



【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点から指數則の η_0 と n を算出	G26
Coating Window「膜厚~ ΔP 」	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inn・ディップ塗工・インクジェット印刷】		
	概要	品番
スピinn塗工 理論膜厚(Emslie式)	スピinn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) 斜線とカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーティング液循環 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) 膜厚と斜線限界速度	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搔き取り厚み	ドクターブレードの搔き取り厚みを推算	G47

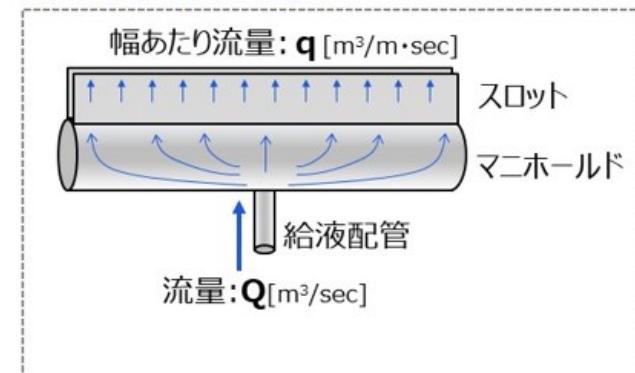
【乾燥・クリーン度】		
	概要	品番
風ムラVer1	塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
バーナルセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断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	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～Cの見積もり	D18
分散粒子の偏析 Ver2	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	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



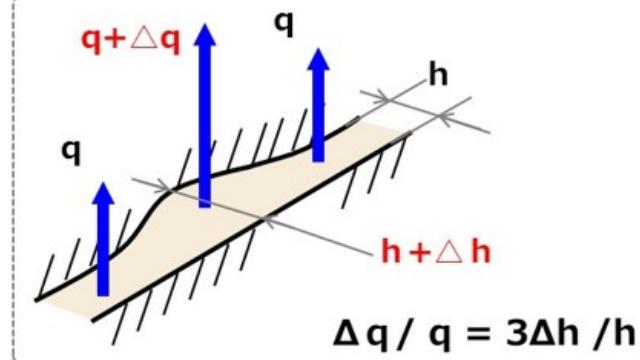
【スロット塗工】		
	概 要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直徑Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	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点から指數則の n_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
[3Δh/h] × 100	Δ1.5%	Δ6%	Δ0.8%

ギャップ偏差による塗布量変動

計算結果

入力

スロットギャップ h

100 (μm)

流量変動

6.00 (%)

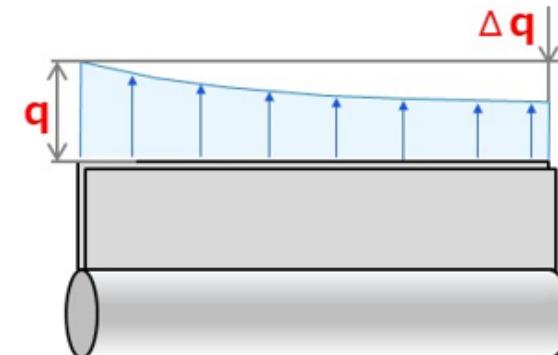
スロットギャップ変動 $Δh$

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	半円・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点から指數則の n_0 と n を算出	G26

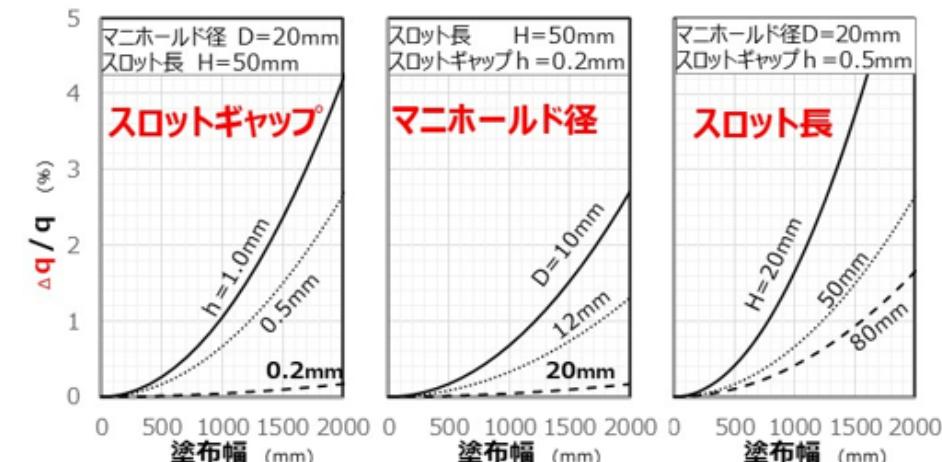
[C12] AndCALC スロットダイ設計 (2)マニホールド影響(ニュートン)Ver1



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

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

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
ウェーブテンション方式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点から指數則の n_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

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

相当直径 D_{eq} (半円) = $0.61 \cdot D \cdots 11$

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)



相当直径

計算結果

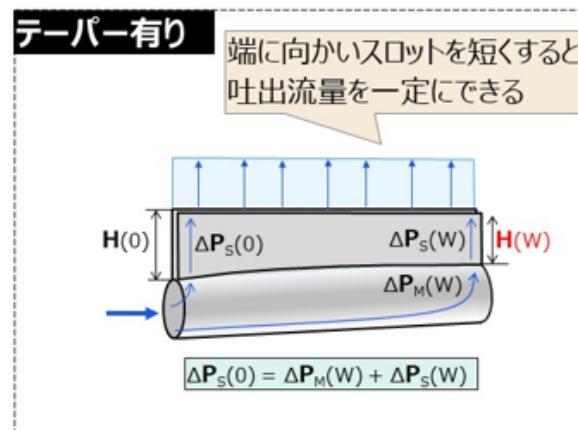
[マニホールド形状]

	入力	断面積 A	濡れ辺長 L	計算結果
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) 短辺 20 (mm)	1.0E+03 (mm)	1.4E+02 (mm ²)	[相当直径] Deq 28.6 (mm)



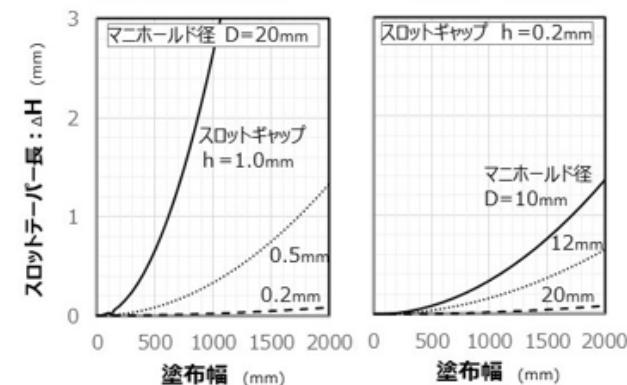
【スロット塗工】	概要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	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
ウェーブテンション方式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点から指數則の n_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



スロットギャップ

マニホールド径



【スロット・テーパー長】

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

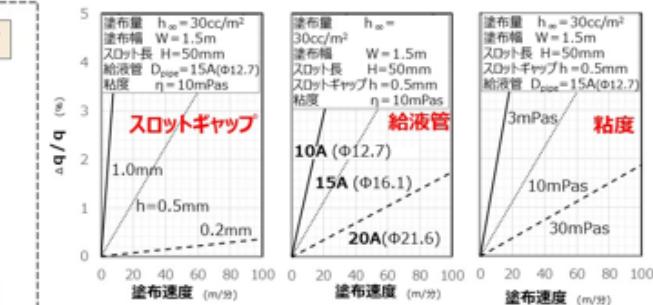
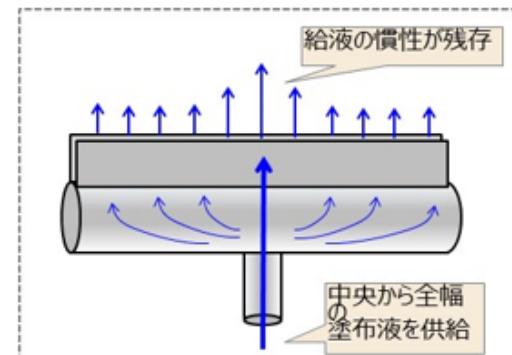
$\Delta H(m)$ はスロット長のテーパー、
 $h(m)$ はスロット・ギャップ、
 $W(m)$ は給液位置～ダイ端部の幅
 $D(m)$ はマニホールドの直径、

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 (-)		1.0E+01 (mm)
マニホールド直径 D または Deq	10 (mm)	1.0E-02 (m)	10.10 (mm)
スロット・ギャップ h	0.5 (mm)	5.0E-04 (m)	10103 (μ 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点から指數則のn ₀ とnを算出	G26

【C15】AndCALC スロットダイ設計 (5)給液慣性Ver1



$p(\text{kg}/\text{m}^3)$ は液の密度、 $D_{\text{pipe}}(\text{m})$ は給液配管の直径、
 $h_{\infty}(\text{m})$ は塗布厚み、 $U(\text{m}/\text{s})$ は塗布速度

【動圧起因の流量増分】

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

動圧起因の流量増分	入力	SI単位	計算結果
粘度	5 (mPas) = (c P)	5.0E-03 (Pas)	$[\Delta q_I / q]$ 指数表示
比重	1 (g/cc)	1.0E+03 (kg/m^3)	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)	
塗布幅 W	1500 (mm)	1.5E+00 (m)	
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 (μm) = (cc/m^3)	5.0E-05 (m)	

【塗工液の流量】

15.0



【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徑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点から指數則の n_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。

$$\begin{aligned}\Delta q / \Delta H &\doteq \partial q / \partial h \\ &= [(2n+1)/n] \cdot [\Delta P_s / \eta_0 H]^{1/n} \cdot (h/2)^{2n+1} / h \\ &= [(2n+1)/n] \cdot q/h \cdots 7)\end{aligned}$$

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

ギャップ偏差による塗布量変動

計算結果

入力
スロットギャップ h

非ニュートン($n=1$)
100 (μm) 流量変動 $\Delta q / q = 3.4$ (%)

スロットギャップ変動 Δh

(参考)ニュートン
1 (μm) $\Delta q / q = 3.0$ (%)

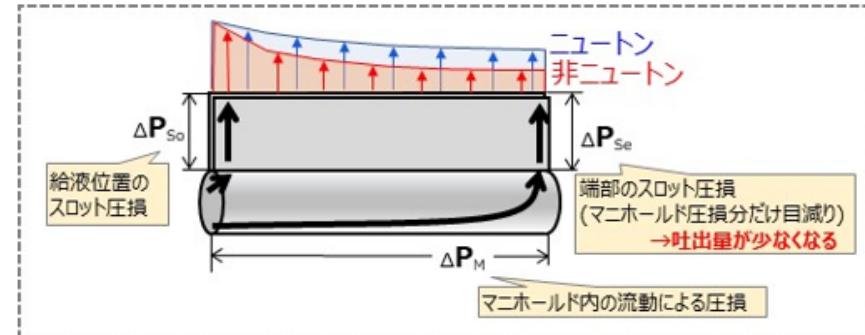
非ニュートン係数 n

スロット・ギャップ	100μm	150μm	300μm	
ギャップ精度	△0.5μm △1.5% △2μm △6.0% △0.5μm △2μm △0.5μm △2μm	△0.5μm △1.0% △2μm △4.0% △0.5μm △2μm △0.5μm △2μm	△0.5μm △1.1% △2μm △4.3% △0.5μm △2μm △0.7% △2.7%	△0.5μm △1.8% △2μm △7.1% △0.9% △3.6%
$n=1$ (ニュートン)	△1.5% △6.0% △1.0% △4.0% △0.5% △2.0%	△1.6% △6.5% △1.1% △4.3% △0.5% △2.2%	△1.1% △4.3% △0.5% △2.7% △0.7% △2.7%	△2.0% △4.0% △0.5% △3.6% △0.9% △3.6%
$n=0.8$	△2.0% △8.0% △1.3% △5.3% △0.5% △2.2%	△2.0% △8.0% △1.3% △5.3% △0.5% △2.2%	△2.0% △8.0% △1.3% △5.3% △0.7% △2.7%	△2.2% △4.3% △0.7% △3.6% △0.9% △3.6%
$n=0.5$	△2.7% △10.7% △1.8% △7.1% △0.9% △3.6%	△2.7% △10.7% △1.8% △7.1% △0.9% △3.6%	△2.7% △10.7% △1.8% △7.1% △0.9% △3.6%	△3.6% △10.7% △1.8% △7.1% △0.9% △3.6%
$n=0.3$	△2.7% △10.7% △1.8% △7.1% △0.9% △3.6%	△2.7% △10.7% △1.8% △7.1% △0.9% △3.6%	△2.7% △10.7% △1.8% △7.1% △0.9% △3.6%	△3.6% △10.7% △1.8% △7.1% △0.9% △3.6%



【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点から指數則の η_0 とnを算出	G26

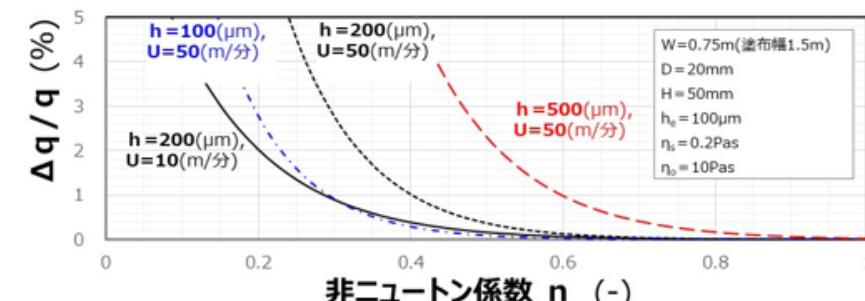
【C17】AndCALC スロットダイ設計 (7)マニホールド影響(非ニュートン)Ver1



マニホールド差圧起因の流量減少

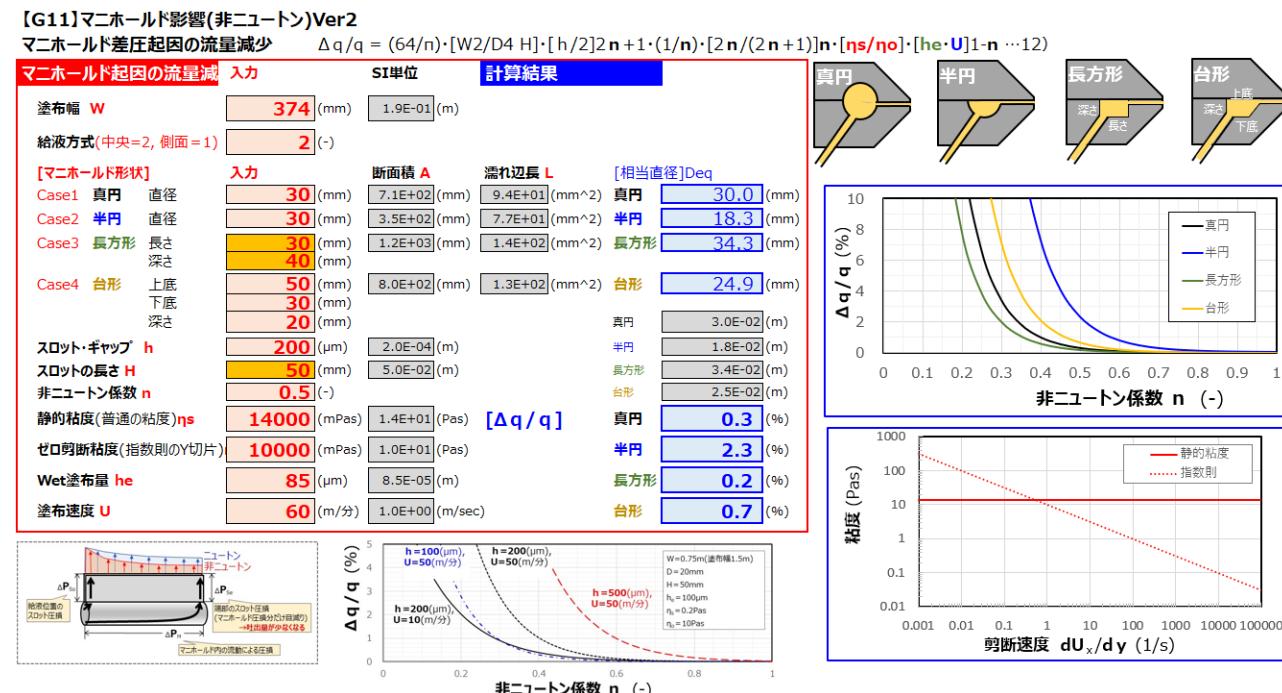
$$\Delta q/q = (64/n) \cdot [W^2/D^4 H] \cdot [h/2]^{2n+1} \cdot (1/n) \cdot [2n/(2n+1)]^n \cdot [\eta_s/\eta_0] \cdot [he \cdot U]^{1-n} \cdots 12$$

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)	[$\Delta q/q$] 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(指數則のY切片) η_0	3000	(mPas)	3.0E+00	(Pas)	
Wet塗布量 he	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
ウェーブテンション方式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 n_0 と n を算出	G26





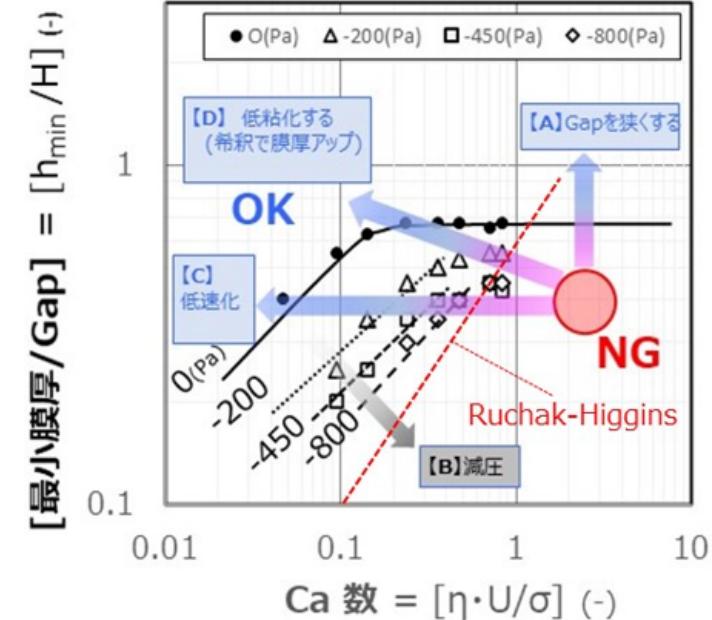
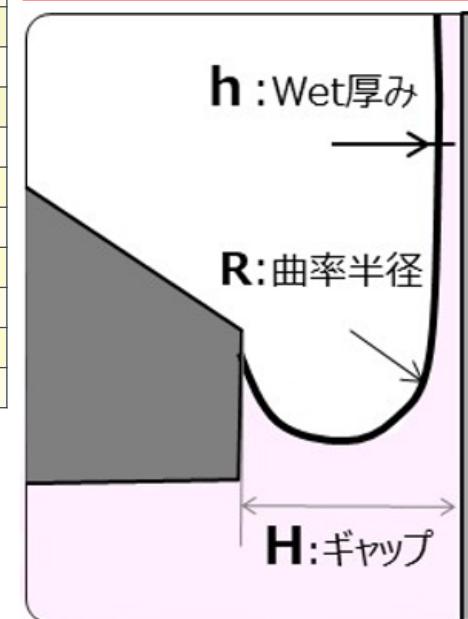
【スロット塗工】	概要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	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
ウェーブテンション方式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点から指數則の n_0 と n を算出	G26

【C21】AndCALC スロット塗工 (1)Ca数Ver1

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

$$\text{キャピラリ- } Ca = [\eta \cdot U/\sigma] = [\eta \cdot U/R]/[\sigma/R] \sim [\text{粘性応力}]/[\text{毛細管力}] \quad \dots 5)$$

最小膜厚の試算		SI単位	計算結果	
粘度	1 (mPas) = (c P)	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
ウェーブテンション方式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点から指數則の n_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

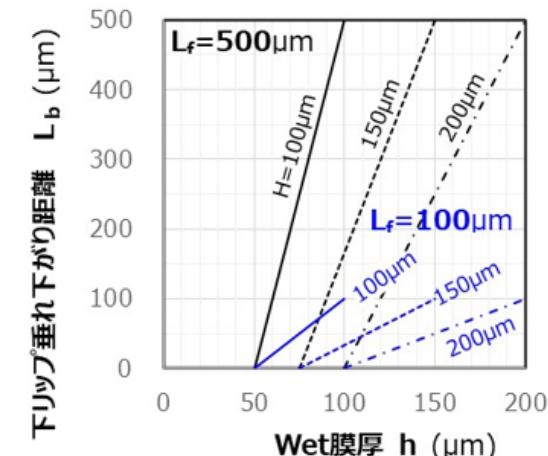
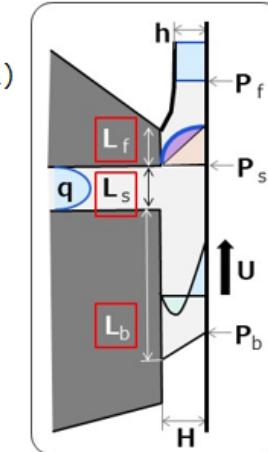
計算結果

入力

Wet塗布量 h 100 (μm) = (cc/m^3) 1.0E-04 (m)下リップ垂れ下がり L_b 2.7E-04 (m) 270 (μm)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

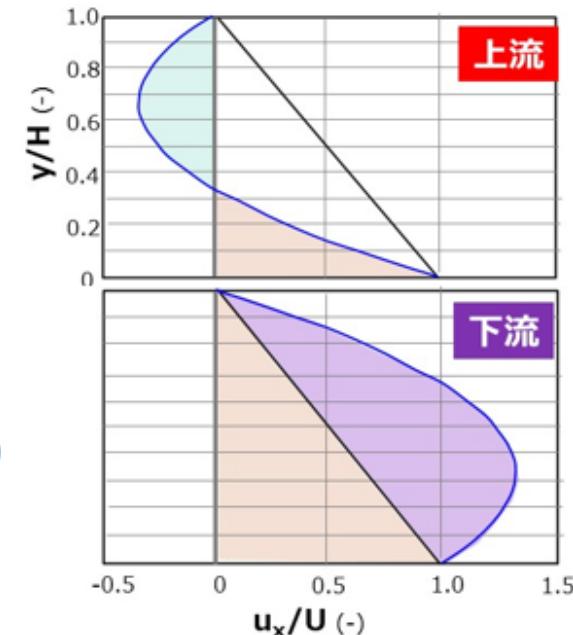
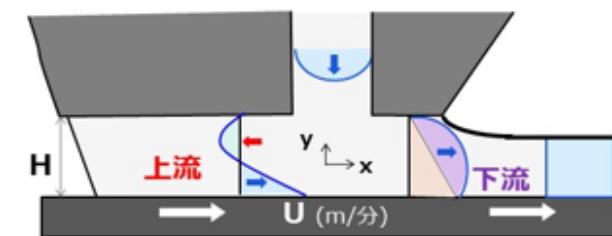
$$L_b = [(2h/H) - 1] \cdot L_f - L_s \quad \dots 11)$$





【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 n_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

$$d u_x / d y = (U/H) \cdot [-6(y/H) + 4] \dots 2)$$

下流の剪断速度

$$d u_x / d y = (U/H) \cdot [6(y/H) - 2] \dots 4)$$

リップ内の剪断	入力	SI単位	計算結果
塗工速度 U	30 (m/min)	5.0E-01 (m/sec)	[剪断速度]
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)	
CP同方向	-33333 (1/s)		
CP逆方向	66667 (1/s)		

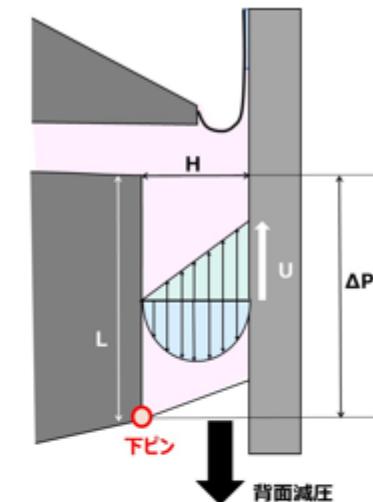


【スロット塗工】	概要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	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
ウェーブテンション方式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点から指數則の n_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

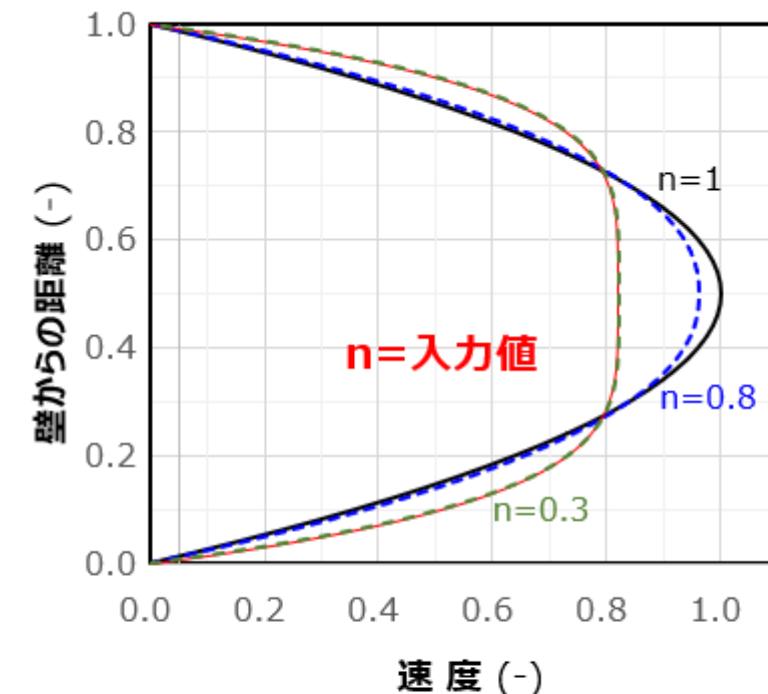
計算結果

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 n_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



リップ内の剪断速度

入力

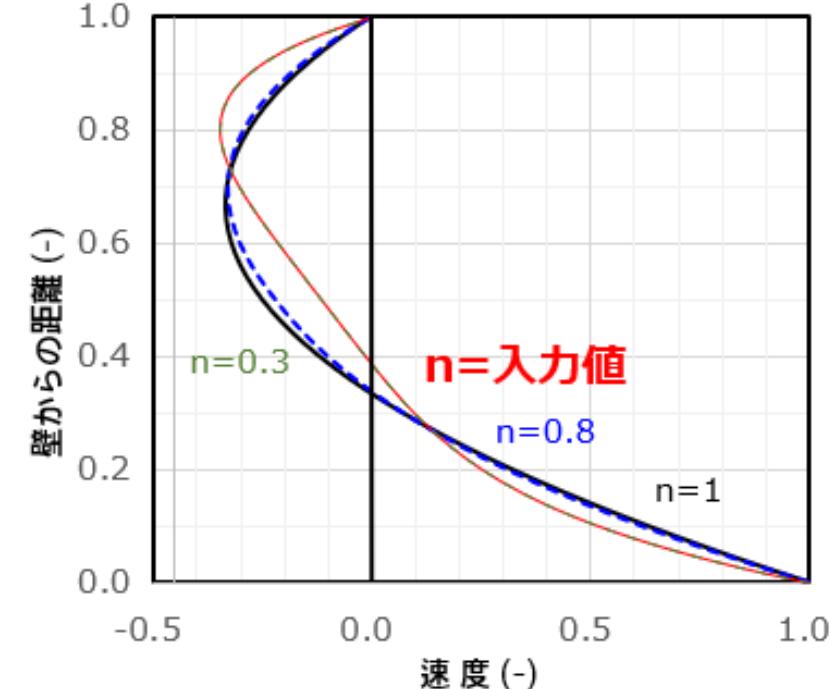
非ニュートン係数 n

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点から指數則の n_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 (-)



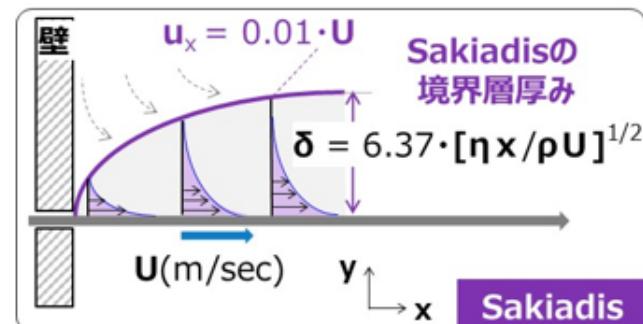
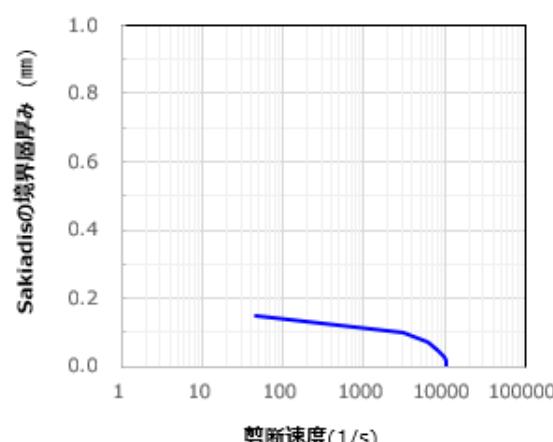
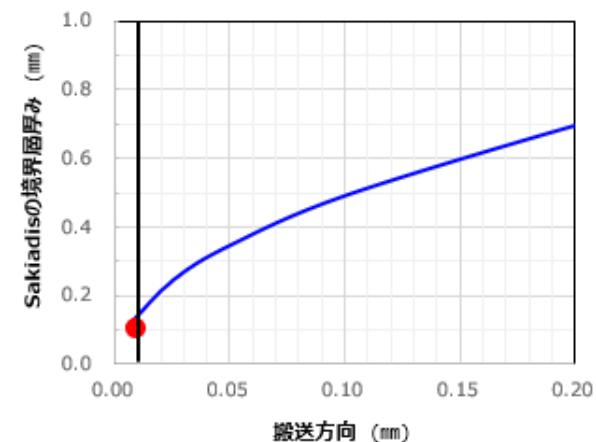
【スロット塗工】	概要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	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
ウェーブテンション方式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点から指數則の n_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

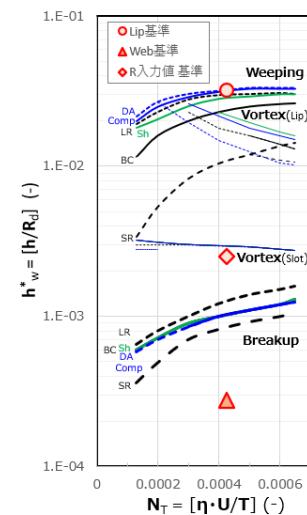
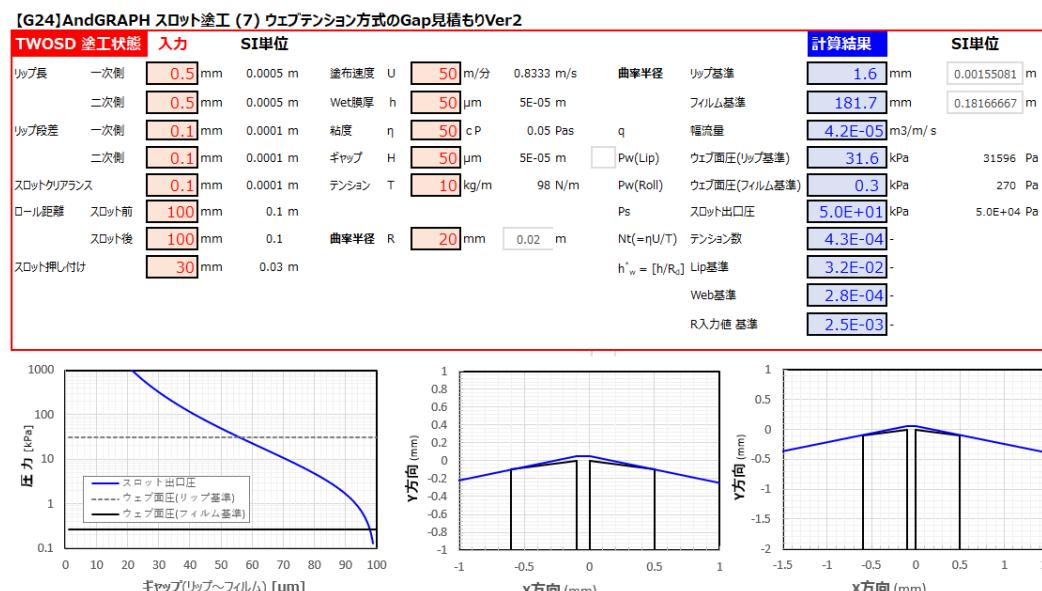
入力	SI単位	境界層厚み
粘度	50 (mPas) = (c P) 5.0E-02 (Pas)	1.6E-04 (m)
比重	1 (g/cc) 1.0E+03 (kg/m^3)	156 (μm)
塗工速度 U	50 (m/分) 8.3E-01 (m/sec)	0.64 (-)
座標 X(搬送方向)	0.01 (mm) 1.0E-05 (m)	(y/δ) < 1を確認 !
Y(Xと垂直方向)	0.1 (mm) 1.0E-04 (m)	剪断速度 3143 (1/s)



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点から指數則の n_0 と n を算出	G26





【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
ウェーブテンション方式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点から指數則の n_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)

 $U > \rho g h^2 \sin(\alpha) / 2\eta$

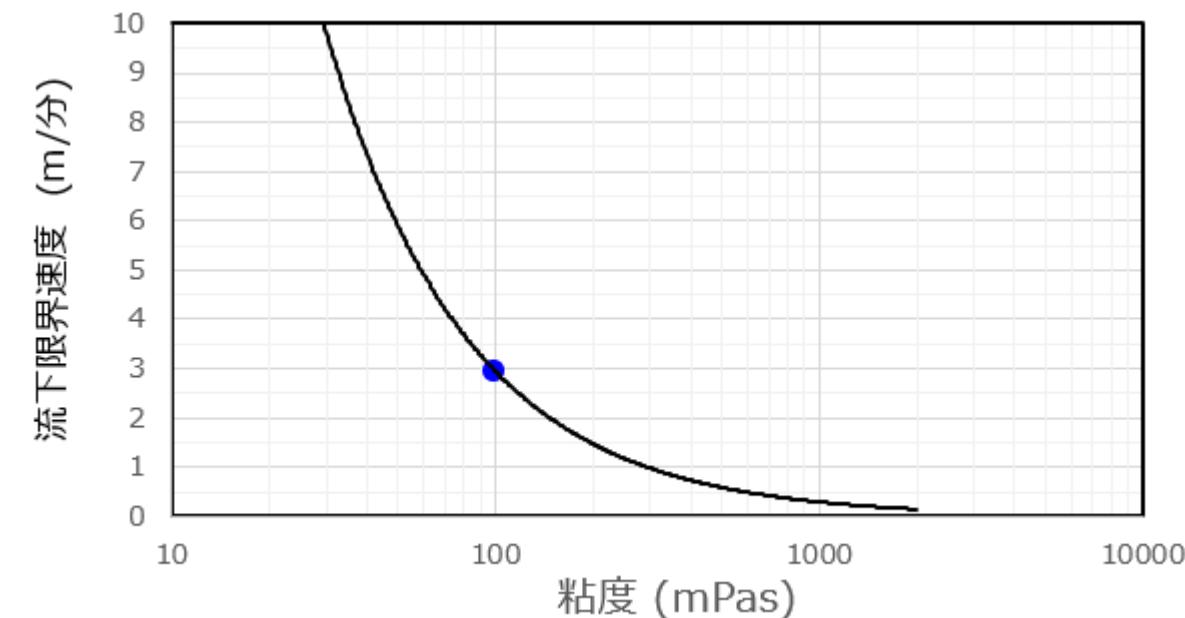
膜厚

1000

(\mu m)

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徑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
ウェーブテンション方式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 n_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

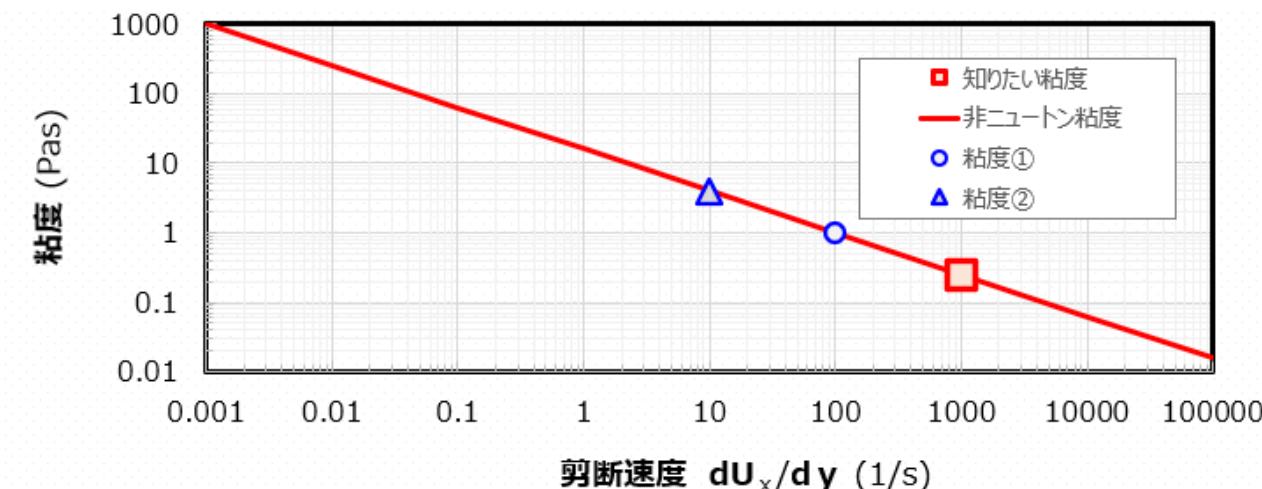
剪断速度①	100	(1/s)
粘度①	1	(Pas)
剪断速度②	10	(1/s)
粘度②	4	(Pas)
着目の剪断速度	1000	(1/s)

結果

非ニュートン係数 n	0.40	(-)
ゼロ剪断粘度 η_0	16.00	(Pas)

(指数則のY切片)

知りたい粘度 0.25 (Pas)





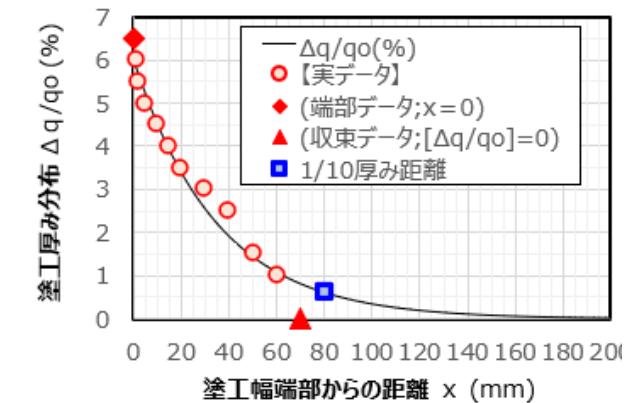
【スロット塗工】	概要	品番
スロットギャップ偏差(ニュートン)Ver1	スロットの加工精度と塗布量分布の関係を算出	C11
マニホールド影響(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損が塗布量に及ぼす影響を計算	C12
マニホールド相当直径Ver1	半月・長方形のマニホールドを円相当径に変換	C13
スロットテーパー(ニュートン)Ver1	マニホールド圧損を相殺するスロット長を計算	C14
給液慣性Ver1	配管からの吐出慣性の影響を計算	C15
スロットギャップ偏差(非ニュートン)Ver1	C11を非ニュートン粘性で計算	C16
マニホールド影響(非ニュートン)Ver1	C12を非ニュートン粘性で計算	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
ウェーブテンション方式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点から指數則の q_0 と n を算出	G26
Coating Window「膜厚~ ΔP 」	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】	
x (mm)	[$\Delta q/q_0$] (%)
(端部データ;x=0)	0 (mm) 6.5 (%)
(データ1)	1 (mm) 6 (%)
(データ2)	2 (mm) 5.5 (%)
(データ3)	5 (mm) 5 (%)
(データ4)	10 (mm) 4.5 (%)
(データ5)	15 (mm) 4 (%)
(データ6)	20 (mm) 3.5 (%)
(データ7)	30 (mm) 3 (%)
(データ8)	40 (mm) 2.5 (%)
(データ9)	50 (mm) 1.5 (%)
(データ10)	60 (mm) 1 (%)
(収束データ;[$\Delta q/q_0$]=0)	70 (mm) 0 (%)

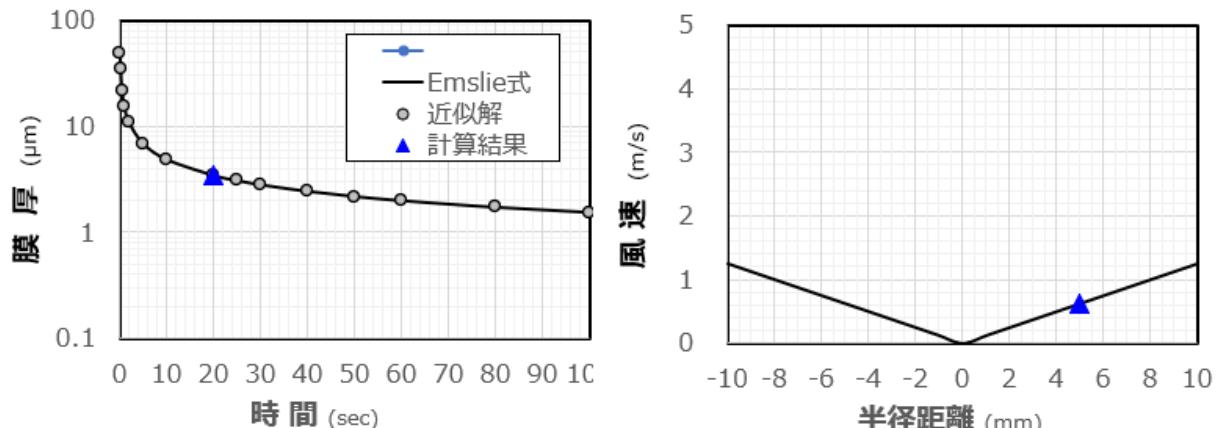
計算結果	
端部厚み $\Delta q/q_0$ (%)	6.0 (%)
1/10厚み距離	81 (mm)
【マニホールド基準】シム下端の補正幅	
シム下端の補正幅 δ_m (mm)	3.0 (mm)
【実データ基準】	
厚み係数 α_{exp}	0.9 (-)
幅係数 β_{exp}	0.4 (-)





【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 (D > 1ならば近似可能)	0.0000 (-)
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)



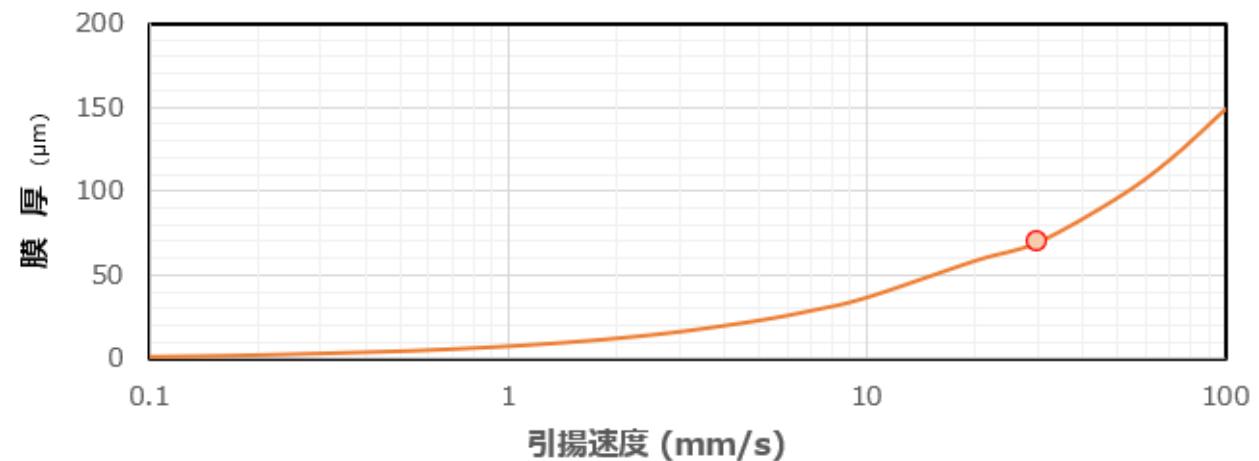
【スピン・ディップ塗工・インクジェット印刷】		
概要	品番	
スピン塗工 理論膜厚(Emslie式)	スピン塗工の理論膜厚と近似計算	G71
ディップ塗工の定常膜厚	ディップ塗工の既往研究から膜厚推算	G72
インクジェットの印刷安定性 New !	We数、Oh数のマップ	G73
薄層塗工速度比較 New !	スロット・グラビア・バー・IJの限界速度	G74



【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 ($D > 1$ ならば近似可能)	0.40 (-)
引揚速度 U	30 (mm/s) 0.030 (m/s)		



【スピニ・ディップ塗工・インクジェット印刷】	概要	品番
スピニ塗工 理論膜厚(Emslie式)	スピニ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

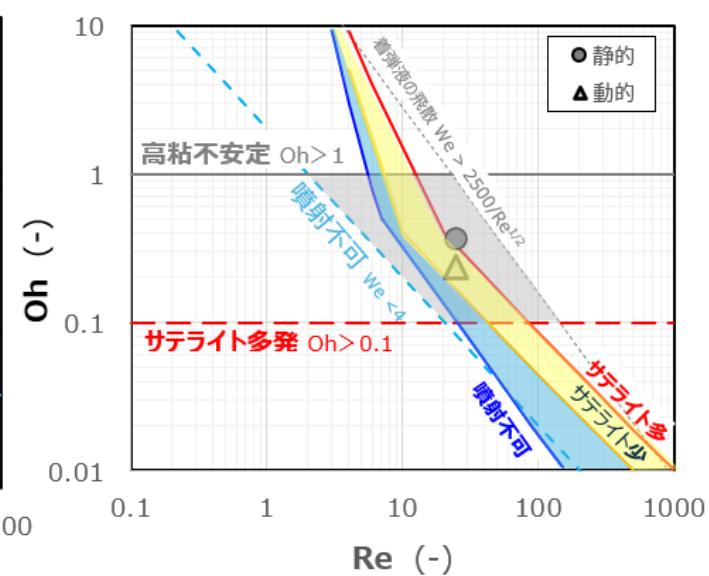
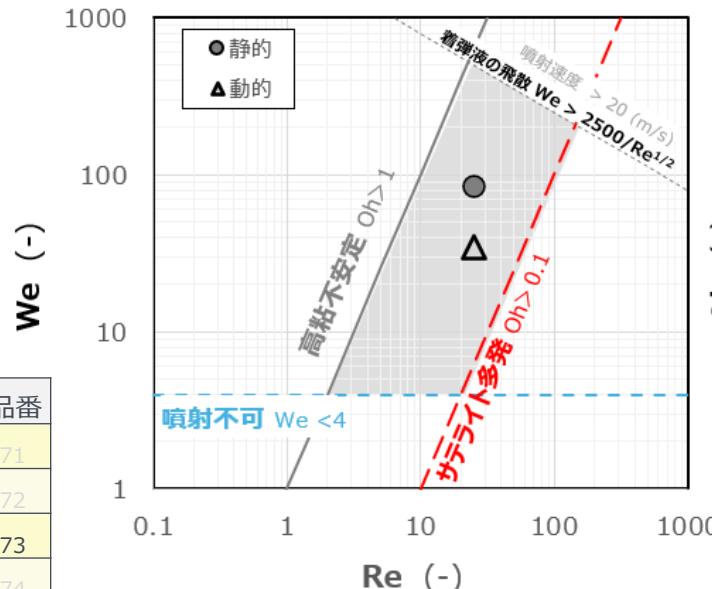


2025.1.2 AndanTEC 浜本伸夫

【G73】AndGRAPH インクジェットの印刷安定性

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(= $D\mu/\eta$)	25 (-)
静的	動的
We数(= $u^2 \rho D / \sigma$)	83 (-)
Oh数(= $\eta / (\rho \sigma D)^{0.5}$)	0.365 (-)
$' = We^{0.5}/Re$	0.236 (-)
Ca数(= $\eta u / \sigma$)	3.3 (-)
	1.4 (-)



【スピン・ディップ塗工・インクジェット印刷】

スピン塗工 理論膜厚(Emslie式)

概要

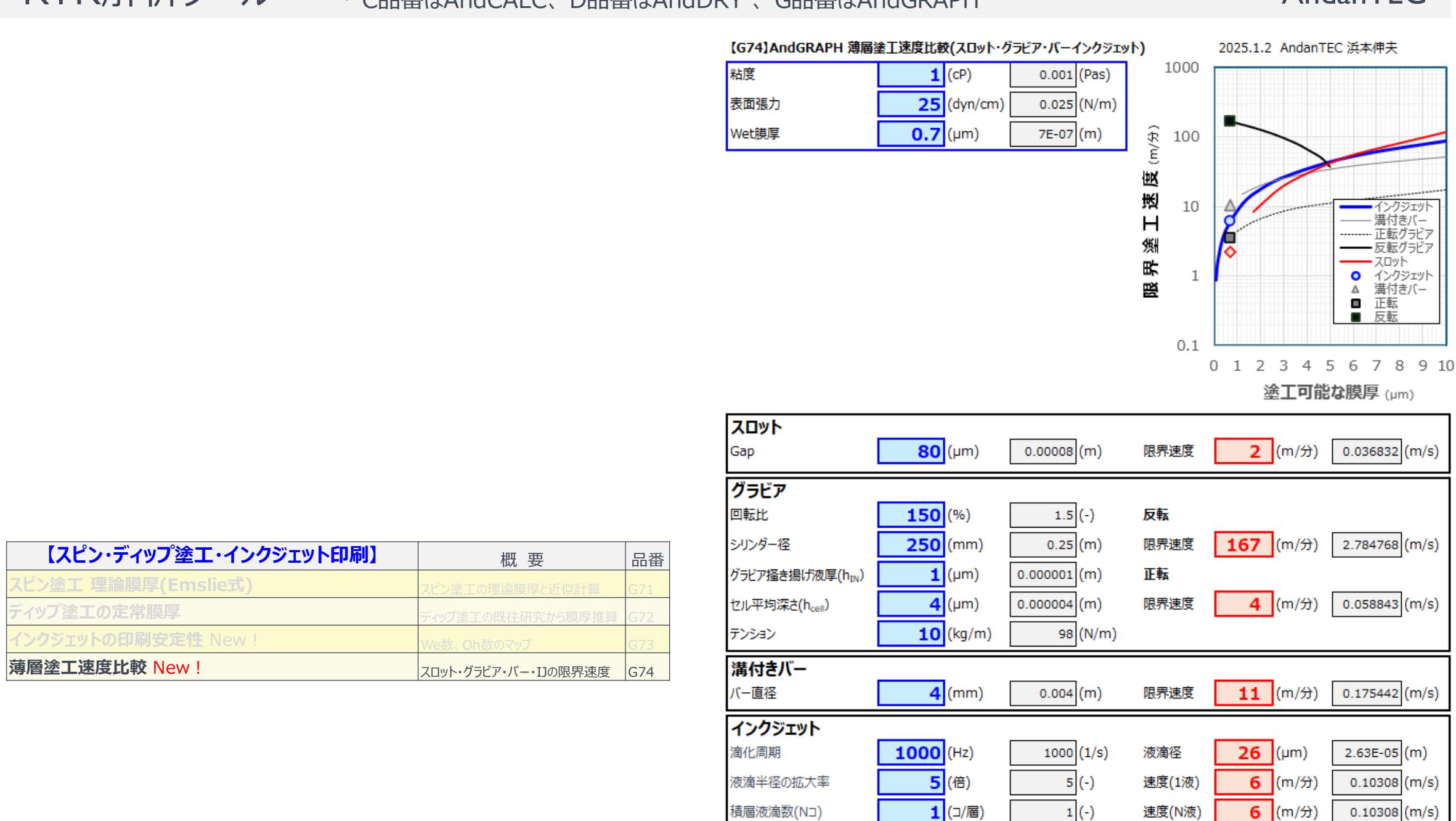
品番

ディップ塗工の定常膜厚

インクジェットの印刷安定性 New !

薄層塗工速度比較 New !

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

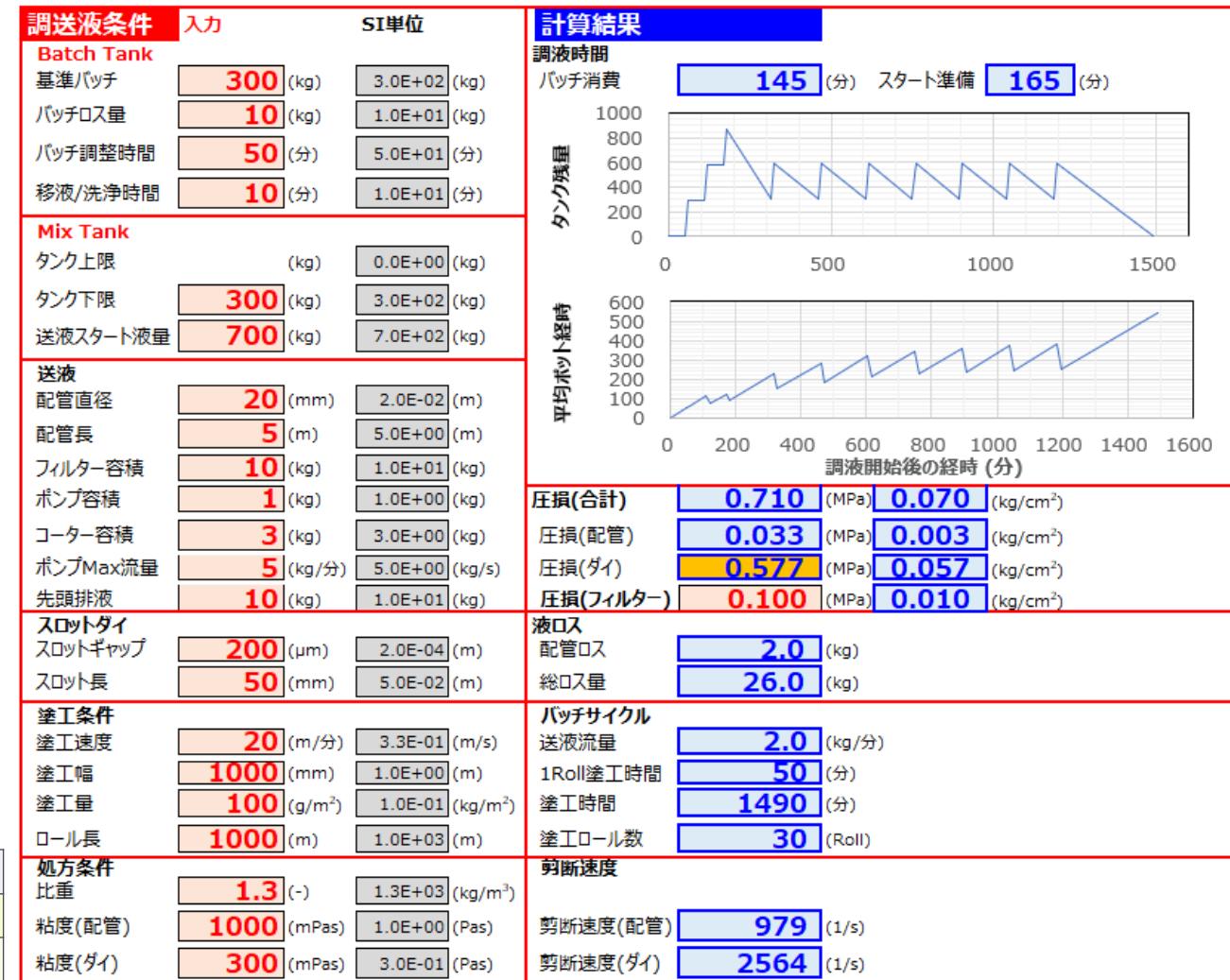




【G61】AndGRAPH 調送液(1)平均ポット経時

AndanTEC 浜本伸夫

2024.6.3

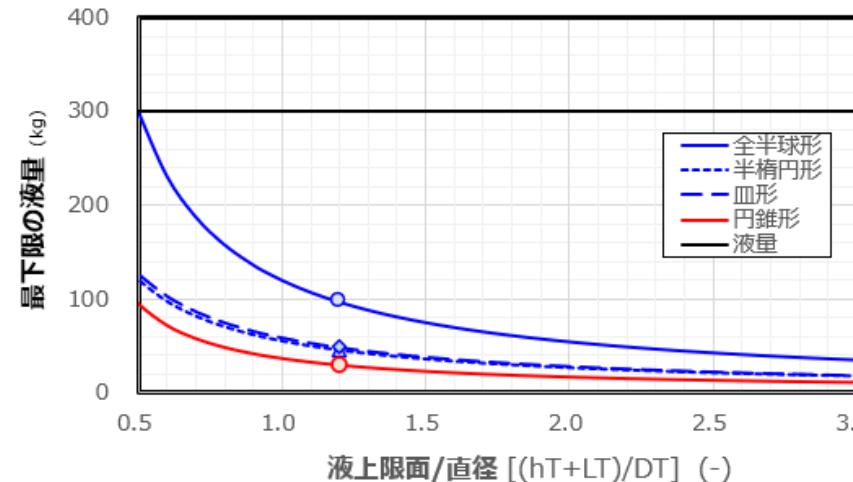


【調送液】	概要	品番
平均ポット経時	調液タンク内の経時、ポンプ負荷を概算	G61
調送液(2)タンクサイズ・MixTank下限 New!	Mixタンクの形状と下限液量の見積り	G62



【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 (m³)

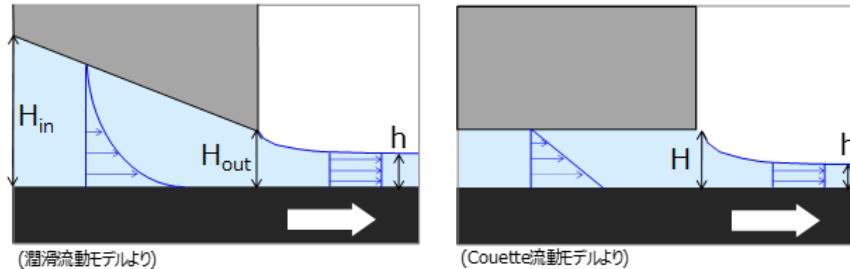
全半球形	タンク直径	658 (mm)	6.6E-01 (m)
	液上限面 (h_T+L_T)	789 (mm)	7.9E-01 (m)
	最下限の液量	97 (kg)	9.7E+01 (kg)

半梢円形	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)


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

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

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/m ³) 重力加圧分 3.27 (μm) *Couetteで計算
粘度	100 (cP)	1.0E-01 (Pas) 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 13 (mm) ブレード長
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	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	G43
グラビアコーティング液循環 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搔き取り厚みNew !	G47

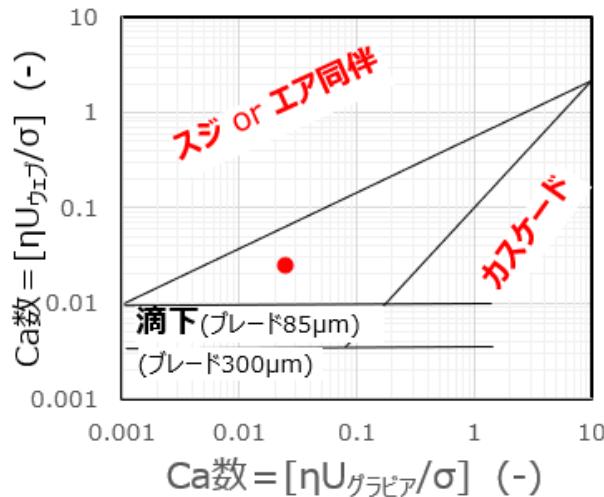


【G43】AndGRAPH リバースグラビア (1) スジとカスケード

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

グラビアコーティング液循環 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

塗布直後のレベルングを試算

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

バー塗工 (1) 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

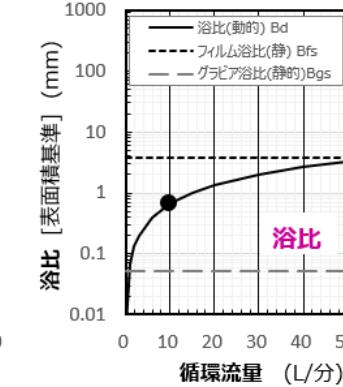
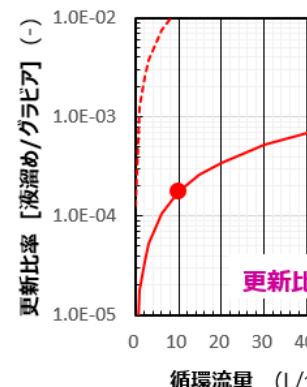
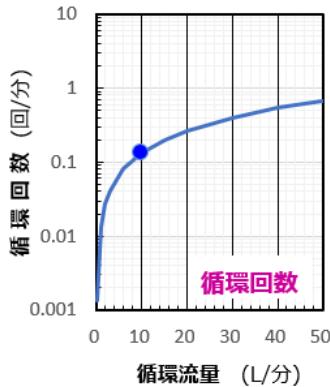
G47



【G42】AndGRAPH グラビアコーティング循環 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)

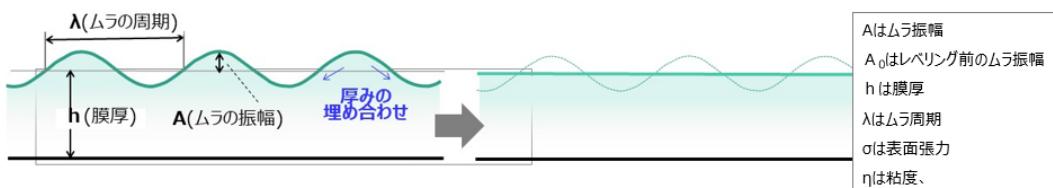
循環液 液溜め	高さ H	0.1 (m)	液溜め容積 V	0.08 (m ³)	計算結果
	幅 W	1.5 (m)		循環回数 Nc	
洗浄液	奥行き D	0.5 (m)	フィルム(ピード)	フィルム更新回数 Nf	0.133 (回/分)
	流量(In) Qi	10 (L/分)	グラビア外周	更新比率 R(c/f)	764 (回/分)
グラビア	流量(Out) Qo	9.9 (L/分)	グラビア外周	グラビア更新回数 Ng	0.00017 (-)
	シリンダー直径	300 (mm)	浴比	更新比率 R(c/g)	11 (回/分)
バックアップローラー	シリンダー直径	942 (mm)	浴比	浴比(動的) Bd	0.013 (-)
	ラップ角	100 (mm)	浴比	フィルム浴比(静的) Bfs	0.7 (mm)
	ラップ長	15 (deg)	浴比	グラビア浴比(静的) Bgs	3.8 (mm)
		13.1 (mm)	浴比		0.1 (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
グラビアコーティング循環 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
グラビア塗エドクターブレード搔き取り厚み New!	ドクターブレードの搔き取り厚みを推算	G47



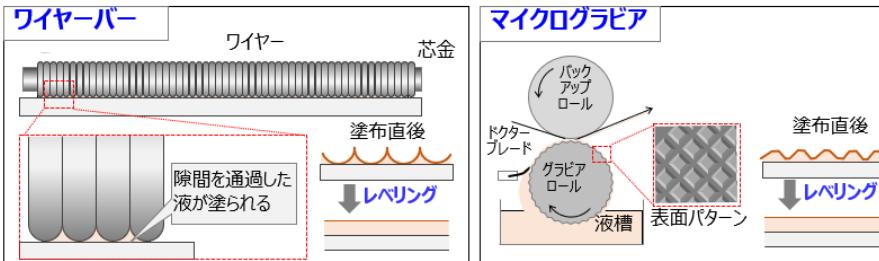
[C31] AndCALC レベリング (1)ワイヤーバー・グラビアVer1



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

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

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



ワイヤーバーのレベリング

入力	SI単位
ワイヤー直径Φ	1.00 (mm)
粘度	300 (mPas) = (cP)
表面張力	30 (mN/m) = (dyn/cm)
Wet塗布量	50 (μm) = (cc/m^3)

計算結果

1.0E-03 (m)	半減期	1.1E-01 (sec)	106.4 (msec)
3.0E-01 (Pas)	百分の一減期	7.1E-01 (sec)	709.6 (msec)
3.0E-02 (N/m)			

【ブレード・グラビア・バー塗工】

潤滑流動モデル 膜厚予想

概要

品番

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

グラビアコーティング循環 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搔き取り厚み New !

ドクターブレードの搔き取り厚みを推算

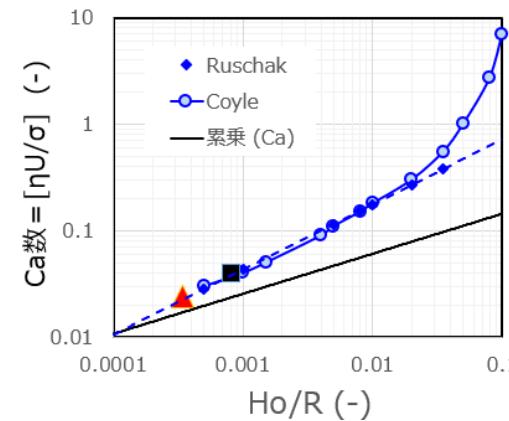
G47



【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 _o /R	0.0003 (mm) 0.0008 (mm)
		Ca	0.02 (-) 0.04 (-)



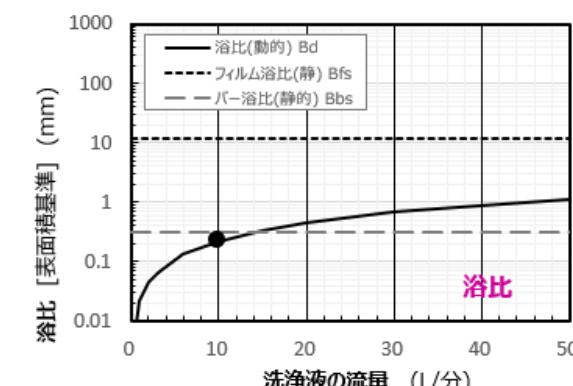
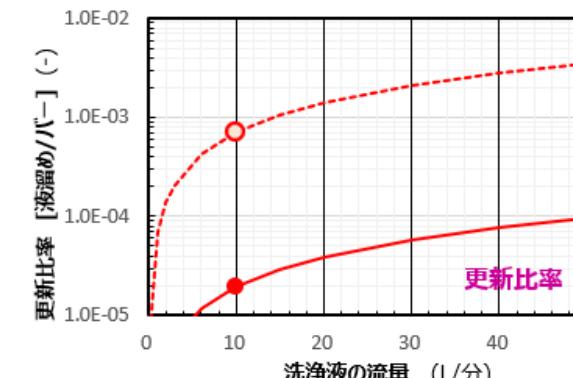
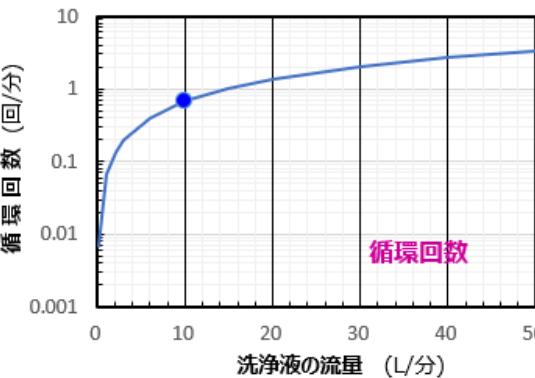
【ブレード・グラビア・バー塗工】	概要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア (1) スジとカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーティング循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベルングを試算	C31
バー塗工 (1) 膜厚とスジ限界速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップル筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New !	フォワード・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搔き取り厚み New !	ドクターブレードの搔き取り厚みを推算	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		高さ H 0.05 (m)	幅 W 1.5 (m)	奥行き D 0.2 (m)	流量(In) Qi 10 (L/分)	流量(Out) Qo 9.8 (L/分)	直徑 10 (mm)	ラップ角 10 (deg)	ラップ長 0.9 (mm)	バー外周 31 (mm)	計算結果
液溜め	洗浄液	バー形状	フィルム(ビード)	バー外周	浴比						



【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) 斷面とカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーティング液循環 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) 膜厚と断面限界速度	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
グラビア塗エドクターブレード搔き取り厚み New!	ドクターブレードの搔き取り厚みを推算	G47



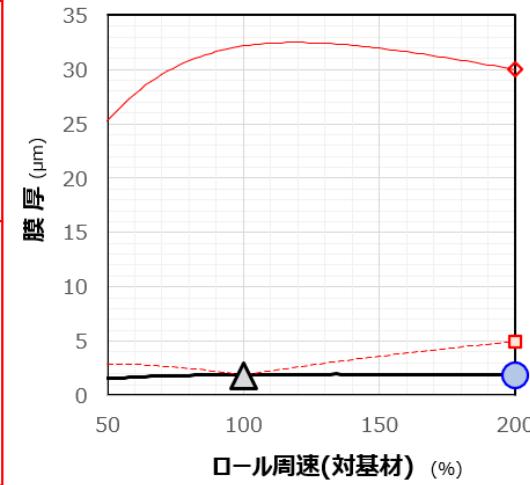
【ブレード・グラビア・バー塗工】	概要	品番
潤滑流動モデル 膜厚予想	コンマ塗工の膜厚を概算	C26
リバースグラビア(1) 施工とカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーティング液循環 Ver1	グラビア塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G42
ワイヤーバー・グラビアVer1	塗布直後のレベリングを試算	C31
バー塗工(1) 膜厚と施工作業速度	ワイヤーバーと溝付バーの塗工厚みとリップル筋限界速度を推算	G44
バーコーター液循環 Ver1	バー塗工のリターン液の循環サイクルを計算	G41
正転ロール塗工(グラビアとバー)の膜厚 New!	フォワード・キス・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搔き取り厚み New!	ドクターブレードの搔き取り厚みを推算	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(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)



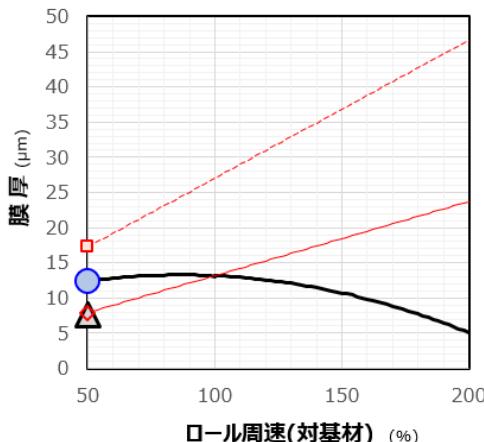
- 膜厚(液圧間隙を加味)
- 膜厚(液圧間隙を加味) ○
- ▲ 膜厚(ロール接触) △
- ◆ 膜厚(Gap固定) ◇
- 膜厚(ダイレクト)
- 膜厚(押圧設定) □
- - - 膜厚(押圧設定)



【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) 施工とカスケード	リバースグラビア塗工可能領域を概算	G43
グラビアコーティング循環 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) 膜厚と施工作業速度	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
バーコーティング循環 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搔き取り厚み New!	ドクターブレードの搔き取り厚みを推算	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	SI単位	SI単位	SI単位
溝番手#	400 (本/Inch)	15748 (本/m)	溝の間隔	64 (μm/本)
溝深さ	10 (%)	0.1 (-)	溝の深さ	6 (μm)
ロール周速(対基材)	50 (%)	0.5 (-)	溝の平均深さ	3 (μm)
搔き揚げ厚み	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)
搬送速度	300 (m/分)	5 (m/s)	膜厚(ロール接触)	7.6 (μm)
ロール直径	100 (mm)	0.1 (m)	膜厚(液圧間隙を加味)	12 (μm)
ラップテンション	10 (kg/m)	98 (N/m)		
【ダイレクト】				
Gap(ロール~基材)	1 (μm)	0.000001 (m)	膜厚(Gap固定)	8 (μm)
【押圧設定(ゴム弾性無視)】				
押圧	50 (kg/m)	490 (Pa/m)	液圧ギャップ(Roll~Film)	31 (μm)
			膜厚(押圧設定)	17 (μm)

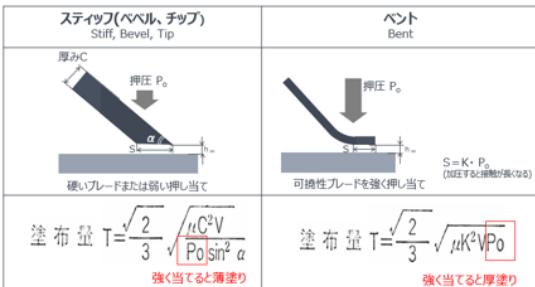


- 膜厚(液圧間隙を加味)
- 膜厚(液圧間隙を加味)
- 膜厚(ロール接触)
- △ 膜厚(Gap固定)
- 膜厚(ダイレクト)
- 膜厚(押圧設定)
- - - 膜厚(押圧設定)



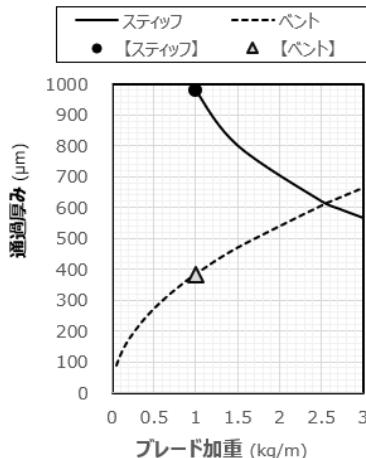
[G47] AndGRAPH グラビア塗工ドクターブレード搔き取り厚み 2024.12.9 浜本伸夫

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/sina」
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) 【ペント】 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
【ステップ】			
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 _{ステップ} 980 (μm)
【ペント】 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 _{ペント} 384 (μm)



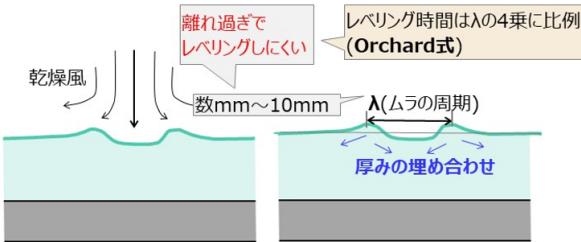
T: Wet厚み、 μ :粘度、C: ブレード厚み
 V: 塗工速度、 P_o :ブレード押圧
 α : ブレード先端角、S: ブレード接触長
 K(=S/Po): 定数 (薄ブレードで大きい値)

【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
グラビアコーナー液循環 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搔き取り厚みNew !	ドクターブレードの搔き取り厚みを推算	G47





[C32] AndCALC レベリング (2)風ムラVer1



風ムラのレベリング		計算結果	
入力	SI単位		
風ムラのピッチ 5 (mm)	5.0E-03 (m)		
粘度 10 (mPas) = (c P)	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	各種形態の蒸発潜熱を推算	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

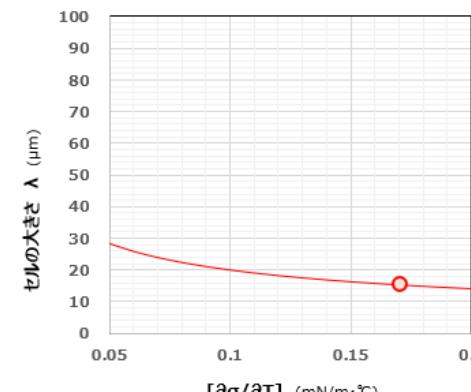
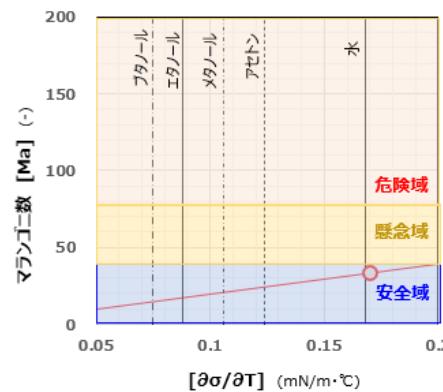


[G31] AndGRAPH ベナールセル (Ma数とRa数)Ver2

2023.6.12 Nobuo HAMAMOTO

ベナールセル	
表面張力	入力 SI単位 σ (mN/m) 0.0E+00 (N/m)
表面張力の温度変化 $[\partial\sigma/\partial T]$	0.17 (mN/m·°C) 1.7E-04 (N/m·°C)
基材温度 $T(F)$	30 (°C)
塗膜の表面温度 $T(L)$	25 (°C)
粘度 η	3 (mPas) 3.0E-03 (Pas)
密度 ρ	1 (g/cc) 1.0E+03 (kg/m³)
比熱 C_p	4.2 (kJ/(kg·K)) 4.2E+03 (kJ/(kg·K))
熱伝導率 k	0.18 (W/(m·K))
塗膜厚 L	5 (μm) 5.0E-06 (m)
線膨張係数 α	1.2 ($\times 10^{-3}/°C$) 1.2E-03 (-/°C)

計算結果	
温度差 ΔT	5.0 (°C)
熱拡散率 $\alpha = k/p \cdot C_p$	0.04 (mm^2/s) 4.3E-08 (m²/s)
体膨張係数 β ($= \alpha$)	3.60 ($\times 10^{-3}/°C$) 3.6E-03 (-/°C)
マランゴニ数 Ma	33 (-)
セルの大きさ λ	15 (μm) 1.5E-05 (m)
レイリー数 Ra	0 (-) 1.7E-04 (-)
ベナール対流 : $1710 < Ra_L < 5 \times 10^4$	
マランゴニ対流 : Ma > 40 (懸念域)、Ma > 80 (危険域)	



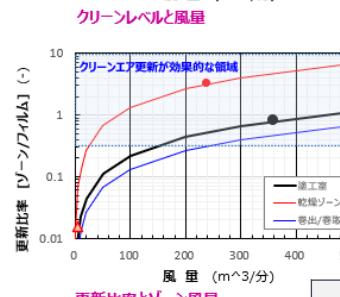
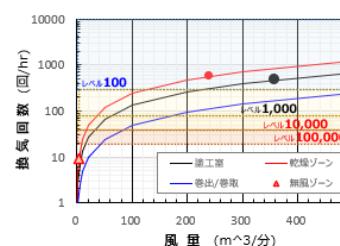
【乾燥・クリーン度】

	概要	品番
風ムラVer1	塗布室の風ムラのレベルを試算	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	各種形態の蒸発潜熱を推算	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



[G51] AndGRAPH クリーン度診断Ver1

施工条件		入力	SI単位
施工条件	速度	30 (m/分)	5.0E-01 (m/sec)
	フィルム幅	1380 (mm)	1.4E+00 (m)
施工室		計算結果	
ゾーン条件	レイアウト	高さ H	3 (m)
		幅 W	5 (m)
		奥行き D	3 (m)
空調		平均風速 vr	1 (m/sec)
		HEPA枚数(1平米)	6 (枚)
搬送		フィルム長 L	3 (m)
乾燥ゾーン	レイアウト	高さ H	1 (m)
		幅 W	2.5 (m)
		ゾーン長 L	10 (m)
乾燥風		風速 vr	10 (m/sec)
二次元ノズル		クリアランス	10 (mm)
		ノズル幅	2 (m)
		ノズル数(mあたり)	2 (ノズル/m)
計算結果			
ゾーン条件	レイアウト	ゾーン容積 Vr	45 (m ³)
		風量 Qr	360 (m ³ /分)
		換気回数 Nr	480 (回/hr)
空調		フィルム更新回数 Nf	600 (回/hr)
		更新比率 R(r/f)	0.8 (-)
搬送			
乾燥ゾーン		計算結果	
ゾーン条件	レイアウト	ゾーン容積 Vr	25 (m ³)
		風量 Qr	240 (m ³ /分)
		換気回数 Nr	576 (回/hr)
乾燥風		フィルム更新回数 Nf	180 (回/hr)
二次元ノズル		更新比率 R(r/f)	3.2 (-)
計算結果			
ゾーン条件	レイアウト	ゾーン容積 Vr	27 (m ³)
		風量(同伴風) Qr	4.1 (m ³ /分)
		換気回数 Nr	9 (回/hr)
同伴風		フィルム更新回数 Nf	600 (回/hr)
フィルム通過路	高さ	更新比率 R(r/f)	0.02 (-)
計算結果			
ゾーン条件	レイアウト	ゾーン容積 Vr	125 (m ³)
		風量 Qr	1080 (m ³ /分)
		換気回数 Nr	518 (回/hr)
空調		最小 フィルム長 L total	4 (m)
		フィルム更新 Nf	457 (回/hr)
搬送		更新比率 R(r/f)	1.1 (-)
バルクロール		最大 フィルム長 L total	5 (m)
		フィルム更新 Nf	362 (回/hr)
		更新比率 R(r/f)	1.4 (-)



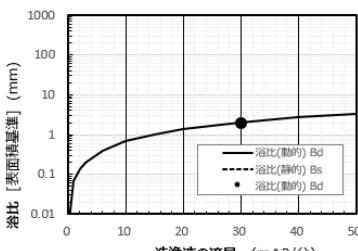
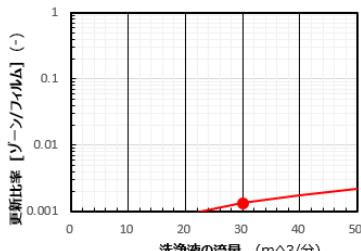
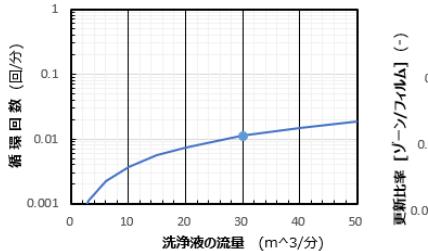
【乾燥・クリーン度】		概要	品番
風ムラVer1		塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
ベナールセル(Ma数とRa数)Ver2		セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1		Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1		湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1		並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1		二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1		多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1		浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断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



[G52] AndGRAPH クリーン度診断(湿式除塵)Ver1

輸送条件	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)

洗浄浴	液幅め	高さ H	0.5 (m)	計算結果	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)
					浴比(静的) Bs	1500.0 (mm)
	浴槽内の輸送	フィルム長 L	1.2 (m)			



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

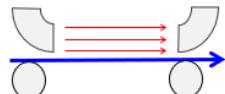
【乾燥・クリーン度】

品番	概要
C32	塗布室の風ムラのレベリングを試算
G31	セル発生とセルサイズをマングニ数で診断
G51	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算
G52	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算
D11	並行流の乾燥速度を計算
D12	二次元ノズルの乾燥速度を計算
D13	多孔板の乾燥速度を計算
D14	フローティングの乾燥速度を計算
D15	並行流～多孔板～二次元ノズル～浮上系の乾燥炉で速度計算
D16	各種膜の蒸発潜熱を推算
D17	アントワント式とColburn-Chiltonの相関から推算
D18	定数A～Cの見積もり
D19	皮張りと沈降の見積もり
D20	フィルム加熱の非定常昇温を推算
D21	橘・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出
D22	実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり
D23	プランク則により本社エネルギーの波長依存性を試算
D24	膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算



[D11] AndDry 乾燥速度 (1) 並行流Ver1

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	
風温(乾球温度) Td	100	(°C)	
露温(湿球温度) Tw	60	(°C)	←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)
タクト高 H	100	(mm)	1.0E-01 (m)



2023.10.21 AndanTEC 浜本伸夫

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	(°C)	
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)

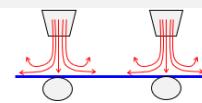
【乾燥・クリーン度】

概要	品番
塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板の乾燥速度を計算	D13
浮上系の乾燥速度を計算	D14
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
各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
定数A～Cの見積もり	D18
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！	D20
橘・佐野川の式でホットプレートの伝熱係数を算出	D21
実験室のホットプレート加熱乾燥速度の見積もり	D22
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
膜面温度の予想に必要なルイス数を分子量から試算	D24

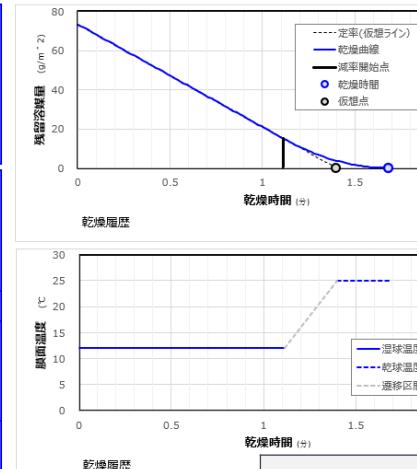


[D12] AndDry 乾燥速度 (2) 二次元ノズルVer2(Xn乗数是正)

2024.10.20 AndanTEC 浜本伸夫



塗布・乾燥条件		SI単位
Dry塗布量	10 (g/m ²)	1.0E-02 (kg/m ²)
固形分濃度	12 (wt%)	1.2E-01 (-)
塗布速度	10 (m/分)	1.7E-01 (m/s)
塗布幅	1380 (mm)	1.4E+00 (m)
液物性		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	444 (kJ/kg)	4.4E+02 (kJ/kg)
限界含水率	150 (wt%)	1.5E+00 (-)
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		SI単位
風温(乾球温度) Td	25 (°C)	
膜温(湿球温度) Tw	12 (°C)	←恒率期の値
乾燥炉の条件		SI単位
風量(ゾーン当り) G	5 (m ³ /分)	8.3E-02 (m ³ /s)
ノズル間隔 Xn	200 (mm)	2.0E-01 (m)
ノズルGap B	3 (mm)	3.0E-03 (m)
ノズル～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
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 G _n	1 (m ³ /分)	8.3E-03 (m ³ /s)
ゾーン数 N	8 (個/ゾーン)	
ノズル数 N _n	10 (個/ゾーン)	
乾燥する溶媒量		計算結果
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 _{reduce}	15.0 (g/m ²)	1.5E-02 (kg/m ²)
恒率乾燥期のΔT		13.0 (°C)
乾燥能力		計算結果
風速 u	2.0 (m/s)	
過渡区間速度 u	6 ~ 50 (m/s)	
熱伝導度 h _c (ver2修正値)	29.8 (J/sec·K·m ²)	0.0 (kJ/sec·K·m ²)
恒率・減率時間		計算結果
恒率乾燥速度 j _{const}	5.2E-02 (kg/m ² ·分)	8.7E-04 (kg/m ² ·s)
恒率時間 t _{const}	1.1 (分)	6.7E+01 (sec)
減率乾燥速度 j _{reduce}	2.6E-02 (kg/m ² ·分)	4.4E-04 (kg/m ² ·s)
減率時間 t _{reduce}	0.6 (分)	3.4E+01 (sec)

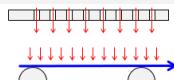


【乾燥・クリーン度】	概要	品番
風ムラVer1	塗布室の風ムラのレベリングを試算	C32
バーナルセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	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



[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 (-)	<small>N=1/2～2/3 ↑N=1/2で仮想点の2倍、N=2/3で3倍</small>
温度条件	入力	
風温(乾燥温度) Td	50 (°C)	
膜温(液体温度) Tw	25 (°C)	←恒率期の値
乾燥炉の条件	入力	SI単位
風量(ゾーン当たり) 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)	

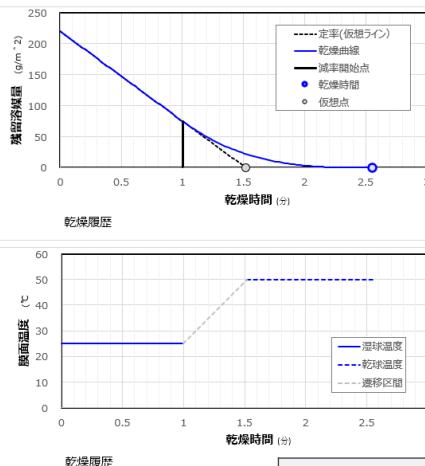
乾燥速度	計算結果
乾燥時間	2.6 (分) 153 (sec)
乾燥炉長 L _{total}	77 (m)
総風量 G _{total}	1149 (m ³ /分)
ゾーン数 N	38 (個/ゾーン)
圧損 ΔP	5 (kPa) 5.1E+03 (Pa)

乾燥する溶媒量	計算結果	SI単位
全乾燥量 h _{total}	220.0 (g/m ²)	2.2E-01 (kg/m ²)
恒率乾燥量 h _{const}	145.0 (g/m ²)	1.5E-01 (kg/m ²)
減率乾燥量 h _{reduc}	75.0 (g/m ²)	7.5E-02 (kg/m ²)

恒率乾燥期のΔT	25.0 (°C)
----------	-----------

乾燥能力	計算結果	SI単位
風速 u	3.6 (m/s)	
過応風速範囲 u	3 ~ 7 (m/s)	
熱伝導度 h _{cond}	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 J _{const}	1.4E-01 (kg/m ² ·分)	2.4E-03 (kg/m ² ·s)
恒率時間 t _{const}	1.0 (分)	6.0E+01 (sec)
減率乾燥速度 J _{reduc}	4.8E-02 (kg/m ² ·分)	8.1E-04 (kg/m ² ·s)
減率時間 t _{reduc}	1.6 (分)	9.3E+01 (sec)



【乾燥・クリーン度】

風ムラVer1

概要

品番

塗布室内の風ムラのレベリングを試算

C32

バーナルセル(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

各種物質の蒸発潜熱を推算

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

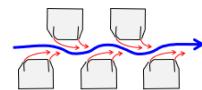
D24



[D14] AndDry 乾燥速度 (4) フローティングVer1

2023.10.21 AndanTEC 滝本伸夫

塗布・乾燥条件		SI単位
Dry塗布量	86.1 (g/m ²)	8.6E-02 (kg/m ²)
固形分濃度	51 (wt%)	5.1E-01 (-)
塗布速度	30 (m/分)	5.0E-01 (m/s)
塗布幅	1000 (mm)	1.0E+00 (m)
液物性		SI単位
塗布液の比重	2 (g/cc)	2.0E+03 (kg/m ³)
溶媒の蒸発潜熱	2260 (kJ/kg)	2.3E+03 (kJ/kg)
限界合水率	90 (wt%)	9.0E-01 (-)
減率乾燥係数 N	0.666 (-)	
↑N=1/2で仮想点の2倍、N=2/3で3倍		
温度条件		SI単位
風温(乾球温度) Td	70 (°C)	
膜温 Ts	26 (°C)	←両面は膜の赤線
乾燥炉の条件		SI単位
風量(ゾーン当り) G	20 (m ³ /分)	3.3E-01 (m ³ /s)
ノズル間隔 Xn	300 (mm)	3.0E-01 (m)
ノズルGap B	6.5 (mm)	6.5E-03 (m)
ノズル配置	2 (片面=1,両面=2)	
各ゾーン長 Ln	3 (m)	



乾燥速度		計算結果
乾燥時間	1.4 (分)	84 (sec)
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)	3.3E-02 (m ³ /s)
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		計算結果
全乾燥量 htotal	82.7 (g/m ²)	8.3E-02 (kg/m ²)
恒率乾燥量 hconst	5.2 (g/m ²)	5.2E-03 (kg/m ²)
減率乾燥量 hreduce	77.5 (g/m ²)	7.7E-02 (kg/m ²)

恒率乾燥期のΔT		44.0 (°C)
----------	--	-----------

乾燥能力		計算結果
風速 u	5.1 (m/s)	
適応風速範囲 u	10 ~ 70 (m/s)	
熱伝導度 hc	145.2 (J/sec·K·m ²)	0.1 (kJ/sec·K·m ²)

恒率・減率時間		計算結果
恒率乾燥速度 Jconst	1.7E-01 (kg/m ² ・分)	2.8E-03 (kg/m ² ・s)
恒率時間 tconst	0.0 (分)	1.9E+00 (sec)
減率乾燥速度 Jreduce	5.7E-02 (kg/m ² ・分)	9.4E-04 (kg/m ² ・s)
減率時間 treduce	1.4 (分)	8.2E+01 (sec)

乾燥履歴

膜面温度履歴

膜面温度



[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 浜本伸夫

送布・乾燥条件	入力	SI単位
Dry荷物量	10 (kg/m ²)	1.0E-02 (kg/m ²)
圓形分離度	12 (w%)	1.2E-01 (-)
送布速度	30 (m/s)	5.0E-01 (m/s)
送布幅	1380 (mm)	1.4E+00 (m)

液物性

送布油の比重	入力	SI単位
油の比重	1 (kg/cc)	1.0E+03 (kg/m ³)
油の比熱容熱	2260 (J/kg/K)	2.3E+03 (J/kg/K)
油の表面水率	250 (w%)	2.5E+00 (-)

乾燥係数 $n=2\sim 3$ 3 (-) $\leftrightarrow n=1$ で恒温干燥、 $n=2$ で漸流干燥

並行流

並行流	入力	未使用は風量ゼロ	SI単位
風量 G	10 (m ³ /分)	1.7E-01 (m ³ /s)	
ターゲット H	100 (mm)	1.0E-01 (m)	
ゾーン長 Ln	3 (m)		
風温 Td	28 (°C)	22 (°C)	漸流温度 Tw

漸流またはガス渦流(恒温または恒温温度)

多孔板

多孔板	入力	未使用は風量ゼロ	SI単位
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)		
風温 Td	40 (°C)	28 (°C)	漸流温度 Tw

二次元ノズル

二次元ノズル	入力	未使用は風量ゼロ	SI単位
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) \rightarrow ×3ゾーン

ゾーン(1)

風量 G	100 (m ³ /分)	1.7E+00 (m ³ /s)
風温 Td	50 (°C)	30 (°C)

漸流温度 Tw

30 (°C)

ゾーン(2)

風量 G	100 (m ³ /分)	1.7E+00 (m ³ /s)
風温 Td	50 (°C)	30 (°C)

漸流温度 Tw

30 (°C)

ゾーン(3)

風量 G	100 (m ³ /分)	1.7E+00 (m ³ /s)
風温 Td	50 (°C)	30 (°C)

漸流温度 Tw

30 (°C)

プロティング

プロティング	入力	未使用は風量ゼロ	SI単位
ノズル間隔 Xn	500 (mm) \rightarrow 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)
風温 Td	60 (°C)	30 (°C)

漸流温度 Tw

30 (°C)

ゾーン(2)

風量 G	60 (m ³ /分)	1.0E+00 (m ³ /s)
風温 Td	60 (°C)	30 (°C)

漸流温度 Tw

30 (°C)

ゾーン(3)

風量 G	60 (m ³ /分)	1.0E+00 (m ³ /s)
風温 Td	60 (°C)	30 (°C)

緯風量 Gtotal 805 (m³/分) 緯ゾーン長 Ltotal 68 (m)

乾燥する溶媒量	計算結果	SI単位
全乾燥量 htotal	73.3 (kg/m ²)	7.3E-02 (kg/m ²)
恒率乾燥量 hrate	48.3 (kg/m ²)	4.8E-02 (kg/m ²)
減率乾燥量 hreduce	25.0 (kg/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)	1.7E-01 (m/s)
熱伝導度 hc	14.3 (J/sec·K·m ²)	0.1 (W/m ² ·K)
恒率乾燥速度 Jrate	0.00 (kg/m ² ·分)	0.0 (kg/m ² ·分)
乾燥量 htotal	0.2 (kg/m ²)	0.2 (kg/m ²)
恒率乾燥量 hrate	48.1 (kg/m ²)	48.1 (kg/m ²)

並行流	計算結果	SI単位
風速 u	1.8.1 (m/s)	1.7E+00 (m/s)
熱伝導度 hc	615.2 (J/sec·K·m ²)	0.2 (W/m ² ·K)
恒率乾燥速度 Jrate	0.2 (kg/m ² ·分)	0.0 (kg/m ² ·分)
乾燥量 htotal	32.7 (kg/m ²)	32.7 (kg/m ²)
恒率乾燥量 hrate	15.4 (kg/m ²)	15.4 (kg/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)	

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	
ノズル間隔 Xn	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ノズル距離 Bn	5 (mm)	5.0E-03 (m)

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	
ノズル間隔 Xn	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ノズル距離 Bn	5 (mm)	5.0E-03 (m)

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	
ノズル間隔 Xn	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ノズル距離 Bn	5 (mm)	5.0E-03 (m)

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	
ノズル間隔 Xn	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ノズル距離 Bn	5 (mm)	5.0E-03 (m)

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	
ノズル間隔 Xn	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ノズル距離 Bn	5 (mm)	5.0E-03 (m)

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	
ノズル間隔 Xn	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ノズル距離 Bn	5 (mm)	5.0E-03 (m)

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	
ノズル間隔 Xn	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ノズル距離 Bn	5 (mm)	5.0E-03 (m)

二次元ノズル	計算結果	SI単位
ノズル数 Gn	20.0 (個/ゾーン)	
ノズル間隔 Xn	5 (mm)	5.0E-03 (m)
ノズル距離 Bn	5 (mm)	5.0E-03 (m)

緯風量 Gtotal 68 (m³/分) 緯ゾーン長 Ltotal 68 (m)

並行流	計算結果	SI単位
風速 u	1.2 (m/s)	1.7E-01 (m/s)
熱伝導度 hc	14.3 (J/sec·K·m ²)	0.1 (W/m ² ·K)
恒率乾燥速度 Jrate	0.00 (kg/m ² ·分)	0.0 (kg/m ² ·分)

並行流	計算結果	SI単位
風速 u	1.2 (m/s)	1.7E-01 (m/s)
熱伝導度 hc	14.3 (J/sec·K·m ²)	0.1 (W/m ² ·K)



【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	$r_w \text{ (kJ/kg)}$ $= 88.2 \times \left[\frac{T_b(\text{K})}{MW(\text{g/mol})} \right] \times \left[\frac{1 - (T_b(\text{K}) / T_c(\text{K}))}{1 - (T_b(\text{K}) / T_c(\text{K}))} \right]^{0.38}$
Hildebrand 則	$r_w \text{ (kJ/kg)} = \frac{[160 \times T_b \text{ (K)} - 22700]}{MW(\text{g/mol})}$
T & W+ Guldberg則	$r_w \text{ (kJ/kg)} = \left[\frac{134 \times T_b(\text{K})}{MW(\text{g/mol})} \right] \times \left[1 - \left(\frac{2T(\text{K})}{3T_b(\text{K})} \right) \right]^{0.38}$

【乾燥・クリーン度】

風ムラVer1	塗布室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	各種物質の蒸発潜熱を推算	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

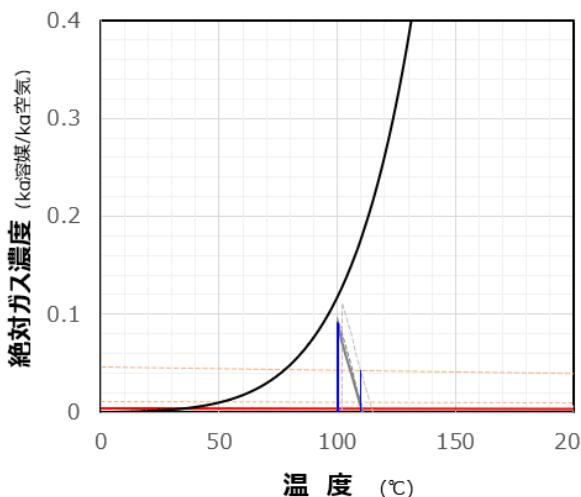


【D17】AndDry 乾燥速度 (7) 膜面温度の推算(アントワン式とColburn-Chiltonの相関)

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 (-)	霧団気温度	110 (°C)
B	1593 (-)	想定ガス濃度	10 (%LEL)
C	201 (-)		
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 $-h_c/[k_H \cdot r_w]$	-0.009 (kJ/kg)
LEL (霧団気温度)	1.220 (vol%)
	0.043 (kg溶媒/kg空気)
想定のガス濃度	0.122 (vol%)
	0.004 (kg溶媒/kg空気)
湿球温度	100.0 (°C)



【乾燥・クリーン度】

概要	品番
塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
温式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板の乾燥速度を計算	D13
浮上系の乾燥速度を計算	D14
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
各種朋輩の蒸発潜熱を推算	D16
アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17
定数A～Cの見積もり	D18
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！	D20
接触熱伝達率の推算 New！	D21
ホットプレート乾燥 New！	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New！	D23
ルイス数の推算 New！	D24

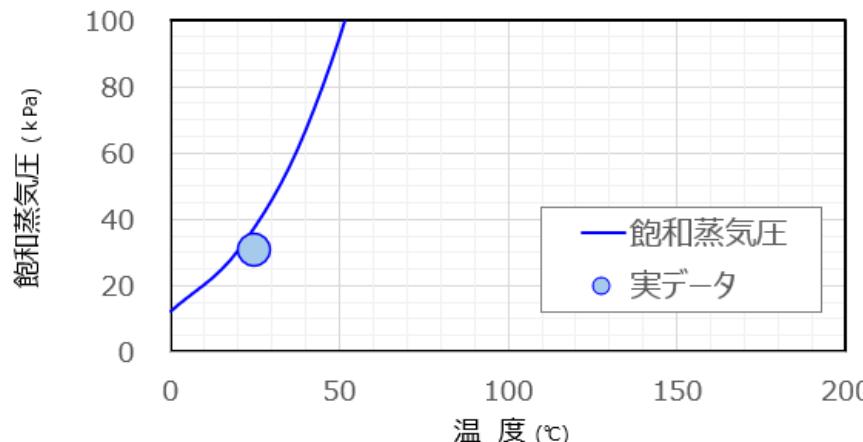


【D18】AndDry アントワン式の定数A~C見積もり

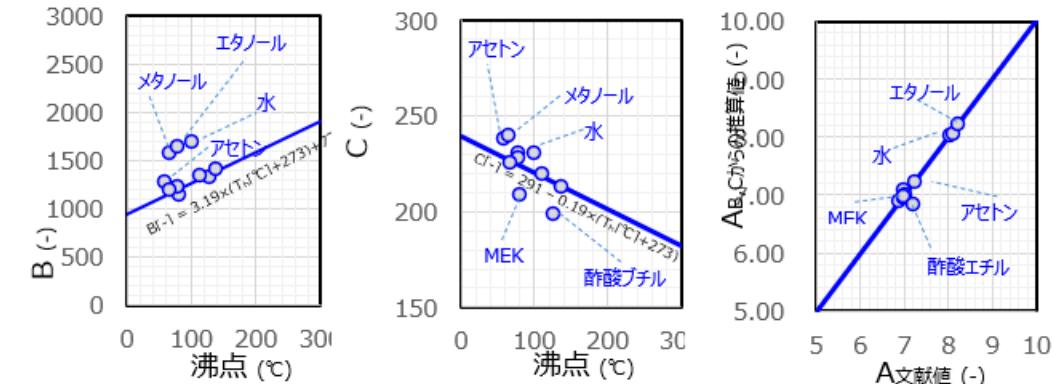
入力条件

沸点 **57** (°C)飽和蒸気圧(温度既知) **30.7** (kPa)

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	
塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32	
セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31	
Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51	
温式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52	
並行流の乾燥速度を計算	D11	
二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12	
多孔板の乾燥速度を計算	D13	
浮上系の乾燥速度を計算	D14	
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	
各種崩壊の蒸発潜熱を推算	D16	
アントワン式とColburn-Chiltonの相関から推算	D17	
定数A～Cの見積もり	D18	
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 !	D20
接触熱伝達率の推算	New !	D21
ホットプレート乾燥	New !	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性	New !	D23
ルイス数の推算	New !	D24

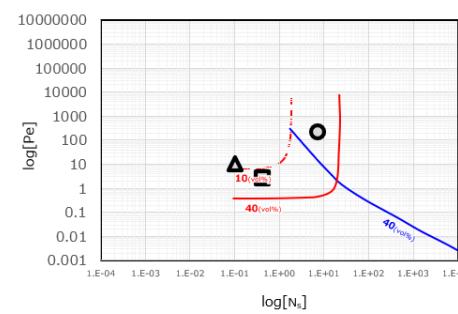
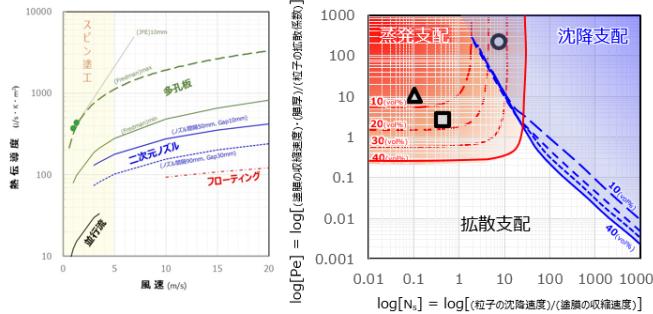


[D19] AndDry 乾燥速度 (9) 分散粒子の偏析(皮張りと沈降)

分散粒子		直径 0.3 (μm)	3.0E-07 (m)
		比重 8 (-)	8000 (kg/m³)
塗工液		質量濃度 30 (wt%)	3.0E-01 (-)
		比重 1.9 (-)	1900 (kg/m³)
		Wet膜厚 50 (μm)	5.0E-05 (m)
		膜温 30 (°C)	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·s)	6.4E-06 (kg/m²·s)
条件②		△T(外気-膜温) 10 (°C)	
		溶媒の蒸発潜熱 444 (kJ/kg)	
		熱伝導度(ツールから) 20.0 (J/s·K·m²)	
条件③		乾燥時間 10.0 (分)	6.0E+02 (sec)

2024.10.29 AndanTEC 浜本伸夫

推算結果		ボルツマン定数 1.38E-23 (J/K)
分散粒子		拡散係数 1.5E-12 (m²/s)
		粒子の終末速度 2.0E+00 (μm/s)
		3.3E-08 (m/s)
塗工液		体積濃度 7 (vol%)
		7.1E-02 (-)
連続層		比重 1.4 (-)
		1432 (kg/m³)
皮張りと沈降		
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]/[拡散係数]		
Log[Ns]	0.9	3.1E-07
Log[Pe]	2.3	1.0E-01
		7.7E-08
		4.2E-01
		2.2E+02
		1.1E+01
		2.6E+00
		-1.0
		-0.4
		0.4



【乾燥・クリーン度】

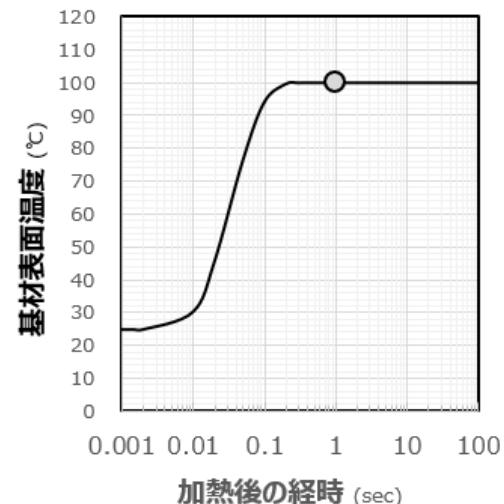
	概要	品番
風ムラVer1	塗布室の風ムラのレベリングを試算	C32
バーナルセル(Ma数とRa数)Ver2	セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
クリーン度診断Ver1	Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
クリーン度診断(湿式除塵)Ver1	湿式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	並行流の乾燥速度を計算	D11
二次元ノズルVer1	二次元ノズルの乾燥速度を計算	D12
多孔板Ver1	多孔板の乾燥速度を計算	D13
フローティングVer1	浮上系の乾燥速度を計算	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	並行流～多孔板～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



【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	塗布室の風ムラのレベリングを試算	C32
バーナルセル(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



【D21】AndDry 接触熱伝達率の推算(橋・佐野川の式)

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

【基材】	伝熱係数	1.38 (J/°C・m・s)
表面粗さ Ra	1.000	(μm)
厚み h(基材)	1.000	(mm)
密度	2190	(kg/m³)
ビックアース HV	1103	(HV無単位)
		1.1E+10 (Pa)
【間隙(空気)】	伝熱係数	0.0257 (J/°C・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	(m²・°C・s/J)
[粗さ]/[伝熱係数] z2/k2(ホットプレート)	1.3E-09	(m²・°C・s/J)
付加熱抵抗(熱線流) 1/ho	1.7E-05	(m²・°C・s/J)
【接触面積比(a/A)基準】		
真実接触部の熱抵抗 Rreal(a/A基準)	1.8E-04	(m²・°C・s/J)
空隙部の熱抵抗 Rair(a/A基準)	4.8E-05	(m²・°C・s/J)
接触熱抵抗 R(a/A基準)	3.7E-05	(m²・°C・s/J)
接触熱伝達率 hc(a/A基準)	27	(KW/m²・°C)
【ビックアース(P/H)基準】		
真実接触部の熱抵抗 Rreal(P/H基準)	8.9E+03	(m²・°C・s/J)
空隙部の熱抵抗 Rair(P/H基準)	4.3E-05	(m²・°C・s/J)
接触熱抵抗 R(P/H基準)	4.3E-05	(m²・°C・s/J)
接触熱伝達率 hc(P/H基準)	23	(KW/m²・°C)

【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
バーナルセル(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

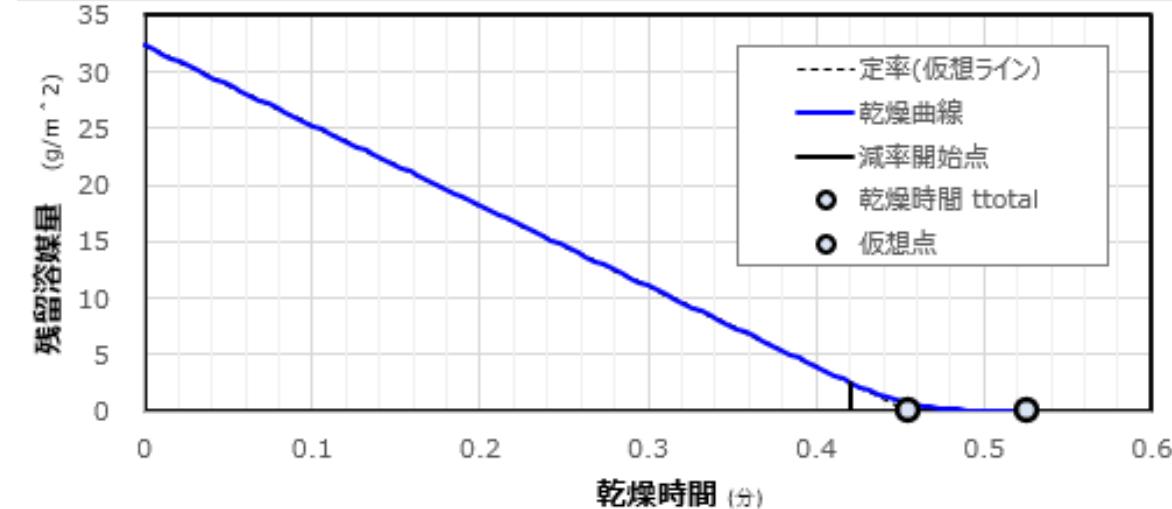


[D22] AndDry 乾燥速度 (10) ホットプレート

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		
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		
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		
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)

2024.11.23 AndanTEC 浜本伸夫

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 _{const}	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 h _c	7.1 (J/sec·K·m ²)	7.1E-03 (kW/sec·K·m ²)



【乾燥・クリーン度】	概要	品番
風ムラVer1	塗布室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



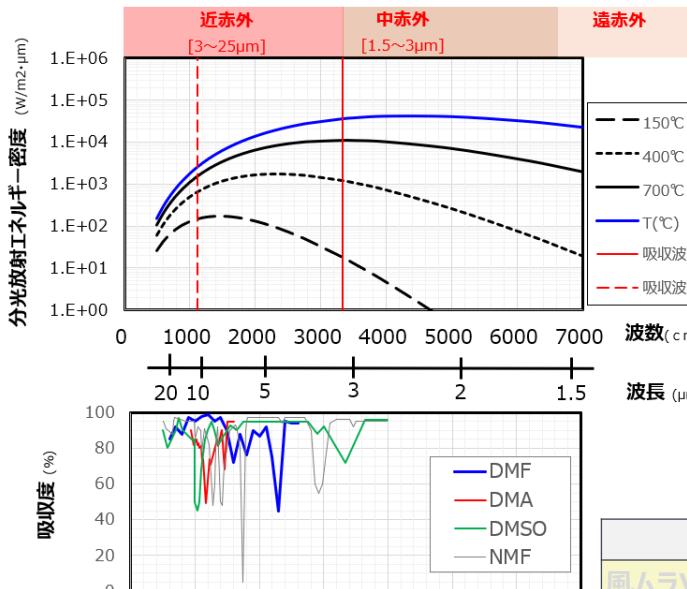
[D23] AndDry 赤外線 放射エネルギーの温度依存性 2025.1.4 AndanTEC浜本

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)

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

 $E_{b,\lambda}$ = 黒体の単色放射能 λ = 波長[μm] T = 絶対温度[K] C_1 = 定数 $3.742 \times 10^8 \text{W} \cdot \mu\text{m}^4/\text{m}^2$ C_2 = 定数 $1.439 \times 10^4 \mu\text{m} \cdot \text{K}$

c1 3.742E+08 c2 1.439E+04

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

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



【D24】 AndDry ルイス数の推算

物性条件

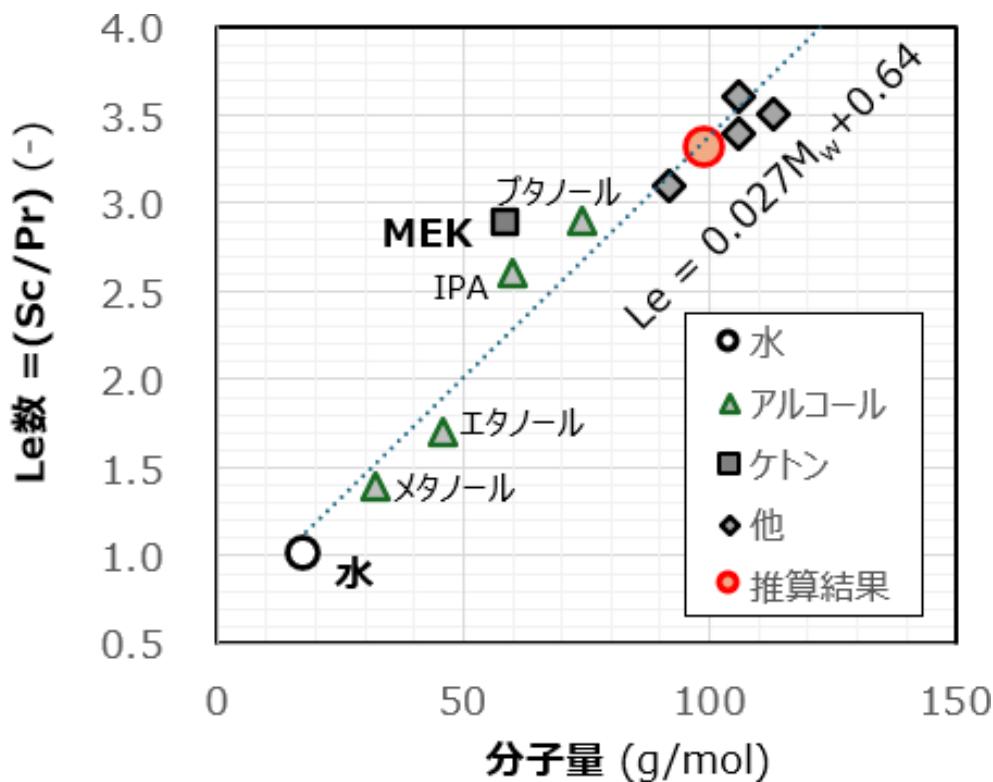
分子量

99 (g/mol)

推算結果

Le数

3.3 (-)



概要	品番
塗布室内の風ムラのレベリングを試算	C32
セル発生とセルサイズをマランゴニ数で診断	G31
Roll To Roll工程内の空調サイクルとクリーン度を計算	G51
温式除塵のリターン液の循環サイクルを計算	G52
並行流Ver1	D11
二次元ノズルVer1	D12
多孔板Ver1	D13
フローティングVer1	D14
複合ゾーンの能力診断Ver2	D15
蒸発潜熱の推算Ver1	D16
膜面温度の推算 New !	D17
アントワン式 New !	D18
分散粒子の偏析 Ver2 New !	D19
フィルム加熱による昇温履歴New !	D20
接触熱伝達率の推算 New !	D21
ホットプレート乾燥 New !	D22
赤外線乾燥 放射エネルギーの温度依存性 New !	D23
ルイス数の推算 New !	D24