm)
塗工速度	3 (m/分)	5.0E-02 (m/s)	

【ブレード・グラビア・バー塗工】	概要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップル筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47

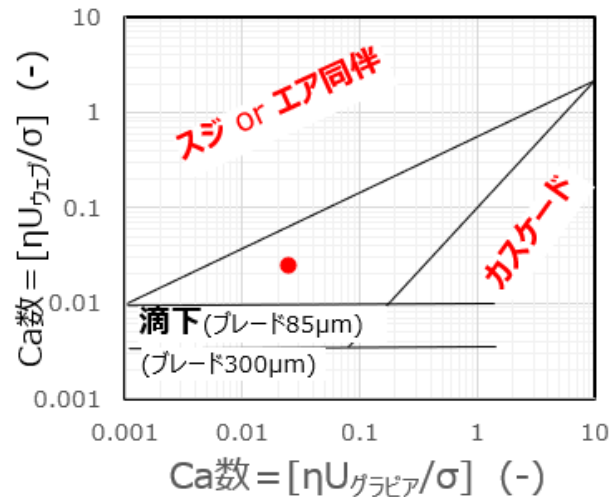


【G43】AndGRAPH リバースグラビア (1) スジとカスケード

グラビア塗工条件

計算結果

	入力	SI単位	ワイヤー ▲
粘度	15 (mPas)	1.5E-02 (Pas)	グラビアCa数 0.025 (-)
表面張力	30 (mN/m)	3.0E-02 (N/m)	ウェブCa数 0.025 (-)
塗工速度	3 (m/分)	5.0E-02 (m/s)	
グラビア回転比	100 (%)	1.0E-04 (m)	



【ブレード・グラビア・バー塗工】

概要

品番

潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップル筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47

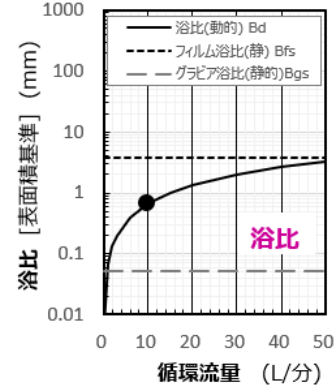
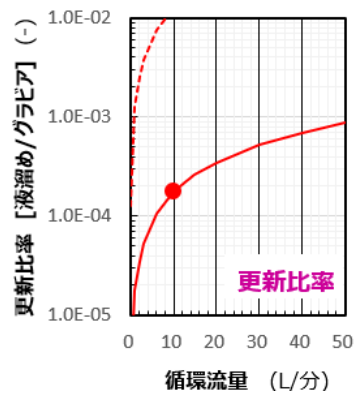
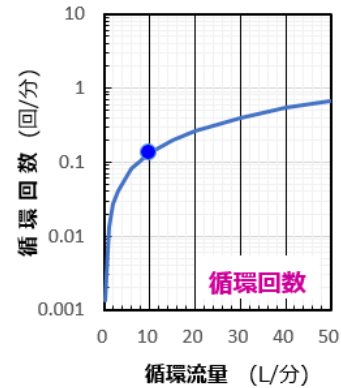


【G42】AndGRAPH グラビアコーター液循環 Ver1

塗工条件		入力	SI単位
速度		10 (m/分)	1.7E-01 (m/sec)
フィルム幅		1500 (mm)	1.5E+00 (m)
Wet塗布厚み		5 (μm)	5.0E-06 (m)

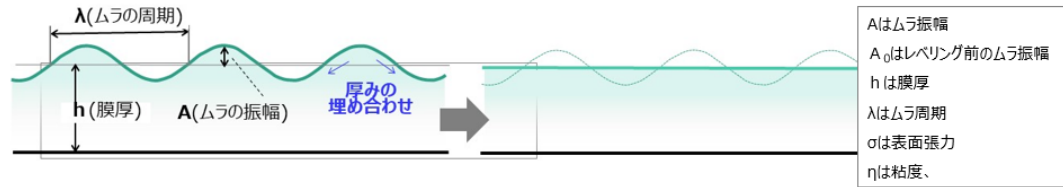
循環液		計算結果	
液溜め	高さ H	0.1 (m)	液溜め容積 V 0.08 (m3)
	幅 W	1.5 (m)	循環回数 Nc 0.133 (回/分)
	奥行き D	0.5 (m) フィルム(ビード)	フィルム更新回数 Nf 764 (回/分)
洗浄液	流量(In) Qi	10 (L/分)	更新比率 R(c/f) 0.00017 (-)
	流量(Out) Qo	9.9 (L/分) グラビア外周	グラビア更新回数 Ng 11 (回/分)
グラビア	シリンダー直径	300 (mm)	更新比率 R(c/g) 0.013 (-)
	グラビア外周	942 (mm) 浴比	浴比(動的) Bd 0.7 (mm)
バックアップロー	シリンダー直径	100 (mm)	フィルム浴比(静) Bfs 3.8 (mm)
	ラップ角	15 (deg)	グラビア浴比(静的) Bgs 0.1 (mm)
	ラップ長	13.1 (mm)	

【ブレード・グラビア・バー塗工】	概 要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップ筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47





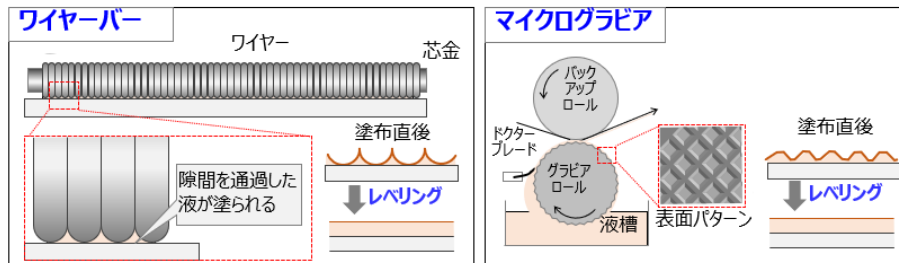
【C31】AndCALC レベリング (1)ワイヤーバー・グラビアVer1



$$A/A_0 = \exp[(-16\pi^4/3) \cdot (h^3/\lambda^4) \cdot (\sigma/\eta) \cdot t] \quad \dots 2)$$

$$\text{半減期} \quad t_{1/2} = 0.00133 \cdot (\lambda^4/h^3) \cdot (\eta/\sigma) \quad \dots 3)$$

$$\text{百分の一減期} \quad t_{1/100} = 0.00887 \cdot (\lambda^4/h^3) \cdot (\eta/\sigma) \quad \dots 4)$$



ワイヤーバーのレベリング

入力		SI単位		計算結果	
ワイヤー直径Φ	1.00 (mm)	1.0E-03 (m)	半減期	1.1E-01 (sec)	106.4 (msec)
粘度	300 (mPas) = (cP)	3.0E-01 (Pas)	百分の一減期	7.1E-01 (sec)	709.6 (msec)
表面張力	30 (mN/m) = (dyn/cm)	3.0E-02 (N/m)			
Wet塗布量	50 (μm) = (cc/m^3)	5.0E-05 (m)			

【ブレード・グラビア・バー塗工】

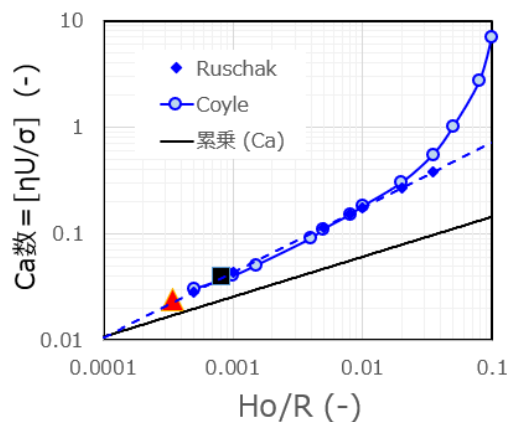
概要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	G44
バーコーター液循環 Ver1	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	G47



【G44】AndGRAPH バー塗工 (1) 膜厚とスジ限 2024.6.11

AndanTEC 浜本伸夫

入力			計算結果		
	入力	SI単位	ワイヤー ▲	溝付き ■	
粘度	1 (mPas)	1.0E-03 (Pas)	Wet膜厚	4.3 (μm)	10.0 (μm)
表面張力	30 (mN/m)	3.0E-02 (N/m)	Ca→0近似解	31 (m/分)	42 (m/分)
ワイヤー径	80 (μm)	8.0E-05 (m)	Ruschak解	43 (m/分)	72 (m/分)
溝深さ	40 (μm)	4.0E-05 (m)	Ruschak+30%	56 (m/分)	94 (m/分)
ロッド直径	50 (mm)	5.0E-02 (m)	H ₀ /R	0.0003 (mm)	0.0008 (mm)
			Ca	0.02 (-)	0.04 (-)



【ブレード・グラビア・バー塗工】

概 要

品番

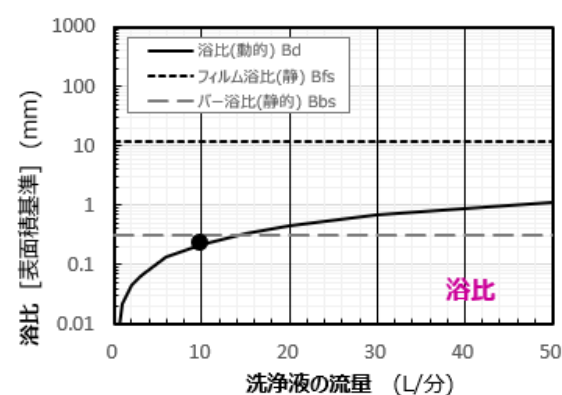
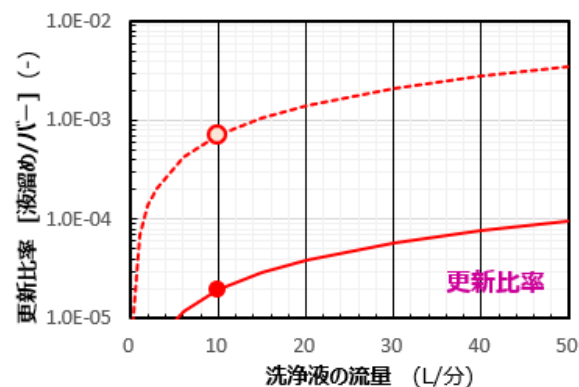
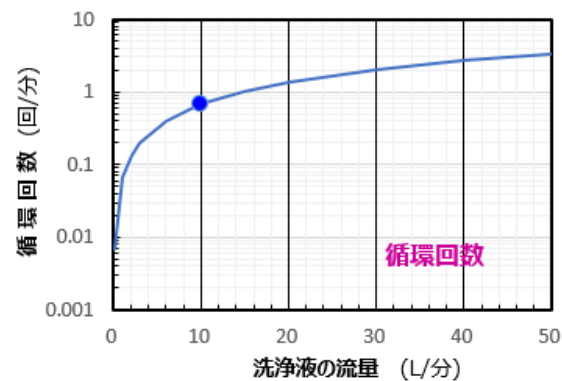
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップル筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47



【G41】AndGRAPH バーコーター液循環 Ver1

塗工条件		入力	SI単位
速度		30 (m/分)	5.0E-01 (m/sec)
フィルム幅		1500 (mm)	1.5E+00 (m)
Wet塗布厚み		5 (μm)	5.0E-06 (m)

循環液		計算結果
液溜め	高さ H	0.05 (m)
	幅 W	1.5 (m)
	奥行き D	0.2 (m)
洗浄液	流量(In) Qi	10 (L/分)
	流量(Out) Qo	9.8 (L/分)
バー形状	直径	10 (mm)
	ラップ角	10 (deg)
	ラップ長	0.9 (mm)
	バー外周	31 (mm)
	フィルム(ピード)	
	バー外周	
	浴比	
	液溜め容積 V	0.02 (m3)
	循環回数 Nc	0.667 (回/分)
	フィルム更新回数 Nf	34378 (回/分)
	更新比率 R(c/f)	0.00002 (-)
	バー更新回数 Nb	955 (回/分)
	更新比率 R(c/b)	0.001 (-)
	浴比(動的) Bd	0.2 (mm)
	フィルム浴比(静) Bfs	11.5 (mm)
	バー浴比(静的) Bbs	0.3 (mm)



【ブレード・グラビア・バー塗工】	概要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップル筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47



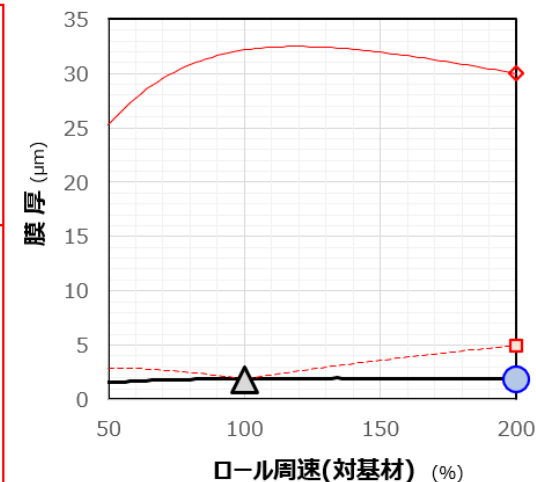
【ブレード・グラビア・バー塗工】	概 要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップル筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47

【G45】AndGRAPH 正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚

2024.11.17

AndanTEC 浜本伸夫

正転ロール塗工の膜厚			計算結果		
入力			SI単位		
溝番手 #	400 (本/Inch)	15748 (本/m)	溝の間隔	64 (μm/本)	6.4E-05 (m/本)
溝深さ	10 (%)	0.1 (-)	溝の深さ	6 (μm)	6.4E-06 (m)
ロール周速(対基材)	200 (%)	2 (-)	溝の平均深さ	3 (μm)	3.2E-06 (m)
【キス(バックアップ無し)】					
粘度	1 (mPas)	0.001 (Pas)	液圧ギャップ(Roll~Film)	0 (μm)	1.7E-07 (m)
搬送速度	100 (m/分)	1.666667 (m/s)	膜厚(ロール接触) ▲	1.8 (μm)	1.8E-06 (m)
ロール直径	50 (mm)	0.05 (m)	膜厚(液圧間隙を加味) ○	1.9 (μm)	1.9E-06 (m)
ラップテンション	50 (kg/m)	490 (N/m)			
【ダイレクト】					
[Gap固定]					
Gap(ロール~基材)	50 (μm)	0.00005 (m)	膜厚(Gap固定) ◇	30 (μm)	3.0E-05 (m)
[押圧設定(ゴム弾性無視)]					
押圧	30 (kg/m)	294 (Pa/m)	押圧ギャップ(Roll~Film)	6 (μm)	5.7E-06 (m)
			膜厚(押圧設定) □	5 (μm)	5.0E-06 (m)





【ブレード・グラビア・バー塗工】	概 要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップル筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47

【G46】AndGRAPH 反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 ve 2024.11.17 AndanTEC 浜本伸夫

反転ロール塗工の膜厚

計算結果

入力

SI単位

溝番手 #

400 (本/Inch)

15748 (本/m)

溝の間隔

64 (μm/本)

6.4E-05 (m/本)

溝深さ

10 (%)

0.1 (-)

溝の深さ

6 (μm)

6.4E-06 (m)

ロール周速(対基材)

50 (%)

0.5 (-)

溝の平均深さ

3 (μm)

3.2E-06 (m)

掻き揚げ厚み

10 (μm)

0.00001 (m)

【キス(バックアップ無し)】

粘度

2 (mPas)

0.002 (Pas)

液圧ギャップ(Roll~Film)

15 (μm)

1.5E-05 (m)

搬送速度

300 (m/分)

5 (m/s)

膜厚(ロール接触) △

7.6 (μm)

7.6E-06 (m)

ロール直径

100 (mm)

0.1 (m)

膜厚(液圧間隙を加味) ○

12 (μm)

1.2E-05 (m)

ラップテンション

10 (kg/m)

98 (N/m)

【ダイレクト】

[Gap固定]

Gap(ロール〜基材)

1 (μm)

0.000001 (m)

膜厚(Gap固定) ◇

8 (μm)

7.9E-06 (m)

[押圧設定(ゴム弾性無視)]

押圧

50 (kg/m)

490 (Pa/m)

押圧ギャップ(Roll~Film)

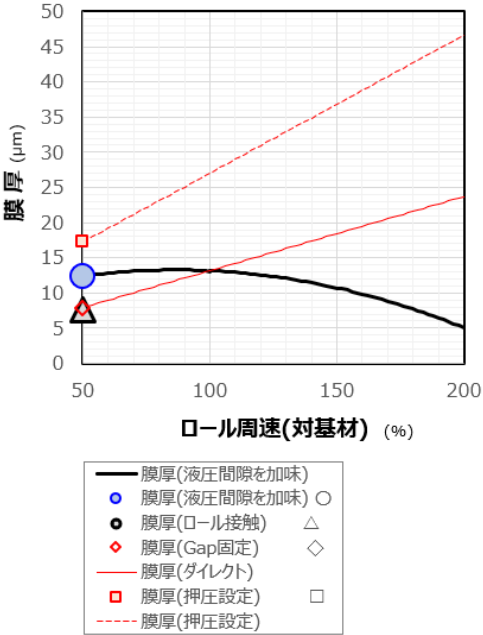
31 (μm)

3.1E-05 (m)

膜厚(押圧設定) □

17 (μm)

1.7E-05 (m)

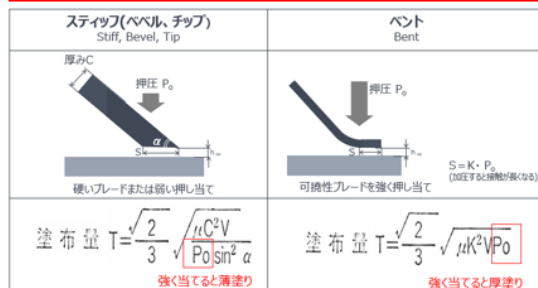




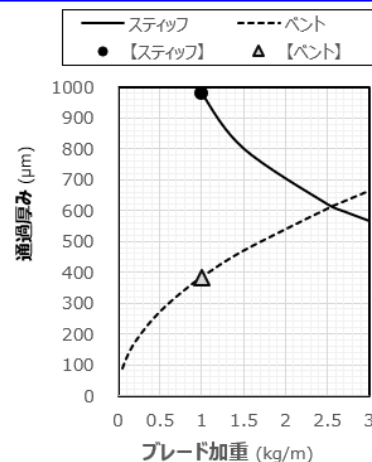
【G47】AndGRAPH グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚み

2024.12.9 浜本伸夫

塗工厚み予想	入力	SI単位	計算結果
塗工速度	60 (m/分)	1.0E+00 (m/s)	*「押圧Po」=「ブレード加重」/「ブレード厚み/sinα」
グラビア周速	-105 (%)	1.1E+00 (m/s)	*「ブレード厚み」を厚くするとブレード押圧は小さくなる
粘度 μ	20 (cP)	2.0E-02 (Pas)	*Kはブレード接触長Sを参考に決める(材質に依存)
ブレード加重	1 (kg/m) 【ベント】 K(=S/Po)とリンク		*ロール塗工想定。グラビアでは通過が少なくなる
【スティッフ】			
ブレード厚み C	350 (μm)	3.5E-04 (m)	ブレード押圧 Po 0.020 (Pa)
ブレード先端角 α	10 (度)	1.7E-01 (rad)	通過厚み T _{スティッフ} 980 (μm)
【ベント】 右の「ブレード接触長 S」を参考に入力			
K (0.05～0.2程度)	0.04 (m/Pa)		ブレード接触長 S 0.8 (mm)
			通過厚み T _{ベント} 384 (μm)



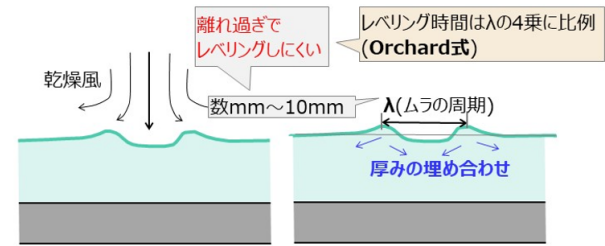
T:Wet厚み、μ:粘度、C: ブレード厚み
 V: 塗工速度、Po:ブレード押圧
 α: ブレード先端角、S:ブレード接触長
 K(=S/Po): 定数 (薄ブレードで大きい値)



【ブレード・グラビア・バー塗工】	概 要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーター液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップ筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・キス・グラビア塗工またはバー塗工の膜厚を推算	G45
反転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 Ver2	リバース・キス・グラビア・バー塗工の膜厚(テンションを液圧変換)	G46
グラビア塗工ドクターブレード掻き取り厚みNew !	ドクターブレードの掻き取り厚みを推算	G47



【C32】AndCALC レベリング (2)風ムラVer1



風ムラのレベリング		SI単位		計算結果	
風ムラのピッチ	5 (mm)	5.0E-03 (m)			
粘度	10 (mPas) = (cP)	1.0E-02 (Pas)	半減期	2.2E+03 (sec)	0.6 (hr)
表面張力	30 (mN/m) = (dyn/cm)	3.0E-02 (N/m)			
Wet塗布量	5 (μm) = (cc/m^3)	5.0E-06 (m)	百分の一減期	1.5E+04 (sec)	4.1 (hr)

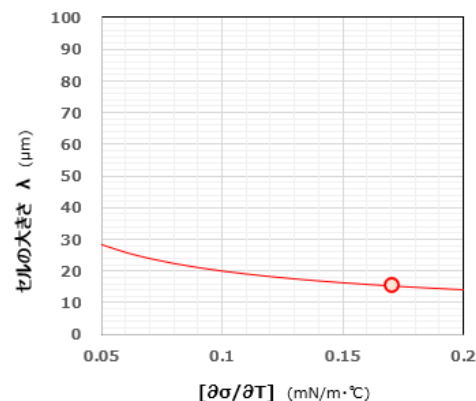
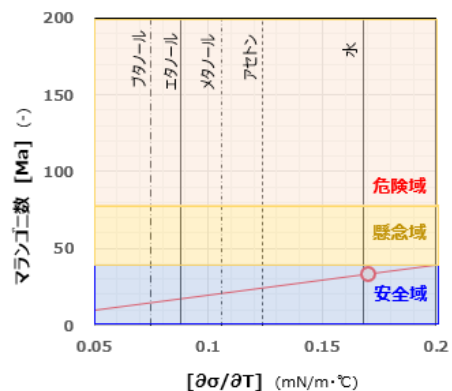
【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーン的能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



【G31】AndGRAPH ペナールセル (Ma数とRa数)Ver2 20236.12 Nobuo HAMAMOTO

ペナールセル		入力	SI単位
表面張力	σ	<input type="text" value="0.17"/>	(mN/m) <input type="text" value="0.0E+00"/> (N/m)
表面張力の温度変化	$[\partial\sigma/\partial T]$	<input type="text" value="0.17"/>	(mN/m \cdot °C) <input type="text" value="1.7E-04"/> (N/m \cdot °C)
基材温度	T(F)	<input type="text" value="30"/>	(°C)
塗膜の表面温度	T(L)	<input type="text" value="25"/>	(°C)
粘度	η	<input type="text" value="3"/>	(mPas) <input type="text" value="3.0E-03"/> (Pas)
密度	ρ	<input type="text" value="1"/>	(g/cc) <input type="text" value="1.0E+03"/> (kg/m ³)
比熱	C_p	<input type="text" value="4.2"/>	(kJ/(kg \cdot K)) <input type="text" value="4.2E+03"/> (kJ/(kg \cdot K))
熱伝導率	k	<input type="text" value="0.18"/>	(W/(m \cdot K))
塗膜厚	L	<input type="text" value="5"/>	(μ m) <input type="text" value="5.0E-06"/> (m)
線膨張係数	$[\alpha]$	<input type="text" value="1.2"/>	($\times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$) <input type="text" value="1.2E-03"/> (/ $^{\circ}\text{C}$)

計算結果	
温度差	ΔT <input type="text" value="5.0"/> (°C)
熱拡散率	$\alpha = k/\rho \cdot C_p$ <input type="text" value="0.04"/> (mm ² /s) <input type="text" value="4.3E-08"/> (m ² /s)
体膨張係数	$\beta (= [\alpha])$ <input type="text" value="3.60"/> ($\times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$) <input type="text" value="3.6E-03"/> (/ $^{\circ}\text{C}$)
マランゴニ数	Ma <input type="text" value="33"/> (-)
セルの大きさ	λ <input type="text" value="15"/> (μ m) <input type="text" value="1.5E-05"/> (m)
レイリー数	Ra <input type="text" value="0"/> (-) <input type="text" value="1.7E-04"/> (-)
ペナール対流 : $1710 < Ra_L < 5 \times 10^4$	
マランゴニ対流 : Ma > 40(懸念域)、Ma > 80(危険域)	



【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルングを試算	C32
ペナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



【G51】AndGRAPH クリーン度診断Ver1

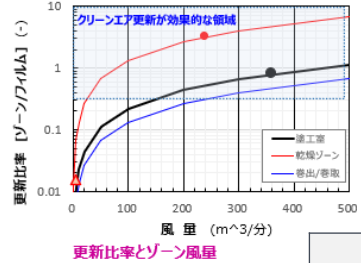
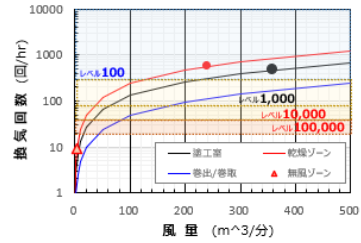
造工条件		
造工条件	速度	入力 30 (m/分) SI単位 5.0E-01 (m/sec)
	フィルム幅	1380 (mm) 1.4E+00 (m)

造工室			計算結果		
ゾーン条件	レイアウト	高さ H	3 (m)	ゾーン容積 Vr	45 (m ³)
		幅 W	5 (m)	風量 Qr	360 (m ³ /分)
		奥行き D	3 (m)	換気回数 Nr	480 (回/hr)
空調	平均風速 vr	1 (m/sec)	換気回数 Nr	480 (回/hr)	
		HEPA数(1平米)	6 (枚)	フィルム更新回数 Nf	600 (回/hr)
		フィルム長 L	3 (m)	更新比率 R(r/f)	0.8 (-)

乾燥ゾーン				計算結果	
ゾーン条件	レイアウト	高さ H	1 (m)	ゾーン容積 Vr	25 (m3)
		幅 W	2.5 (m)	風量 Qr	240 (m3/分)
		ゾーン長 L	10 (m)	換気回数 Nr	576 (回/hr)
乾燥風	風速 vr	10 (m/sec)		フィルム更新回数 Nf	180 (回/hr)
二次元ノズル	クリアランス	10 (mm)	1.0E-02 (m)	更新比率 R(r/f)	3.2 (-)
	ノズル幅	2 (mm)			
	ノズル数(mあたり)	2 (ノズル/m)			

無風ゾーン(前処理室、乾燥入口)			計算結果		
ゾーン条件	レイアウト	高さ H	3 (m)	ゾーン容積 Vr	27 (m ³)
		幅 W	3 (m)	風量(同伴風) Qr	4.1 (m ³ /分)
		ゾーン長 L	3 (m)	換気回数 Nr	9 (回/hr)
同伴風	風速 vr	0.5 (m/sec)	換気回数 Nr	9 (回/hr)	
		フィルム通過路 高さ	100 (mm) 1.0E-01 (m)	フィルム更新回数 Nf	600 (回/hr)
				更新比率 R(r/f)	0.02 (-)

巻出/巻取			計算結果			
ゾーン条件	レイアウト	高さ H	5 (m)			
		幅 W	5 (m)	ゾーン容積 Vr	125 (m3)	
		奥行き D	5 (m)	風量 Qr	1080 (m3/分)	
空調	平均風速 vr	2 (m/sec)		換気回数 Nr	518 (回/hr)	
		HEPA数(1平米)	9 (枚)	最小	フィルム長 L total	4 (m)
		フィルム長 L	3 (m)		フィルム更新 Nf	457 (回/hr)
搬送	フィルム厚み	80 (μm)	8.0E-05 (m)		更新比率 R(r/f)	1.1 (-)
		フィルム全長	3000 (m)	最大	フィルム長 L total	5 (m)
		巻き芯径	12 (インチ)		3.0E-01 (m)	フィルム更新 Nf
	バルクロール径	0.6 (m)			更新比率 R(r/f)	1.4 (-)



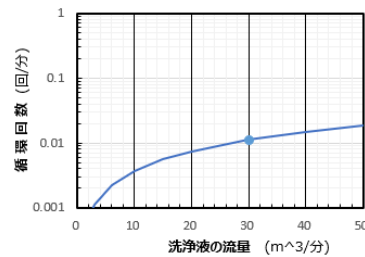
【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種阻壁の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



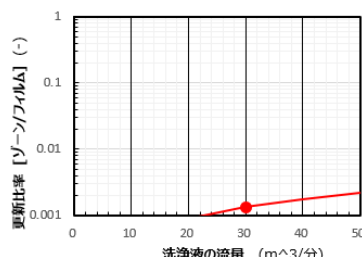
【G52】AndGRAPH クリーン度診断(湿式除塵)Ver1

搬送条件		
速度	入力	SI単位
フィルム幅	10 (m/分)	1.7E+01 (m/sec)
	1500 (mm)	1.5E+00 (m)

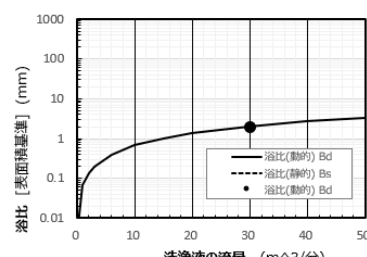
洗浄浴			計算結果		
液溜め	高さ H	0.5 (m)	浴槽の容積 V	2.70 (m ³)	
	幅 W	1.8 (m)	循環回数 Nc	0.011 (回/分)	
	奥行き D	3 (m)	フィルム更新回数 Nf	8.33 (回/分)	
洗浄液	流量 Q	30 (L/分)	更新比率 R(r/f)	0.001 (-)	
			浴比(動的) Bd	2.0 (mm)	
浴槽内の搬送	フィルム長 L	1.2 (m)	浴比(静的) Bs	1500.0 (mm)	



湿式除塵の循環回数



湿式除塵の更新比率

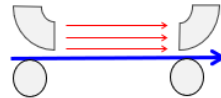


湿式除塵の浴比

【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りりと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



【D11】AndDry 乾燥速度 (1) 並行流Ver1

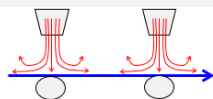


2023.10.21 AndanTEC 浜本伸夫

塗布・乾燥条件	入力	SI単位
Dry塗布量	1 (g/m ²)	1.0E-03 (kg/m ²)
固形分濃度	5 (wt%)	5.0E-02 (-)
塗布速度	10 (m/分)	1.7E-01 (m/s)
塗布幅	1100 (mm)	1.1E+00 (m)
液物性	入力	SI単位
塗布液の比重	1 (g/cc)	1.0E+03 (kg/m ³)
溶媒の蒸発潜熱	2260 (kJ/kg)	2.3E+03 (kJ/kg)
限界含水率	250 (wt%)	2.5E+00 (-)
乾燥係数	0.67 (-)	
温度条件	入力	SI単位
風温(乾球温度) Td	100 (℃)	
膜温(湿球温度) Tw	60 (℃) ←恒率期の値	
乾燥炉の条件	入力	SI単位
風量 G	30 (m ³ /分)	5.0E-01 (m ³ /s)
ダクト高 H	100 (mm)	1.0E-01 (m)

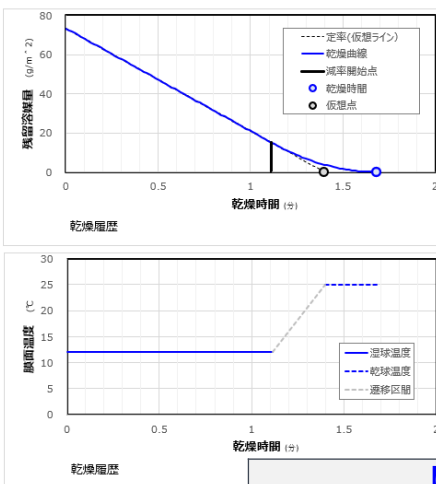
乾燥速度	計算結果	SI単位
乾燥時間 t _{total}	0.5 (分)	
乾燥炉長 L _{total}	5 (m)	
乾燥する溶媒量	計算結果	SI単位
全乾燥量 h _{total}	19.0 (g/m ²)	1.9E-02 (kg/m ²)
恒率乾燥量 h _{const}	16.5 (g/m ²)	1.7E-02 (kg/m ²)
減率乾燥量 h _{reduct}	2.5 (g/m ²)	2.5E-03 (kg/m ²)
恒率乾燥期のΔT	40.0 (℃)	
乾燥能力	計算結果	SI単位
風速 h _{total}	4.5 (m/s)	*適応=0.6~3.5m/s
熱伝導度 h _c	41.3 (J/sec・K・m ²)	0.0 (kJ/sec・K・m ²)
恒率・減率時間	計算結果	SI単位
恒率乾燥速度 J _{const}	4.4E-02 (kg/m ² ・分)	7.3E-04 (kg/m ² ・s)
恒率時間 t _{const}	0.4 (分)	2.3E+01 (sec)
減率乾燥速度 J _{const}	1.5E-02 (kg/m ² ・分)	2.4E-04 (kg/m ² ・s)
減率時間 t _{const}	0.2 (分)	1.0E+01 (sec)

【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



塗布・乾燥条件		入力	SI単位
Dry塗布量		10	(g/m ²)
固形分濃度		12	(wt%)
塗布速度		10	(m/分)
塗布幅		1380	(mm)
液物性		入力	SI単位
塗布液の比重		1	(g/cc)
溶媒の蒸発潜熱		444	(kJ/kg)
限界含水率		150	(wt%)
乾燥係数 N		0.5	(-)
N = 1/2 ~ 2/3 ↑ N = 1/2 で仮想点の2倍、N = 2/3 で3倍			
温度条件		入力	
風温(乾球温度) Td		25	(℃)
膜温(湿球温度) Tw		12	(℃) ← 恒率期の値
乾燥炉の条件		入力	SI単位
風量(ゾーン当り) G		5	(m ³ /分)
ノズル間隔 Xn		200	(mm)
ノズルGap B		3	(mm)
ノズル〜フィルム距離 Zn		10	(mm)
各ゾーン長 Ln		2	(m)

乾燥速度	計算結果	
乾燥時間	1.7	(分) 101 (sec)
乾燥炉長 L _{total}	16.9	(m)
総風量 G _{total}	42.1	(m ³ /分)
ノズル風量 Gn	1	(m ³ /分) 8.3E-03 (m ³ /s)
ゾーン数 N	8	(個/ゾーン)
ゾーン毎ノズル数 N _n	10	(個/ゾーン)
乾燥する溶媒量	計算結果	SI単位
全乾燥量 h _{total}	73.3	(g/m ²) 7.3E-02 (kg/m ²)
恒率乾燥量 h _{const}	58.3	(g/m ²) 5.8E-02 (kg/m ²)
減率乾燥量 h _{product}	15.0	(g/m ²) 1.5E-02 (kg/m ²)
恒率乾燥期のΔT	13.0	(℃)
乾燥能力	計算結果	SI単位
風速 u	2.0	(m/s)
適応風速範囲 u	6	~ 50 (m/s)
熱伝導度 h _c (Ver2修正箇所)	29.8	(J/sec・K・m2) 0.0 (kJ/sec・K・m2)
恒率・減率時間	計算結果	SI単位
恒率乾燥速度 J _{const}	5.2E-02	(kg/m2・分) 8.7E-04 (kg/m2・s)
恒率時間 t _{const}	1.1	(分) 6.7E+01 (sec)
減率乾燥速度 J _{const}	2.6E-02	(kg/m2・分) 4.4E-04 (kg/m2・s)
減率時間 t _{const}	0.6	(分) 3.4E+01 (sec)



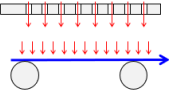
【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流〜多孔板〜二次元ノズル〜浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種阻輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A〜Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



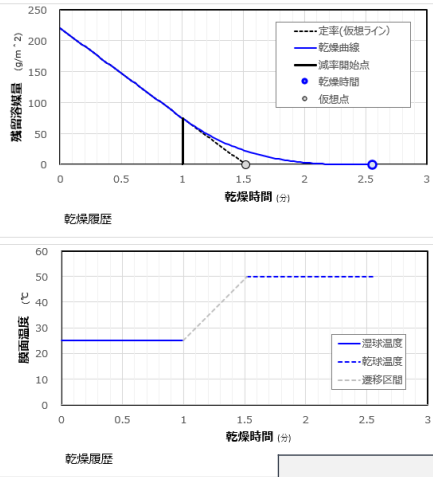
[D13]AndDry 乾燥速度 (3) 多孔板Ver1

2023.10.21 AndanTEC 浜本伸夫

塗布・乾燥条件	入力	SI単位
Dry塗布量	30 (g/m ²)	3.0E-02 (kg/m ²)
固形分濃度	12 (wt%)	1.2E-01 (-)
塗布速度	30 (m/分)	5.0E-01 (m/s)
塗布幅	1380 (mm)	1.4E+00 (m)
液物性	入力	SI単位
塗布液の比重	1 (g/cc)	1.0E+03 (kg/m ³)
溶媒の蒸発潜熱	2260 (kJ/kg)	2.3E+03 (kJ/kg)
限界含水率	250 (wt%)	2.5E+00 (-)
減率乾燥係数 N	0.67 (-)	
N = 1/2 ~ 2/3 ↑ N = 1/2で仮想点の2倍、N = 2/3で3倍		
温度条件	入力	SI単位
風温(乾球温度) Td	50 (℃)	
酸温(湿球温度) Tw	25 (℃)	← 恒率期の値
乾燥炉の条件	入力	SI単位
風量(ゾーン当り) G	30 (m ³ /分)	5.0E-01 (m ³ /s)
開口率 β	5 (%)	5.0E-02 (-)
多孔板〜フィルム距離 Zn	10 (mm)	1.0E-02 (m)
各ゾーン長 Ln	2 (m)	



乾燥速度	計算結果	SI単位
乾燥時間	2.6 (分)	153 (sec)
乾燥炉長 Ltotal	77 (m)	
総風量 Gtotal	1149 (m ³ /分)	
ゾーン数 N	38 (個/ゾーン)	
圧損 ΔP	5 (kPa)	5.1E+03 (Pa)
乾燥する溶媒量	計算結果	SI単位
全乾燥量 htotal	220.0 (g/m ²)	2.2E-01 (kg/m ²)
恒率乾燥量 hconst	145.0 (g/m ²)	1.5E-01 (kg/m ²)
減率乾燥量 hreduct	75.0 (g/m ²)	7.5E-02 (kg/m ²)
恒率乾燥期のΔT	25.0 (℃)	
乾燥能力	計算結果	SI単位
風速 u	3.6 (m/s)	
適応風速範囲 u	3 ~ 7 (m/s)	
熱伝導度 hc	218.4 (J/sec・K・m ²)	0.2 (kJ/sec・K・m ²)
恒率・減率時間	計算結果	SI単位
恒率乾燥速度 Jconst	1.4E-01 (kg/m ² ・分)	2.4E-03 (kg/m ² ・s)
恒率時間 tconst	1.0 (分)	6.0E+01 (sec)
減率乾燥速度 Jconst	4.8E-02 (kg/m ² ・分)	8.1E-04 (kg/m ² ・s)
減率時間 tconst	1.6 (分)	9.3E+01 (sec)

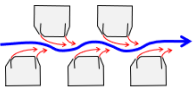


【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流〜多孔板〜二次元ノズル〜浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種用輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A〜Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



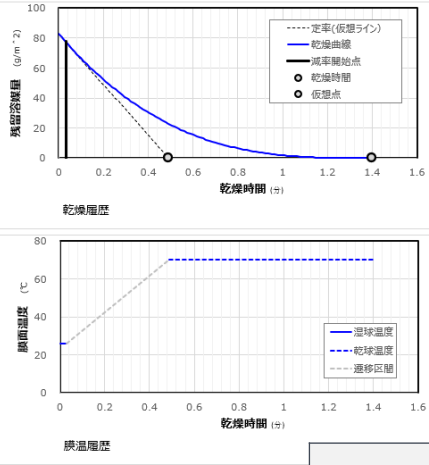
[D14]AndDry 乾燥速度 (4) フローティングVer1

2023.10.21 AndanTEC 浜本伸夫



塗布・乾燥条件		
Dry塗布量	86.1	(g/m ²)
固形分濃度	51	(wt%)
塗布速度	30	(m/分)
塗布幅	1000	(mm)
液物性		
塗布液の比重	2	(g/cc)
溶媒の蒸発潜熱	2260	(kJ/kg)
限界含水率	90	(wt%)
減率乾燥係数 N	0.666	(-)
N = 1/2 ~ 2/3 ↑ N = 1/2 で仮想点の2倍、N = 2/3 で3倍		
温度条件		
風温(乾燥温度) Td	70	(℃)
膜温 Ts	26	(℃) ←両面は図の赤線
乾燥炉の条件		
風量(ゾーン当り) G	20	(m ³ /分)
ノズル間隔 Xn	300	(mm)
ノズルGap B	6.5	(mm)
ノズル配置	2	(片面=1, 両面=2)
各ゾーン長 Ln	3	(m)

乾燥速度		
乾燥時間	1.4	(分)
乾燥炉長 Ltotal	42	(m)
総風量 Gtotal	280	(m ³ /分)
ノズル風量 Gn	2	(m ³ /分)
ゾーン数 N	14	(個/ゾーン)
ゾーン毎ノズル数 Nn	10	(個/ゾーン)
乾燥する溶媒量		
全乾燥量 htotal	82.7	(g/m ²)
恒率乾燥量 hconst	5.2	(g/m ²)
減率乾燥量 hproduct	77.5	(g/m ²)
恒率乾燥期のΔT	44.0	(℃)
乾燥能力		
風速 u	5.1	(m/s)
適応風速範囲 u	10	~ 70 (m/s)
熱伝達度 hc	145.2	(J/sec・K・m2)
恒率・減率時間		
恒率乾燥速度 Jconst	1.7E-01	(kg/m2・分)
恒率時間 tconst	0.0	(分)
減率乾燥速度 Jconst	5.7E-02	(kg/m2・分)
減率時間 tconst	1.4	(分)



【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種阻輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



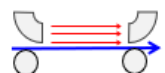
【D15】AndDry 乾燥 複合ゾーンの乾燥履歴 Ver4(二次元ノズルXn乗数、多孔板の伝熱係数、N30是正) 2024.11.7 AndanTEC 両本特夫

塗布・乾燥条件		
Dry塗布量	10 (g/m ²)	SI単位 1.0E-02 (kg/m ²)
固形分濃度	12 (wt%)	1.2E-01 (-)
塗布速度	30 (m/分)	5.0E-01 (m/s)
塗布幅	1380 (mm)	1.4E+00 (m)
液物性		
塗布液の比重	1 (g/cc)	1.0E+03 (kg/m ³)
溶媒の蒸発潜熱	2260 (kJ/kg)	2.3E+03 (kJ/kg)
溶解含水率	250 (wt%)	2.5E+00 (-)
乾燥係数 n=2~3	3 (-)	(-)
並行流		
風量 G	10 (m ³ /分)	1.7E-01 (m ³ /s)
ダクト幅 H	100 (mm)	1.0E-01 (m)
ゾーン長 Ln	3 (m)	
風速 Td	28 (℃)	湿球温度 Tw 22 (℃)
多孔板		
風量 G	375 (m ³ /分)	6.3E+00 (m ³ /s)
開口率 B	5 (%)	5.0E-02 (-)
フィルム距離 Zn	30 (mm)	3.0E-02 (m)
ゾーン長 Ln	5 (m)	
風速 Td	40 (℃)	湿球温度 Tw 28 (℃)
二次元ノズル		
ノズル間隔 Xn	200 (mm)	2.0E-01 (m)
ノズルGap B	3 (mm)	3.0E-03 (m)
フィルム距離 Zn	20 (mm)	2.0E-02 (m)
各ゾーン長	10 (m)	←X3ゾーン
ゾーン(1)		
風量 G	100 (m ³ /分)	1.7E+00 (m ³ /s)
風速 Td	50 (℃)	湿球温度 Tw 30 (℃)
ゾーン(2)		
風量 G	100 (m ³ /分)	1.7E+00 (m ³ /s)
風速 Td	50 (℃)	湿球温度 Tw 30 (℃)
ゾーン(3)		
風量 G	100 (m ³ /分)	1.7E+00 (m ³ /s)
風速 Td	50 (℃)	湿球温度 Tw 30 (℃)
フローティング		
ノズル間隔 Xn	500 (mm) ←上下込み	5.0E-01 (m)
ノズルGap B	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ゾーン長 Ln	10 (m)	
ゾーン(1)		
風量 G	60 (m ³ /分)	1.0E+00 (m ³ /s)
風速 Td	60 (℃)	湿球温度 Tw 30 (℃)
ゾーン(2)		
風量 G	60 (m ³ /分)	1.0E+00 (m ³ /s)
風速 Td	60 (℃)	湿球温度 Tw 30 (℃)
ゾーン(3)		
風量 G	60 (m ³ /分)	1.0E+00 (m ³ /s)
風速 Td	60 (℃)	湿球温度 Tw 30 (℃)

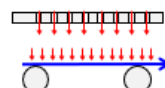
総風量 Gtotal 805 (m³/分) 総ゾーン長 Ltotal 68 (m)

乾燥する溶媒量	計算結果	SI単位
全乾燥量 Htotal	73.3 (g/m ²)	7.3E-02 (kg/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	48.3 (g/m ²)	4.8E-02 (kg/m ²)
減率乾燥量 Hreduct	25.0 (g/m ²)	2.5E-02 (kg/m ²)

並行流	計算結果	SI単位
風速 u	1.2 (m/s)	滞在時間 ttotal 0.1 (分)
熱伝導度 hc	14.3 (J/sec-K-m2)	恒率時間 tconst 0.1 (分)
恒率乾燥速度 Jconst	0.00 (kg/m2-分)	減率時間 treduct 0.0 (分)
乾燥量 Htotal	0.2 (g/m ²)	乾燥時間 Hres 73.1 (g/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	48.1 (g/m ²)	減率乾燥量 Hreduct 25.0 (g/m ²)

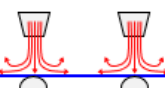


多孔板	計算結果	SI単位
風速 u	18.1 (m/s)	滞在時間 ttotal 0.2 (分)
熱伝導度 hc	615.2 (J/sec-K-m2)	恒率時間 tconst 0.2 (分)
恒率乾燥速度 Jconst	0.2 (kg/m2-分)	減率時間 treduct 0.0 (分)
乾燥量 Htotal	32.7 (g/m ²)	乾燥時間 Hres 40.4 (g/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	15.4 (g/m ²)	減率乾燥量 Hreduct 25.0 (g/m ²)



二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	50.0 (個/ゾーン)	

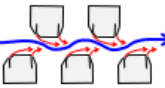
風速 u	8.1 (m/s)	滞在時間 ttotal 0.3 (分)
熱伝導度 hc	60.9 (J/sec-K-m2)	恒率時間 tconst 0.3 (分)
恒率乾燥速度 Jconst	0.03 (kg/m2-分)	減率時間 treduct 0.0 (分)
乾燥量 Htotal	10.8 (g/m ²)	乾燥時間 Hres 29.7 (g/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	4.7 (g/m ²)	減率乾燥量 Hreduct 25.0 (g/m ²)
風速 u	8.1 (m/s)	滞在時間 ttotal 0.3 (分)
熱伝導度 hc	60.9 (J/sec-K-m2)	恒率時間 tconst 0.1 (分)
恒率乾燥速度 Jconst	0.03 (kg/m2-分)	減率時間 treduct 0.2 (分)
乾燥量 Htotal	10.4 (g/m ²)	乾燥時間 Hres 19.3 (g/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	0.0 (g/m ²)	減率乾燥量 Hreduct 19.3 (g/m ²)



風速 u	8.1 (m/s)	滞在時間 ttotal 0.3 (分)
熱伝導度 hc	60.9 (J/sec-K-m2)	恒率時間 tconst 0.0 (分)
恒率乾燥速度 Jconst	0.03 (kg/m2-分)	減率時間 treduct 0.3 (分)
乾燥量 Htotal	7.9 (g/m ²)	乾燥時間 Hres 11.3 (g/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	0.0 (g/m ²)	減率乾燥量 Hreduct 11.3 (g/m ²)

フローティング	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	

風速 u	7.2 (m/s)	滞在時間 ttotal 0.3 (分)
熱伝導度 hc	82.8 (J/sec-K-m2)	恒率時間 tconst 0.0 (分)
恒率乾燥速度 Jconst	0.05 (kg/m2-分)	減率時間 treduct 0.3 (分)
乾燥量 Htotal	7.9 (g/m ²)	乾燥時間 Hres 3.4 (g/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	0.0 (g/m ²)	減率乾燥量 Hreduct 3.4 (g/m ²)
風速 u	7.2 (m/s)	滞在時間 ttotal 0.3 (分)
熱伝導度 hc	82.8 (J/sec-K-m2)	恒率時間 tconst 0.0 (分)
恒率乾燥速度 Jconst	0.1 (kg/m2-分)	減率時間 treduct 0.3 (分)
乾燥量 Htotal	3.0 (g/m ²)	乾燥時間 Hres 0.4 (g/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	0.0 (g/m ²)	減率乾燥量 Hreduct 0.4 (g/m ²)
風速 u	7.2 (m/s)	滞在時間 ttotal 0.3 (分)
熱伝導度 hc	82.8 (J/sec-K-m2)	恒率時間 tconst 0.0 (分)
恒率乾燥速度 Jconst	0.1 (kg/m2-分)	減率時間 treduct 0.3 (分)
乾燥量 Htotal	#NUM! (g/m ²)	乾燥時間 Hres #NUM! (g/m ²)
恒率乾燥量 Hconst	0.0 (g/m ²)	減率乾燥量 Hreduct #NUM! (g/m ²)



【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種阻壁の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張り沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24


【D16】AndDry 乾燥速度 (6) 蒸発潜熱の推算(Hilde 2023.12.3 AndanTEC 浜本伸夫 ver4
物性条件

	入力	SI単位
分子量	72 (g/mol)	
温度	25 (°C)	298 (K)
臨界温度	260 (°C)	533 (K)
沸点	80 (°C)	353 (K)
飽和蒸気圧	13 (kPa)	

蒸発潜熱

	計算結果
無極性溶媒	224 (kJ/kg)
極性溶媒	254 (kJ/kg)
Trouton則+Watson式	479 (kJ/kg)
Hildebrand則	471 (kJ/kg)
T&W+Guldberg則	480 (kJ/kg)

無極性	$r_w \text{ (kJ/kg)} = 0.00717 \times Mw \text{ (g/mol)} \times \left[\frac{T \text{ (K)}}{P_s \text{ (kPa)}} \right]^{1.12}$
極性	$r_w \text{ (kJ/kg)} = 0.00850 \times Mw \text{ (g/mol)} \times \left[\frac{T \text{ (K)}}{P_s \text{ (kPa)}} \right]^{1.11}$
Trouton & Watson	$r_w \text{ (kJ/kg)} = 88.2 \times \left[\frac{T_b \text{ (K)}}{Mw \text{ (g/mol)}} \right] \times \left[\frac{1 - (T \text{ (K)} / T_c \text{ (K)})}{1 - (T_b \text{ (K)} / T_c \text{ (K)})} \right]^{0.38}$
Hildebrand 則	$r_w \text{ (kJ/kg)} = \frac{160 \times T_b \text{ (K)} - 22700}{Mw \text{ (g/mol)}}$
T & W + Guldberg 則	$r_w \text{ (kJ/kg)} = \left[\frac{134 \times T_b \text{ (K)}}{Mw \text{ (g/mol)}} \right] \times [1 - (2T \text{ (K)} / 3T_b \text{ (K)})]^{0.38}$

【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24

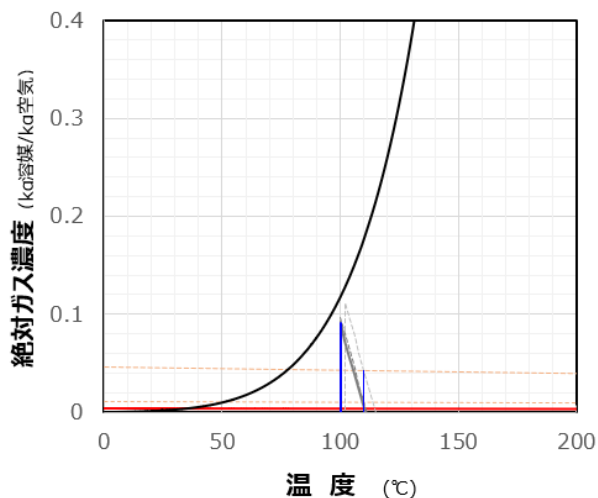


【D17】AndDry 乾燥速度 (7) 膜面温度の推算(アントワン式とColburn-Chiltonの相関)

2024.10.27 AndanTEC 浜本伸夫

入力条件		推算条件	
アントワン式の定数	A	6.69 (-)	
	B	1593 (-)	雰囲気温度 110 (°C)
	C	201 (-)	想定ガス濃度 10 (%LEL)
溶媒の物性	分子量	99 (g/mol)	
	比熱	2 (kJ/kg・°C)	
	蒸発潜熱	523 (kJ/kg)	
	ルイス数	3.4 (-) ← (Le=Sc/Pr)	
爆発下限界(25°C)	1.3 (vol%) ← LEL		

推算結果	
飽和蒸気圧	4.9 (kPa)
25%LEL	0.325 (vol%)
ε蒸気=M蒸気/M空気	3.44 (kg溶媒/kg空気)
断熱冷却線 -h _c /[k _H ・r _w]	-0.009 (kJ/kg)
LEL (雰囲気温度)	1.220 (vol%)
	0.043 (kg溶媒/kg空気)
想定ガス濃度	0.122 (vol%)
	0.004 (kg溶媒/kg空気)
湿球温度	100.0 (°C)



----- 100%LEL
----- 25%LEL
----- 想定ガス濃度
—— 飽和蒸気圧
----- 断熱冷却線(100%LEL)
----- 断熱冷却線(25%LEL)
—— 断熱冷却線(想定ガス濃度)
—— 湿球温度
—— 雰囲気温度

【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



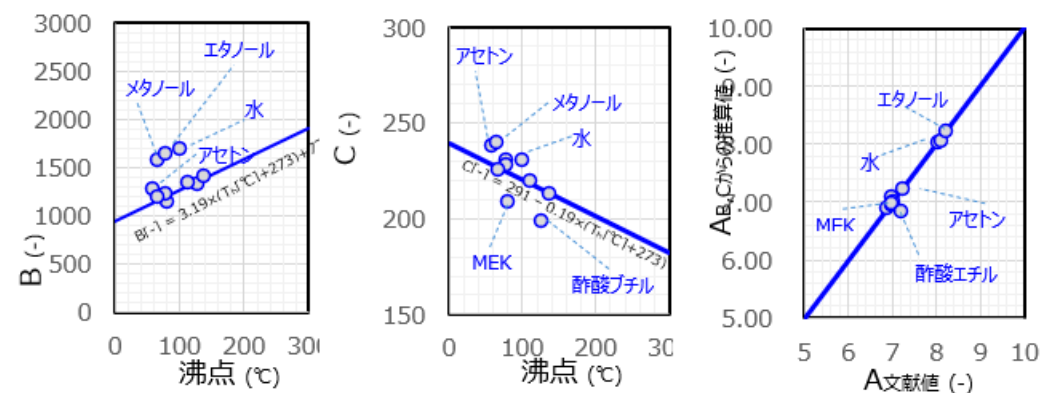
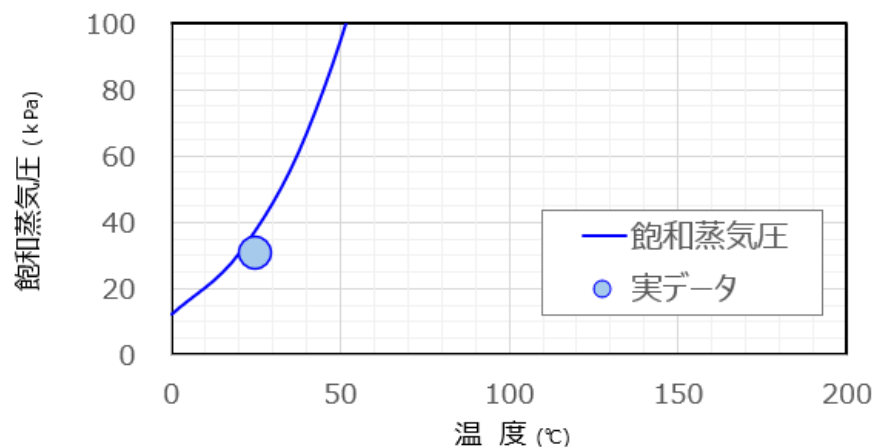
【D18】AndDry アントワン式の定数A~C見積もり

入力条件

沸点 **57** (°C)
 飽和蒸気圧(温度既知) **30.7** (k Pa) **230** (mmHg)
 (飽和蒸気圧を与える)温度 **25** (°C)

推算結果

A **6.91** (-)
 B **1130** (-)
 C **228** (-)



【乾燥・クリーン度】	概要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーン的能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種溶媒の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A~Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



[D19]AndDry 乾燥速度 (9) 分散粒子の偏析(皮張りと沈降)

入力条件

分散粒子

直径 0.3 (μm)
比重 8 (-)

3.0E-07 (m)
8000 (kg/m3)

塗工液

質量濃度 30 (wt%)
比重 1.9 (-)
Wet膜厚 50 (μm)
膜温 30 (℃)

3.0E-01 (-)
1900 (kg/m3)
5.0E-05 (m)
303 (K)

連続層

粘度 1 (mPas)

1.0E-03 (Pas)

乾燥

条件① 乾燥速度(ツールから) 6.4E-03 (kg/m2・分)
条件② ΔT(外気-膜温) 10 (℃)
溶媒の蒸発潜熱 444 (kJ/kg)
熱伝導率(ガラスから) 20.0 (J/s・K・m2)
条件③ 乾燥時間 10.0 (分)

6.4E-06 (kg/m2・s)
10
444
20.0
6.0E+02 (sec)

2024.10.29 AndanTEC 浜本伸夫

推奨結果

分散粒子

分散係数 1.5E-12 (m2/s)
粒子の終末速度 2.0E+00 (μm/分)

1.38E-23 (J/K)
3.3E-08 (m/s)

塗工液

体積濃度 7 (vol%)
連続層 比重 1.4 (-)

7.1E-02 (-)
1432 (kg/m3)

皮張り

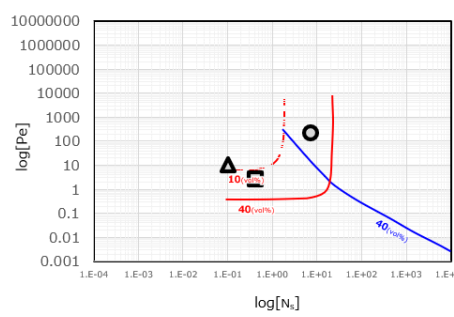
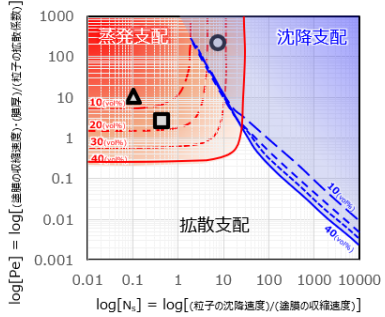
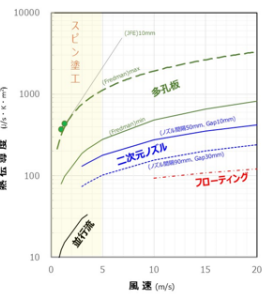
条件① ○
条件② △
条件③ □

膜の収縮速度(m/s)
[沈降速度]/[収縮速度]
[収縮速度]・[膜厚]/[分散係数]
Log[Ns]
Log[Pe]

4.5E-09
7.3E+00
2.2E+02
0.9
2.3

3.1E-07
1.0E-01
1.1E+01
-1.0
1.0

7.7E-08
4.2E-01
2.6E+00
-0.4
0.4



【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種用輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



【D20】AndDry フィルム加熱による昇温履歴の推算 ver2(単位誤記是正)

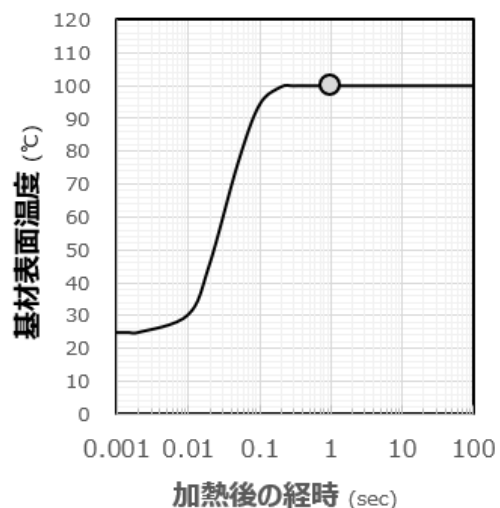
加熱フィルム温度履歴

計算結果

入力

外気温	25 (°C)	熱拡散率 α	1.1E-07 (m ² /s)
ヒーター温度	100 (°C)		
基材の密度	1345 (kg/m ³)	基材表面温度	100 (°C)
基材の比熱	1250 (J/kg·°C)		
基材の伝熱係数	0.19 (J/°C·m·s)	SI単位	
基材の厚み	100 (μm)		0.0001 (m)
加熱後の経時	1.000 (秒)		

	密度 (kg/m ³)	比熱 (J/kg·°C)	伝熱係数 (J/°C·m·s)
	ρ	C_p	k
ガラス	2190	740	1.38
TAC	1280	1800	0.16
PI	1400	1130	0.28~34
PVC	1160~1450	840~2090	0.13~0.29
PET	1290~1400	1250	0.15~0.24
PMMA	1190	1470	0.21
PE	930	2300	0.34
PS	1050	1160	0.15
PP	910	1700	0.21
アルミ	2688	905	237
銅	8880	386	398
鉄	7870	442	80



【乾燥・クリーン度】

概要

品番

風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種樹脂の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りや沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



【D21】AndDry 接触熱伝達率の推算(橘・佐野川の式)

物性条件

【ホットプレート】	入力	 (Ctrl) ▼	SI単位
伝熱係数	80	(J/℃・m・s)	
表面粗さ Ra	0.100	(μm)	1.0E-07 (m)
接触面積比 _(a/A)	10	(%)	1.0E-01 (-)

【基材】伝熱係数	1.38	(J/℃・m・s)	
表面粗さ Ra	1.000	(μm)	1.0E-06 (m)
厚み h _(基材)	1.000	(mm)	1.0E-03 (m)
密度	2190	(kg/m ³)	
ビッカース HV	1103	(HV無単位)	1.1E+10 (Pa)

【間隙(空気)】			
伝熱係数	0.0257	(J/℃・m・s)	

接触熱伝達率

計算結果

接触圧力 P=ρgh	21	(Pa)
接触面積比(P/H基準)	2.0E-09	(-)
[粗さ]/[伝熱係数] z1/k1(基材)	0	(m ² ・℃・s/J)
[粗さ]/[伝熱係数] z2/k2(ホットプレート)	1.3E-09	(m ² ・℃・s/J)
付加熱抵抗 _(熱線流) 1/h ₀	1.7E-05	(m ² ・℃・s/J)

【接触面積比 _(a/A) 基準】		
真実接触部の熱抵抗 R _{real(a/A基準)}	1.8E-04	(m ² ・℃・s/J)
空隙部の熱抵抗 R _{air(a/A基準)}	4.8E-05	(m ² ・℃・s/J)
接触熱抵抗 R _(a/A基準)	3.7E-05	(m ² ・℃・s/J)
接触熱伝達率 hc _(a/A基準)	27	(kW/m ² ・℃)

【ビッカース _(P/H) 基準】		
真実接触部の熱抵抗 R _{real(P/H基準)}	8.9E+03	(m ² ・℃・s/J)
空隙部の熱抵抗 R _{air(P/H基準)}	4.3E-05	(m ² ・℃・s/J)
接触熱抵抗 R _(P/H基準)	4.3E-05	(m ² ・℃・s/J)
接触熱伝達率 hc _(P/H基準)	23	(kW/m ² ・℃)

【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橘・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24

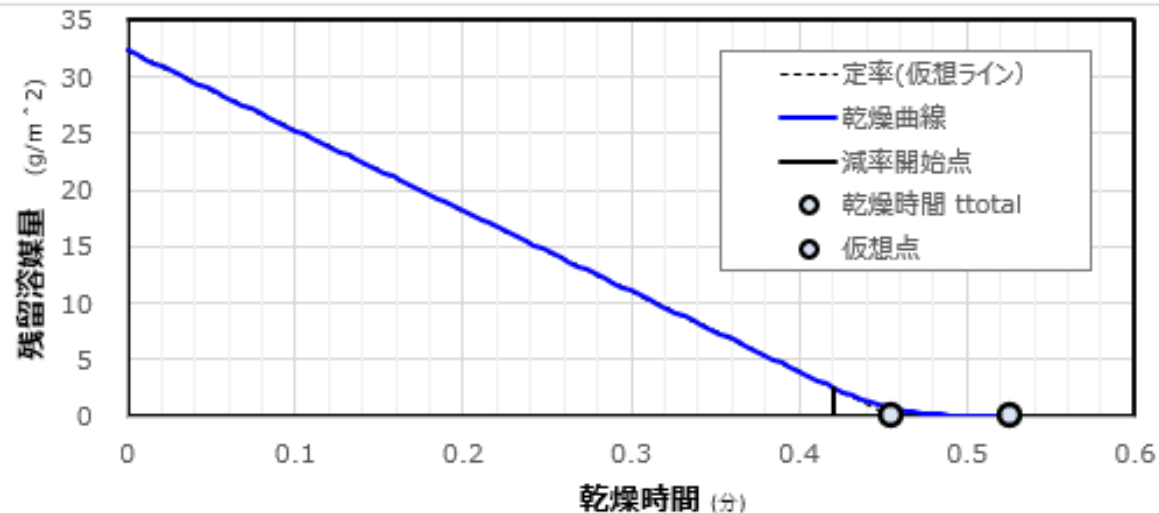


[D22]AndDry 乾燥速度 (10) ホットプレート

2024.11.23 AndanTEC 浜本伸夫

塗布・乾燥条件		入力	SI単位
Dry塗布量		1 (g/m ²)	1.0E-03 (kg/m ²)
	固形分濃度	3 (wt%)	3.0E-02 (-)
液物性		入力	
塗布液の比重		1 (g/cc)	1.0E+03 (kg/m ³)
	溶媒の蒸発潜熱	652 (kJ/kg)	
限界含水率		250 (wt%)	2.5E+00 (-)
	乾燥係数	0.667 (-)	
温度条件		入力	
加熱温度(ヒーター) Th		100 (°C)	
	風温(外気) Ta	25 (°C)	
膜温(湿球温度) Tw		99.9 (°C)	
乾燥条件		入力	
風速 u		0.5 (m/s)	
	接触熱伝達率 hc	13 (kJ/sec・K・m ²)	1.3E+04 (J/m ² ・°C・s)

乾燥速度		計算結果	SI単位
乾燥時間 t _{total}		0.5 (分)	32 (sec)
	恒率時間 t _{const}	0.4 (分)	2.5E+01 (sec)
減率時間 t _{reduct}		0.1 (分)	6.3E+00 (sec)
乾燥する溶媒量			
全乾燥量 h _{total}		32.3 (g/m ²)	3.2E-02 (kg/m ²)
	恒率乾燥量 h _{const}	29.8 (g/m ²)	3.0E-02 (kg/m ²)
減率乾燥量 h _{reduct}		2.5 (g/m ²)	2.5E-03 (kg/m ²)
乾燥速度			
恒率乾燥速度 J _{const}		7.1E-02 (kg/m ² ・分)	1.2E-03 (kg/m ² ・s)
	減率乾燥速度 J _{reduct}	2.4E-02 (kg/m ² ・分)	3.9E-04 (kg/m ² ・s)
ΔT			
[ヒーター温]-[膜温]		0.1 (°C)	
	[膜温]-[外気温]	75 (°C)	
伝熱係数			
熱伝導度 hc		7.1 (J/sec・K・m ²)	7.1E-03 (kJ/sec・K・m ²)



【乾燥・クリーン度】	概要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



【D23】 AndDry 赤外線 放射エネルギーの温度依存性 2025.1.4 AndanTEC浜本

温度 **1000** (°C)
吸収波長① **3** (μm) 波数① **3333** (cm⁻¹)
吸収波長② **9** (μm) 波数② **1111** (cm⁻¹)

$$E_{b,\lambda} = \frac{C_1}{\lambda^5 [e^{C_2/\lambda T} - 1]} [W/m^2 \cdot \mu m]$$

$E_{b,\lambda}$ = 黒体の単色放射能

λ = 波長[μm]

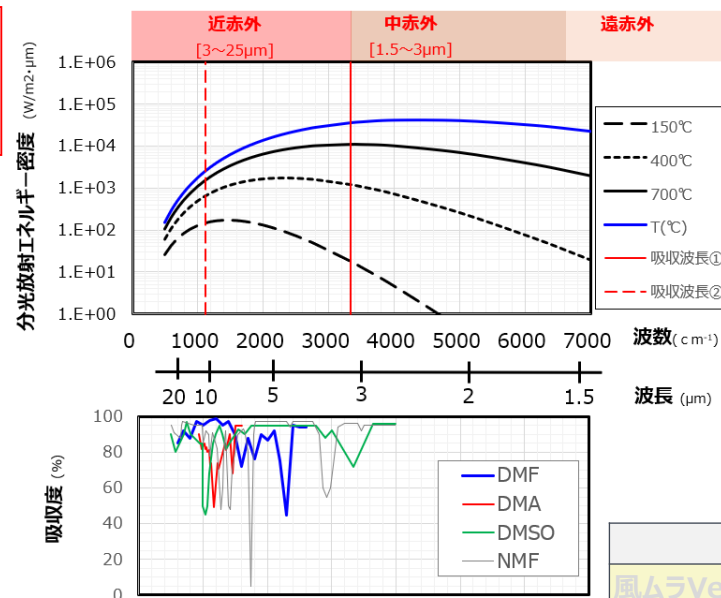
T = 絶対温度[K]

C_1 = 定数 $3.742 \times 10^8 W \cdot \mu m^4 / m^2$

C_2 = 定数 $1.439 \times 10^4 \mu m \cdot K$

c1 **3.742E+08** c2 **1.439E+04**

<https://www.nippon-heater.co.jp/designmaterials/infrared/>



【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24



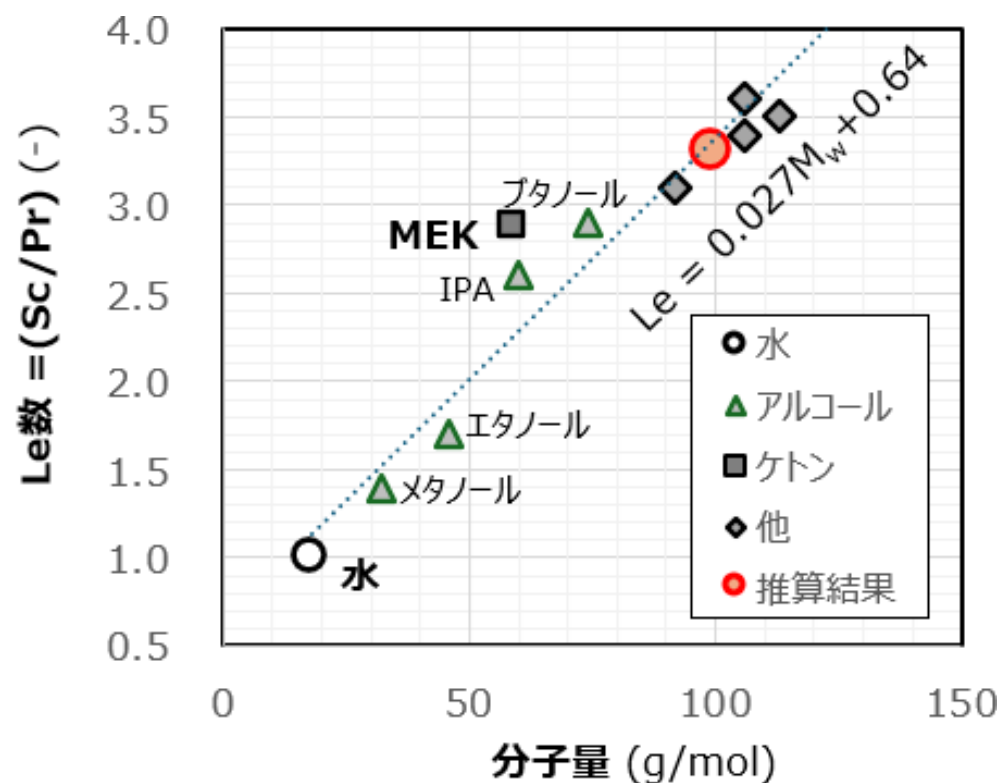
【D24】 AndDry ルイス数の推算

物性条件

分子量 99 (g/mol)

推算結果

Le数 3.3 (-)



【乾燥・クリーン度】	概 要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベルングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
膜面温度の推算 New !	アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
アントワン式 New !	定数A～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	皮張りと沈降の見積もり	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	フィルム加熱の非定常昇温を推算	D20
接触熱伝達率の推算 New !	橋・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
ホットプレート乾燥 New !	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算	D23
ルイス数の推算 New !	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24