

脫墨漿製備時黏著物的機械性去除及省能對策 -日本相川鐵工株式會社的各種新黏著物去除及省能設備與技術-

蘇裕昌*

Mechanical Sticky Removal and Energy-saving Strategy During De-inked Pulp Preparation --Developed Equipments and Technologies of Aikawa Iron Works Cooperation Japan –

Yu-Chang Su*

Summary

The most important subject during de-inked pulp (DIP) preparation is how to remove the sticky substances effectively. A optimum sticky removing method is required to combine various separation technologies of residual removal in every unit process operation of DIP preparation sequence such as pulping, screening, cleaning, and flotation operation. Some of newly developed equipments and technologies of Aikawa Iron Works Cooperation Japan which concerning energy-saving and sticky removal used on DIP preparation sequence were introduced. Not only principle elucidation but structural transformation and newly design of the equipments relating to sticky removal and energy saving, especially on rotor of pulper, screening plate of screening machine, and dispersing equipments were included, operation parameters adjustments were also mentioned.

一、緒言

無論在製造紙板、脫墨漿，家庭用紙等以處理廢紙生產脫墨漿等作為原料的紙種都常發現有黏著物發生的困擾，這些黏著物問題都是廢紙再生利用時所產生的共通的問題。例如，①.在製品上出現黑色斑點甚至透明斑點影響製品的外觀性質或其他的紙張性質。②.在抄網、毛毯、帆布等、壓輥等上面附著污染抄紙系統，或在抄紙工程與印刷工程時有斷紙的發生，影響抄紙效率與抄紙設備的壽命。黏著物的問題隨著廢紙的種類、製程、設備等的不同有多樣的黏著物問題發生，其處理及因應對策也因此各自不同，因此理想的黏著物去除方法必須結合在備漿作業中的各單元操作如在散漿作業、篩選作業、分散處理作業、浮選處理作業中，應用有效的分離技術、或組合分離技術有效的將其去除，並配合在濕端中的脫氣等技術減少黏著物的凝聚，有效的控制黏著物的發生(蘇，1999)。

二、黏著物的分類

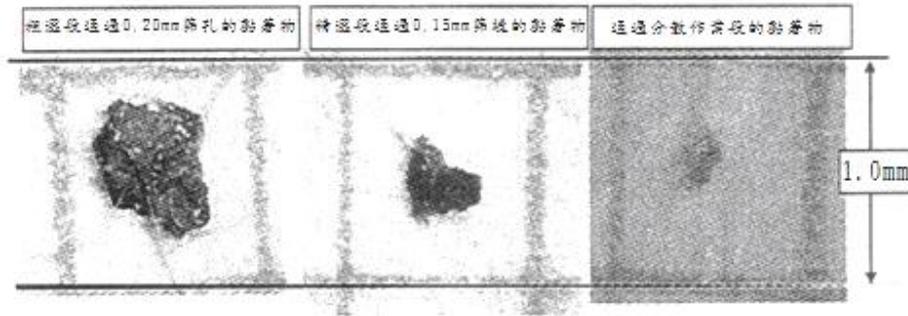
造紙工程中主要黏著物的發生，可以用發生源為基準分

類與以大小為基準分類等，以發生源為基準分類，一般區分為一次黏著物、及二次黏著物。一次黏著物的發生是由膠合劑或其他具有黏著污染物形成潛能之粒子等，由於工程中的特殊狀況(溫度、剪力、pH)急遽變化等的原因而使粒子的黏性變大，或經凝聚反應而變大，導致不能在散漿作業中充分分散，此時生成之黏著物者稱之二次黏著物(蘇，2011)(蘇，2000)。

二次黏著物的形成則較為複雜，是由於回收漿中黏著物在造紙製成的各項作業中所產生變化所生，主要形成的步驟為 ①. 散漿時各黏著物形成原因物質在水中部份、或完全解離形成可溶性或膠羽狀物質(Dissolved colloidal Material; DCM)。如可溶性或膠羽狀物質主要來自塗佈紙的散漿所產生的乳膠粒子(Latex)、木材抽出物(Wood extractives)等，在此階段此等粒子具有形成二次黏著物的潛能。②.當紙漿懸浮液添加陽離子性高分子(如各種操作助劑、及功能助劑)、或調整 pH、溫度變化、或其他影響溶解及凝集之因子等，超過平衡時原來在白水中可溶性成分會因此析出，即形成二次黏著物。黏著物的分類以大小為基準

分類時，可將造紙統中樹脂粒子/或黏著物區分為大粒徑黏著物粒子 (Macro-stickies)，小粒徑黏著物粒子 (Micro-stickies)。所謂大粒徑黏著物粒子是指以平篩 (Flat slot screen)、或其他纖維長縫篩 (Fiber slot screen)，進行以 0.100 mm 寬篩縫篩選時，可以留存篩板上的黏著物粒子 (或其尺寸超過 0.04 mm²、或邊長超過 100 μ m)。相反的通

過通過篩縫寬 0.100 mm 的黏著物粒子 (或其尺寸 < 0.04 mm²、或邊長 < 100 μ m) 稱之微小粒徑黏著物粒子 (Micro-stickies) 如圖 1。本文針對混在原料中而所帶入廢紙處理系統的一次黏著物中進行機械性的去除進行討論。



◎一次黏著物(Primary stickies)：

- 與原料同時帶進系統的黏著物
- 如標籤、黏著膠布類、信封、雜誌、接著劑、塗布黏著劑、由墨黏著劑

◎二次黏著物(Secondary stickies)：

- 工程內經物理化學反應所生成之黏著物
- 溶解物質膠體物質與抄紙助劑相互反應後新形成之黏著物

◎Macro stickies

- 進行以 0.100 mm 寬篩縫篩選時，留存篩板上的黏著物粒子
- 或其尺寸 > 0.04 mm²、邊長超過 100 μ m 的黏著物粒子

◎Micro stickies

- 通過通過篩縫寬 0.100 mm 的黏著物粒子
- 其尺寸 < 0.04 mm² 的黏著物粒子、邊長 < 100 μ m 的黏著物粒子

圖 1 黏著物以發生源為基準分類及以大小為基準的分類 (金澤，2005)

1.黏著物去除的基本原則及方法

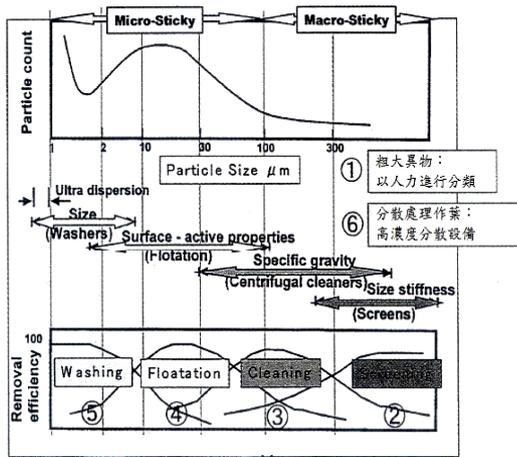
在脫墨備漿工程中黏著物去除的基本原則為 ①.必須防止夾雜異物破碎且在製程的前端去除。 ②.選擇並組合適當供分離的機器設備。 ③.選擇適當供分離機器設備的操作條件等。其次為了防止殘留微細黏著物的再凝集在供漿系統 (Approaching system)、或循環白水系統中殘留及凝集，以脫氣處理有效的解決黏著物問題(Aikawa，2011a)。更進一步的積極的把握在各製程中各作業流程的黏著物發生的趨勢與黏著物的個數，為了進行使用製程控制，對原料進行管理、及監測的手法，也開始進行黏著物檢出用設備的開發及實際應用。

2.備漿系統中相關的分離 (Separation)技術

圖 2 為與黏著物粒子、油墨粒子、或夾雜物等的去除相關的分離技術的一覽表，由黏著物粒子的大小分類及其最適當的去除設備、與處理方法的選擇。圖中 ①~⑥ 項顯示為依據粒子大小選擇適當的去除原理依據、適當的去除方法、及處理設備。

基本上不能通過 0.10 mm 篩縫的 Macro-Sticky 利用散漿機-整流篩 (Pulper- damping screen) 的篩選技術，通過 0.10 mm 篩縫的 Micro-Sticky 則利用浮選 (Flotation) 及濾液加氣澄清器 (Dissolved air Flotation； DAF Clarifier) 以加壓空氣浮除之。以下則針對上述技術的最新資訊與黏著物去除性能評估方法進行說明。

脫墨漿製備時黏著物的機械性去除及省能對策
-日本相川鐵工株式會社的各種新黏著物去除及省能設備與技術-



- ①.粗大異物：以人力進行分類
- ②.洗漿機(pulp washer)：依據大小
- ③.浮選機(Flotator)：依據表面活性性質(Surface active properties)
- ④.離心式淨漿機(Centrifugal cleaner)：依據比重(Specific gravity)
- ⑤.篩選機(screener)：依據大小及挺度(size stiffness)
- ⑥.分散處理作業(HD disperser)：分散

圖 2. 黏著物去除方法之相關作業與依據

3. 散漿機-整流篩 (Pulper- damping screen)

黏著去除所要求的散漿機的條件為以下兩點 ①.對夾雜異物破碎極少化。②.自散漿機送出的漿料中夾雜異物極少化。脫墨漿製造的原料一般以約 15% 的高濃度處理之單圓筒式散漿機與高濃度散漿機進行之(圖 3)。雖然以高濃度散漿機的方式處理廢紙原料其離解性、與油墨的剝離分散性能均優，但是對夾雜異物破碎觀點而言，不若單圓筒式散漿機佳。因此最近，相川鐵工所開發之螺旋狀的轉子(Heical rotar)(圖 4)，能使夾雜異物減少，而且在散漿機出口與篩孔徑 2.5 mm 或 2.0 mm 的圓孔篩直接連結形成散漿機-整流篩(圖 5)，圖 5 為一般脫墨工程中篩選部的構成比較，散漿工程中經孔徑 2.5 mm 或 2.0 mm 的篩選，大幅度減少送往前一步驟雜異物量是相川的散漿機-整流篩方式的特徵。應用做為夾雜異物、黏著對策上使用獲得相當高的評價。

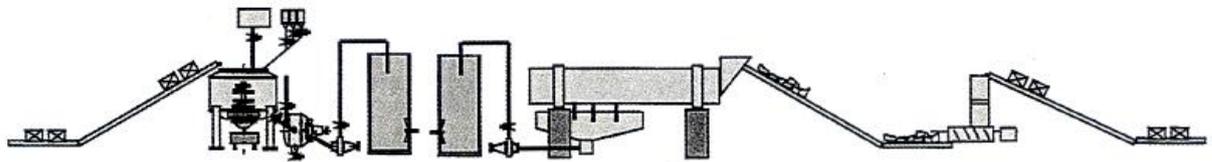


圖 3. 製備脫墨漿用散漿系統(高濃度散漿機與圓筒型散漿機)

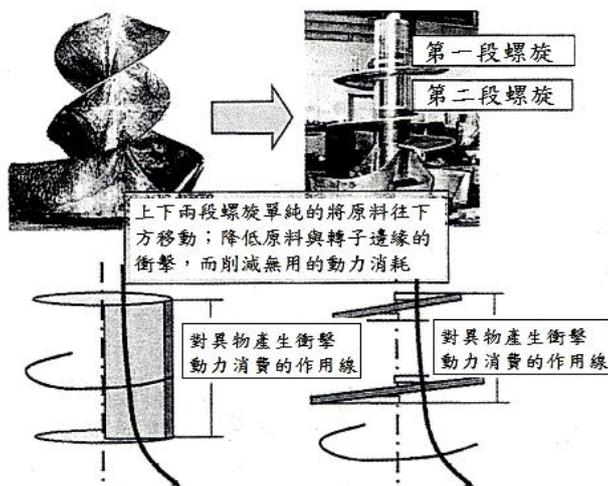
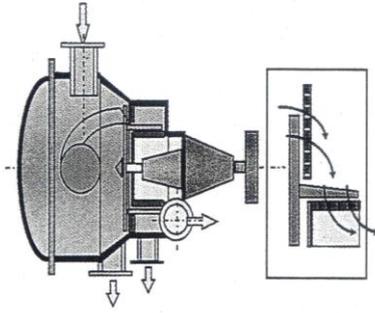


圖 4. 高濃度散漿機用之螺旋狀轉子的改善(金沢，2005b)



	Pulper	Coarse Screen	Fine Screen
Current Conventional Systems		Pump & Agitator	Pump & Agitator → or → Pump & Agitator
Aikawa Proposal		Pump & Agitator	Pump & Agitator → or → Pump & Agitator
Aikawa Proposal		Pump & Agitator	Pump & Agitator → or → Pump & Agitator

散漿機-篩選 粗選段-篩選 精選段一次篩選 精選段二次篩選

圖 5. 最新散漿機-整流篩與幾種篩選機的構成比數(金沢, 2005b)

1.散漿 (Pulping)作業中的處理

備漿工程中的 pH 為黏著物去除上的重要影響因子為眾所周知的事實，在偏鹼性時黏著物較易破碎，較小的碎片送到後續工程則黏著物的發生較多。相反的，隨著往酸性側移動黏著物的去除性能則有提升。利用此性質，脫墨工程的前半與後半分別維持在中酸性範圍、與鹼性側兩個群組進行脫墨脫墨系統的實際運作(圖 6)。另外為了減少黏著物的發生也有利用批式備漿的優點，先確認原料中是否含禁忌品，確認否以後再將紙料送入到散漿槽的備漿系統(圖 7)。

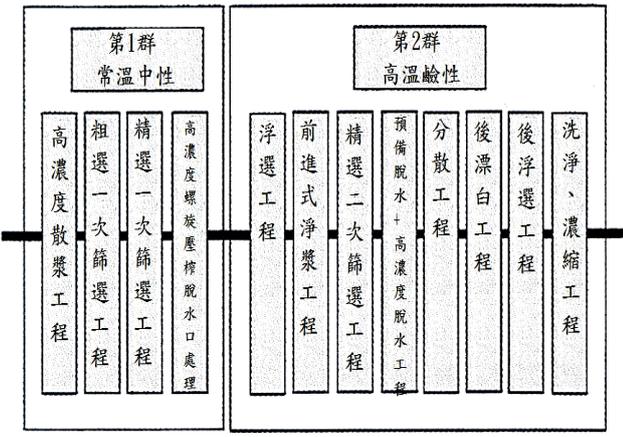


圖 6.2 群式脫墨系統的構成

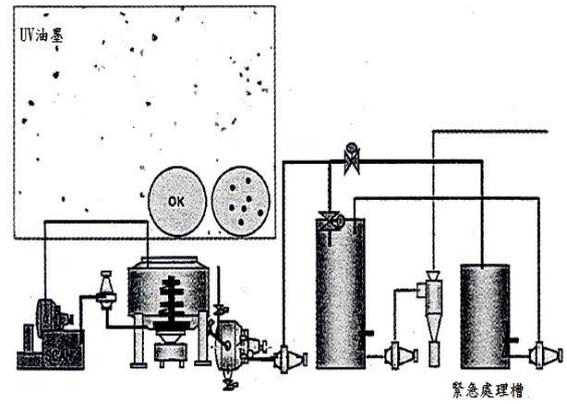


圖 7. 散漿機-ScanII 異物監視系統(Aikawa, 2011d)

五、篩選作業中篩選設備分離時的最適化條件

與黏著去除相關的最大的影響因子為篩選工程備的構成的最適化。一般篩選工程由粗選段、精選段所構成，自散漿機往後的後續工程送時如何將夾雜異物減少是重要的要素。如圖 5 及圖 8 說明的相關關係，以下就篩選設備的最適化，與重要影響因子的黏著去除篩網進行說明。

1.篩縫寬的選定

篩縫寬為黏著去除上最大的影響因子。圖 9 所示篩縫幅與黏著去除率的關係瞭解篩縫 0.13 mm 與 0.15 mm 時其去除率有非常大的差異。因此最近脫墨精選篩網的篩縫幅以 0.15 mm 以下為基準。一般粗選工程篩孔為 0.20 mm，精選工程的篩縫為 0.15 mm 或 0.13 mm。由處理的結果顯示再經熱分散 (Hot dispersions) 理後黏著物的個數有增加的現象。塗布黏著劑等剝離分散一般呈粒狀，若要去掉這些黏著物最近常用如圖 8 的篩選系統顯示在後一次精選段後設置後熱分散處理及後浮選作業後再進行二段精選段處理的應用實例。

2.篩縫的溝形橫向分布 (溝形狀; Profile) 的選擇

相同篩縫寬度，依篩縫的溝形的不同，其對黏著去除率有很大的相異。圖 10 為篩板表面上稱之 FO 型的溝形、與其後改良之 F5 型溝形其對黏著去除性能的比較，因溝形的不同而有很大差異。更進一步，即使是相同的閉鎖三角溝形狀，溝的深淺 (下流傾斜角度) 其性能有很大的不同，如圖 11 所顯示溝深度愈淺 (傾斜角度愈小)，黏著去除效率愈高。相反的，隨著溝深度變淺而原料濃度變高，則容易發生阻塞篩縫的問題。因此，在粗選工程使用約略深者，精選工程則採用略淺的溝深者為基本的的選定基準(金沢, 2005a)、(金沢, 2006)。

脫墨漿製備時黏著物的機械性去除及省能對策
-日本相川鐵工株式會社的各種新黏著物去除及省能設備與技術-

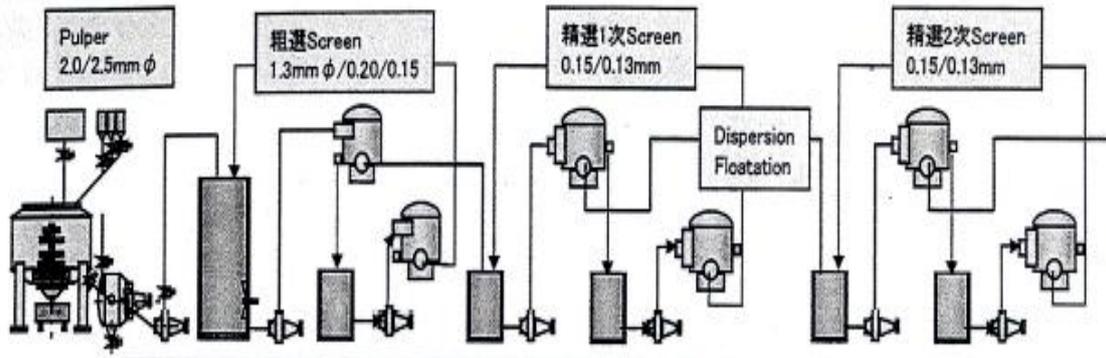


圖 8. 脫墨工程中的篩選系統的構成(金沢, 2005)

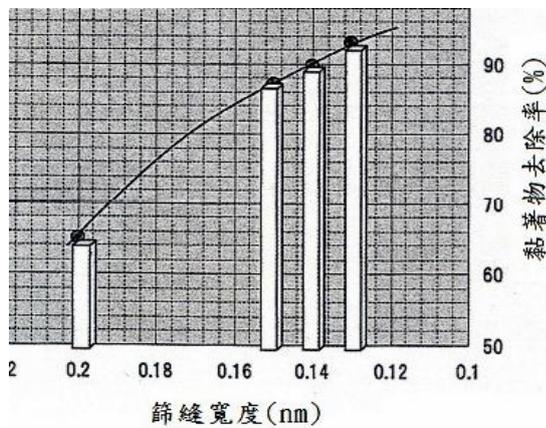


圖 9 篩縫寬度對黏著物去除的影響(金沢, 2005)、(金沢, 2006)

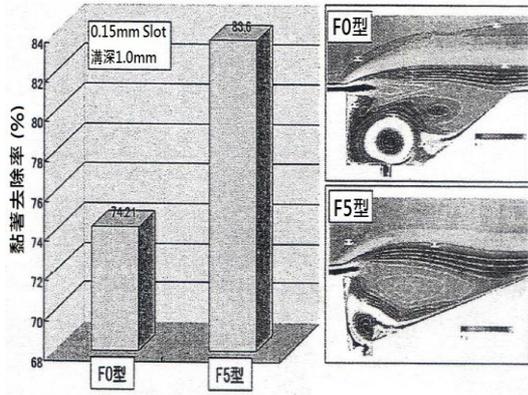


圖 10 篩縫的溝形溝形(FO 與 F5)對黏著去除的比較 (金沢, 2006)

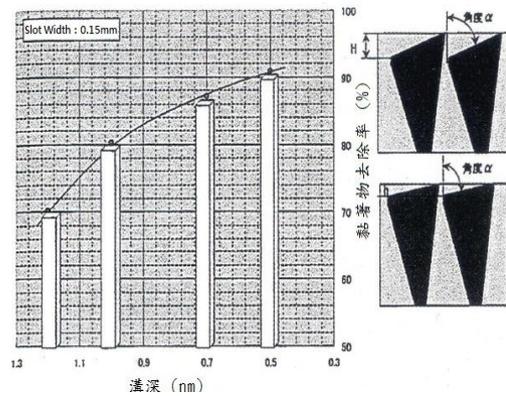


圖 11 溝深(傾斜角度愈小)對黏著去除的影響(金沢, 2005)

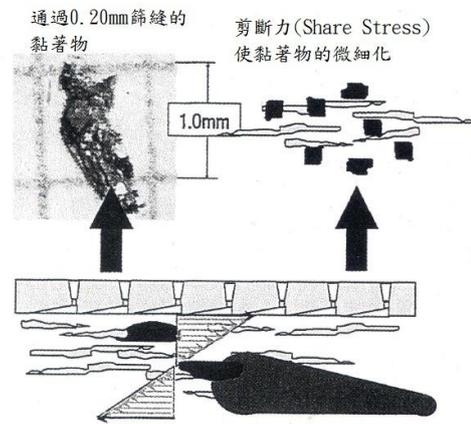


圖 12 刮水板前端所產生的剪斷力 (金沢, 2006)

3. 篩桶的轉數與刮水板 (foil) 厚度的選定

篩選機的刮水板轉數也對黏著物的通過有很大的影響。黏著物隨著刮水板的回轉所附加的外力很容易使黏著物變形、或刮水板所產生的剪斷力使黏著物微細化，而通過篩縫(圖 12)。因此，為了黏著物去除的最大量，刮水板回轉數儘量維持慢的轉才能提高黏著物去除效率(圖 13)。除此之外，刮水板前端的厚度也與黏著物上所加上之外力有關係。

要使黏著物被壓著、微細分化之外力僅量小時因此其形狀，特別是刮水板的厚度為重要的要素，儘量薄為理想的（圖 14）。

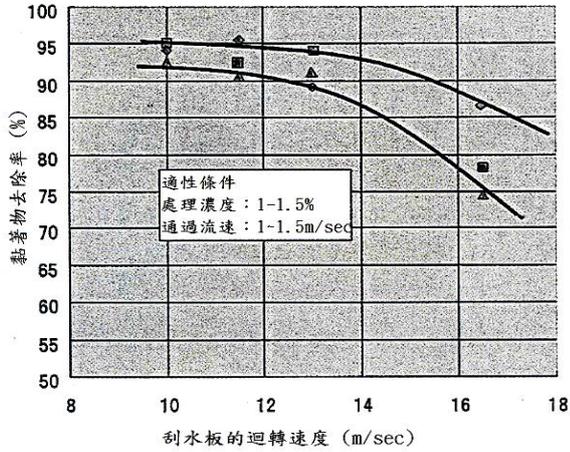


圖 13 刮水板轉速對黏著去除的影響

另外、篩選機的省能處理對策可分為 ①. 直接對降低動力負荷、與②. 間接的省能提高處理能力的二種手法，對動力負荷影響大的因子為旋轉刮水板 (Hydrofoil) 的旋轉器 (Agiattor)，與處理能力有關的因子為篩選圓桶的開口部的面積與防止篩選圓桶阻塞的刮水板的洗淨能力。基本上若刮水板的厚度約減為一半，則其驅動抵抗即刮水板上所發生之揚力變為極小，因此與舊型者在同一旋轉速度時可得到較大

的作用力。為何呢？刮水板翼前頭部的形狀小型化因此刮水板與篩板間原料較易流入的結果，刮水板與原料的相對的速度差變大之故，在翼前頭部與原料同時旋轉的現象降低，由此改善 USI 刮水板的旋轉速度可以較舊型者降低。除此之外，圖 7 顯示翼前頭部的抵抗值(Cd)較舊型約可減少為 1/4，揚力係數 CI 值也約減少為 1/3 因此可得到大幅減少動力(金沢，2005b)。

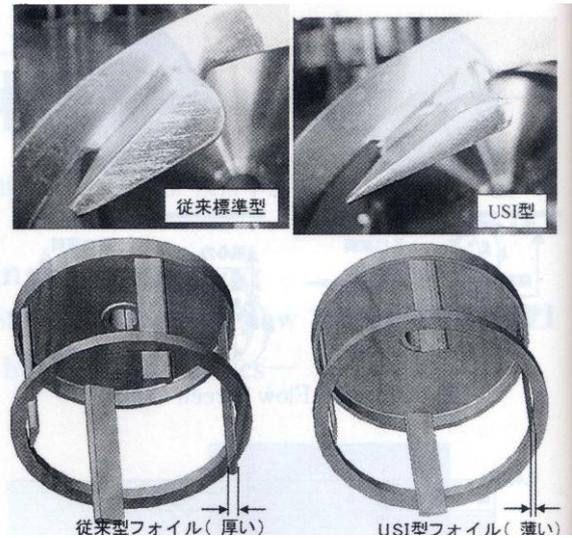


圖 14a 新型刮水板厚度較舊型者薄 1/2 (金沢，2005a)、(金沢，2005b)

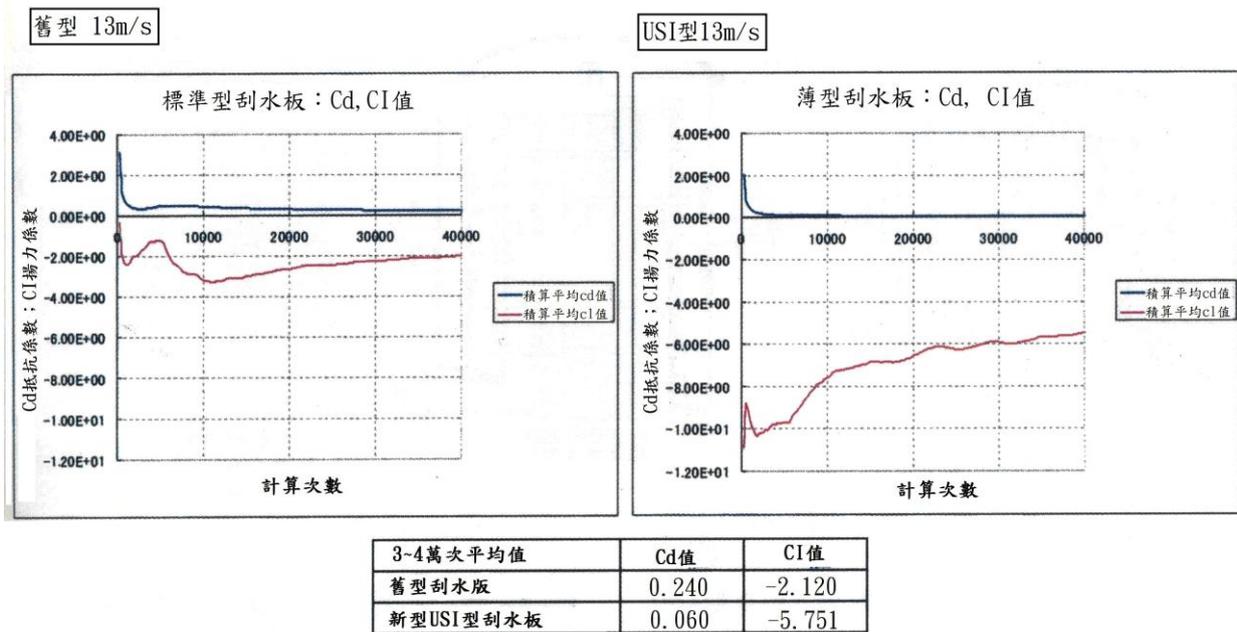


圖 14b 新型向內篩選機用刮水板的流體解析(金沢，2005b) 翼前頭部的抵抗係數 (Cd) 值與揚力係數 (CI) 值

4. 篩選處理濃度與殘渣率的選定

圖 15 為新聞脫墨原料時粗選篩選段 (孔徑 0.25mm) 時處理濃度與黏著去除效率的相關調查的結果。處理濃度愈高則黏著去除率有降低的傾向，濃度高則回轉刮水板 (Foil) 與黏著物間的剪力變大，黏著物因此變形較易通過篩縫，去除率降低。另外，濃度高時黏著物與纖維纏繞而有容易通過篩縫的可能，因此精選工程的設計盡量在極低濃度進行為基本要求。由篩桶的轉數與處理濃度檢討，為了防止網阻塞處理濃度越高則轉數必須越快。換句話說，處理濃度高對黏著去除上確有負面的結果。篩渣率當然是越高黏著去除率越佳，如圖 16 所顯示的傾向特別是篩縫寬度大時更為顯著。一般在經濟性上的考量篩渣率設計在 15% ~ 20% 左右者較多。

5. 篩選機的大小(通過流速)的選定

篩選機機體的大小的選定對黏著去除有很大的影響。過度的追求經濟性，再選擇設備時以“選定擇小型機器就好較便宜”之概念選擇機種，則從黏著去除觀點而言極為不正確。小型篩選機，其篩縫部的原料通過流速((通過流量(m³/sec)/篩板開口面積(m²))變高，此速度過高則會產生高差壓，容易發生阻塞篩目、發生原料中的黏著物被強力壓入篩縫的現象，而降低篩選效率與黏著物去除效率(圖 17)。

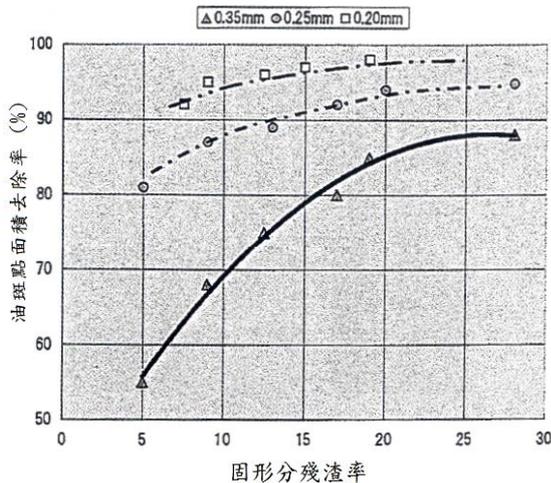


圖 15. 原料處理濃度對黏著物去除的影響

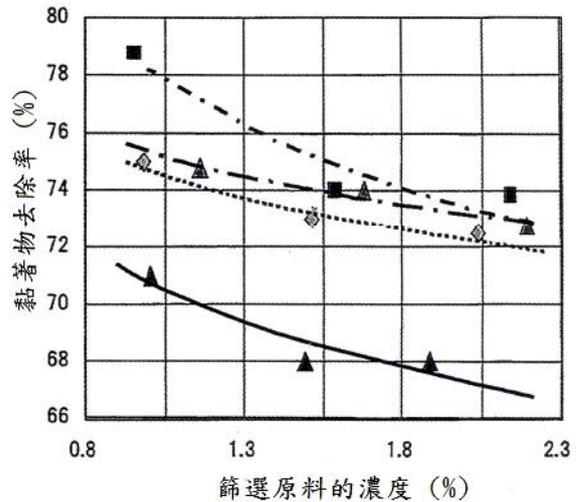


圖 16. 殘渣率對黏著物去除的影響

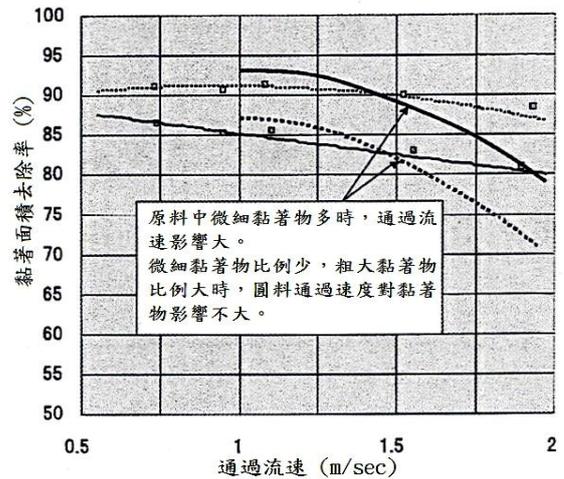


圖 17. 原料通過流速對黏著物去除的影響 (金沢, 2006)

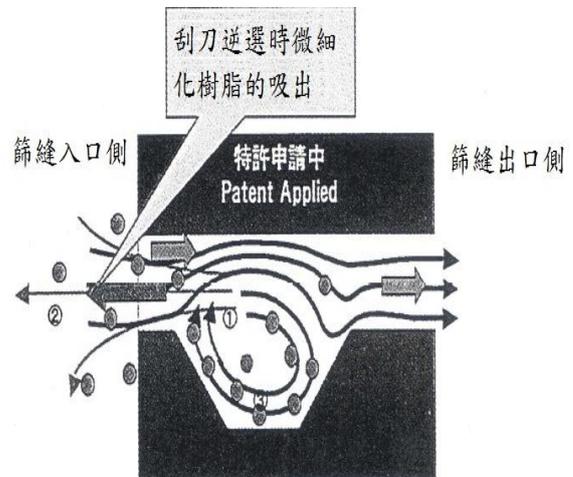


圖 18. NW-Super2 篩籃的原理說明圖 (金沢, 2005a)、(金沢, 2005b)

6. 追求黏著去除的最新篩選技術的進展

(1). 以微細黏著物為去除對象進行 “NW-Super2” 篩籃 (Screen basket) 的開發

到目前為止的篩籃設計都是主要以篩縫寬度來做為主要的機械性遮斷效果。此方式不適用於最近對形成問題之 Micro-Sticky 的去除。日本相川開發出利用流體力學的遮斷效果 ”NW-Super2 ”篩籃 (Screen basket)，將篩縫流路的一部分的凹部設計，使渦流在此處發生吸入微細黏著物，刮水板之抽吸 (Vacuum) 力再將此微細黏著物送回篩板入口側之嶄新的想法。若舊型標準的 NW 篩籃的黏著去除率為 85~88 %，則 NW-Super 2 則可達到 90~93 % (圖 18) (金沢，2006)。

(2). 篩籃 (Screen basket) 的直徑與高的最適比例

篩籃的直徑與高比例(L/D) 也對黏著去除有影響，以原料的通過性能，即以處理量為主體考量時 (L/D) 值小時在構造上比較理想，原料的濃縮較少，較不易形成篩目阻塞因而能得到大的處理量，但是由黏著去除的觀點則 (L/D) 值愈大其去除效果愈佳結果(圖 19)。同時由省能觀點具細長構造者較有利 (照片 1)。

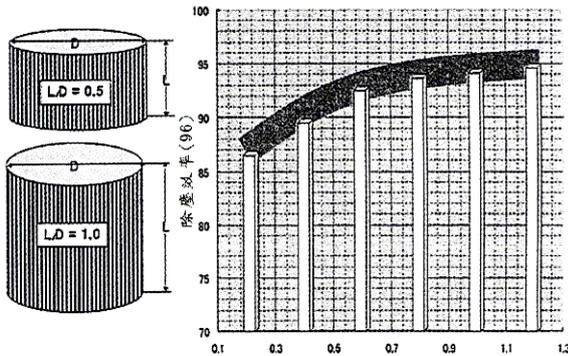


圖 19. 篩籃 L/D 值對黏著物去除率的影響

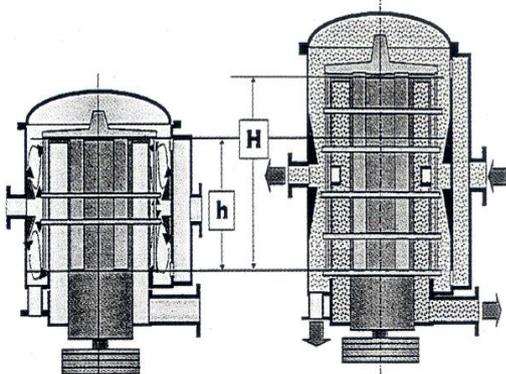


圖 20. GranFlow 與 New GranFlow 的比較

表 1. 新型篩桶黏著物去除對策的開發 (金沢，2005a)

1. 刮水板的厚度儘可能薄。	*省能及降低刮水板的破碎力
2. 回轉數儘可能低速。	
3. 篩籃的 L/D 比較目前者高。	*降低能耗及黏著物的變形
4. 濃度濃縮率儘可能減小。	*省能及細長者對黏著物去除有利
5. 篩縫橫向分布最適化。	*降低使黏著物變型的力
6. 具微細黏著物的去除的設計。	*淺溝深、淺傾斜角 *不僅以篩縫並利用流體力學的遮斷

7. 最新的篩選機 (針對省能及黏著對策的新開發機器)

到目前為止篩選部的主要對黏著去除對策歸納如表 1。

1. 以下為針對對策開發之新篩選機機種的介紹。

(1). New Gran Flow “GFF-H” 篩選機(Inward Type Screen)

圖 20 為舊型 GranFlow 與新型 New GranFlow 的構造比較。新型者具防止原料濃縮專利之雙入口 (Twin inlet) 構造(照片 2)，既能維持濃度，也追求省能與黏著去除的效果，而且將 (L/D) 值變大構造。如圖 21 之說明採用 NW-Super 2 篩籃，並採用刮水板前端抵抗值小的 USI 刮水板 (USI-Foil; Ultra Superior Inward Foil) 構造(金沢，2005)，提高刮水板洗淨效果，由於回轉速度的低速化等，並儘量導入對處理黏著處理對策有關的設計。其結果，由省能面為舊型 GranFlow 一半，與一般的舊型者篩選機比較則動力單位減少為 1/5 (表 2)，黏著去除效率，較舊型者有數 % 提升 (圖 22)，被期待微細黏著的去除的精選工程中最適合的篩選機。

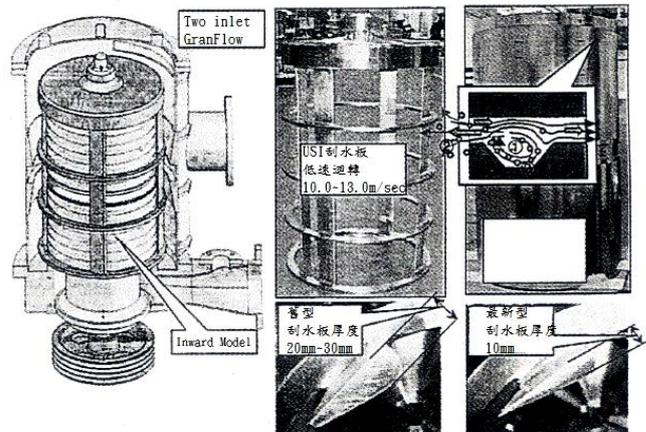


圖 21. New GranFlow 的構造及原理說明

脫墨漿製備時黏著物的機械性去除及省能對策
-日本相川鐵工株式會社的各種新黏著物去除及省能設備與技術-

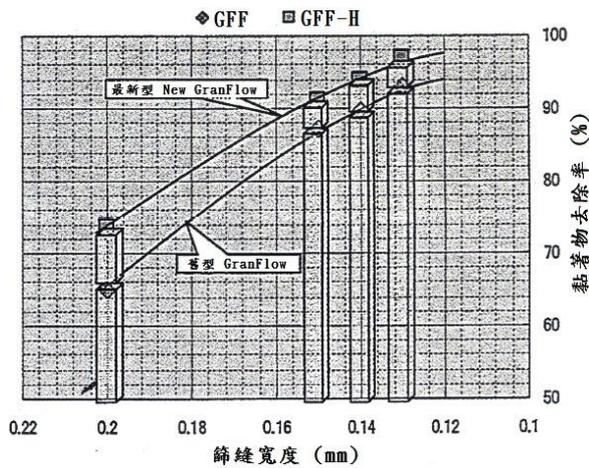


圖 22. New G Fran Flow 對黏著物去除效果

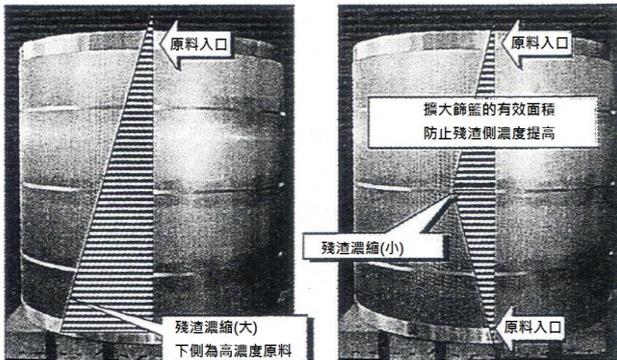
表 2. 新型 New G Fran Flow 的省能效果 (金沢, 2006)

與舊型 GFF 比較 GFF-H 的省能	新/舊比率
USI 省能刮水板的降低效果	0.8
降低轉速的效果	0.8
細長 MW 對開口面積的增加效果	0.70
增長刮水板之動力附加率	1.15
合計動力消減效果 (0.8 x 0.8 x 0.7 x 1.15)	0.52
較舊型 GFF 者 動力原單位可降低	48%

參考處理能力

GFF800H 型(廢紙處理 0.20 mm 處理) : GFF800H 型(廢紙處理 0.20 mm 處理) :

處理濃度 1% 時 :	處理濃度 2% 時 :
28T/D/25~35 負荷	503T/D/30~40 負荷
動力原單位 : 0.105 kW/T/D(2. kWh/T)	動力原單位 : 0.07 kW/T/D(1.67 kWh/T)



照片 2. GranFlow 系列的雙入口(two-inlet) 特色

2. MaxFlow “MAX” 篩選機(Outward Type Screen)

圖 23 為 “MAX” 的構造篩選機，此篩選機為向外 (Outward)型的篩選機。脫墨工程中主要設定應用在粗選工程所開發之機種。考量省能與黏著去除對策所需要的構造，如 ①.二個漿料入口。②.低 L/D 值的篩籃。③.前面抵抗值的小的 USO-Foil 構造。④.低速回轉的刮水板。⑤. 中間希釋使篩籃的有效面積的最大化等需求均的導入設計。當然在操作上的不會發生問題，在粗選工程中刮水板上也不附著夾雜異物。向外 (Outward)型的篩選機省能上與舊型的向外 (Outward)型的篩選機比較，只需 1/5 的動力原單位 (表 3)，黏著去除的效率，加上能使用較細的篩縫之優點可大幅提升黏著去除的效率(由 65% 提升到 85%) (圖 24)。

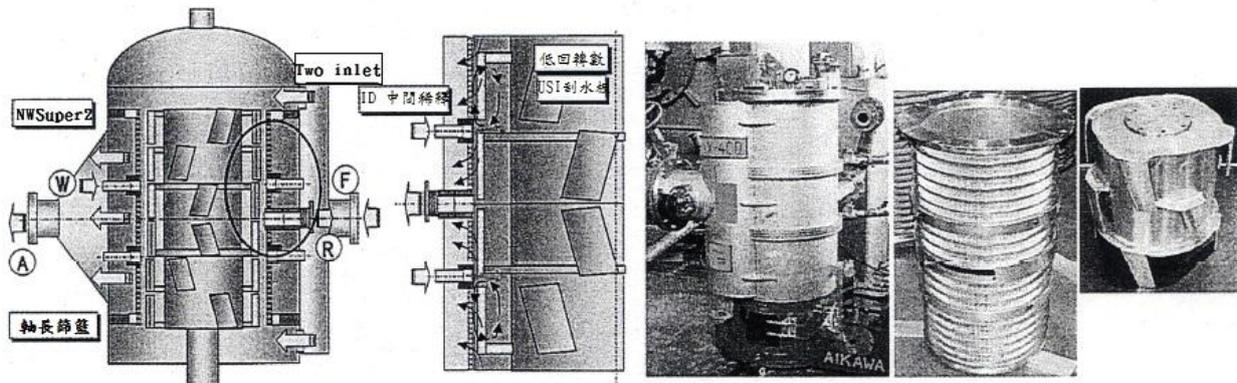


圖 23. Max Flow 的構造原理說明圖

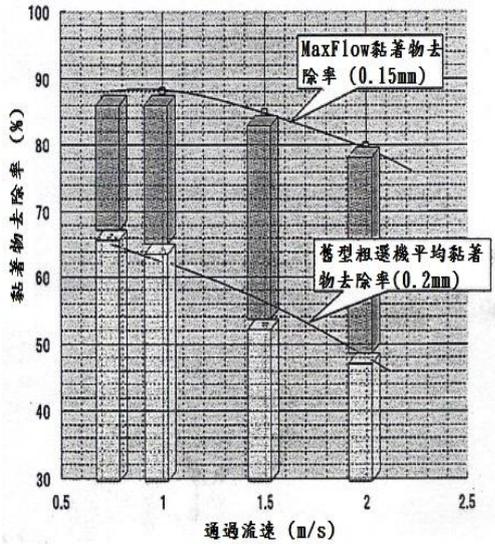


圖 24 舊型篩選機與 MaxFlow 的黏著物的去除效果比較

表 3. MaxFlow 的省能效果比較

與舊型 PS 型 Screen 的比較	新/舊比率
USO 省能刮水板的降低效果	0.70
降低轉數的效果	0.70
NW-篩籃增加開口面積	0.60
細長 NW 開口面積的增加效果	0.66
刮水板長度增加對動力的附加率	1.20
ID 與 Two inlet 對作用面積的增大	0.80
合計對動力的消滅效果	0.19
(0.7 x 0.7 x 0.6 x 0.66 x 1.2 x 0.8)	
約可降低舊型 PS 型 Screen 的動力原單位 80%	
平均實際動力原單位：0.1kW/T/D=2.4 kWh/T	
瓦楞紙板廢紙 0.20-0.25 mm 篩縫	

6. 分散作業(Dispersion)與後浮選(Post flotation)進行黏著物分離的最適化技術

篩選技術的進步使脫墨工程中的黏著物去除較前一代有明顯的進步。但是，對能從篩縫通過的的微細黏著物 (Micro-Sticky) 的去除仍是重要的課題。分散作業能將粗大的墨斑 (Ink speck)，並減少夾雜物 (Dirt) 如表 4 所示的幾

種功能，最近的趨勢也將通過篩縫的黏著物積極的以分散作業將其微細化後，再將其後在後續的浮選作業去除之功能也佔相當的比重。提高分散作業的效能主要是對黏著物儘量以高剪斷力，盡量的有效率的加在黏著物上，相川的 Coni Disc Disperser 為以此觀點設計的產品(真野 & 杉野，2005)。

表 4. 熱分散作業的目的

1. 將張表面上的塗布層的塗布物質分散	
2. 附著在纖維上的油墨剝離	* 在浮選槽容易浮起
3. 墨斑的微細化與分散	* 微細化到可視範圍
4. 黏著物的微細化與分散	(40~60µm)為以下
5. 漂白藥品的攪拌	* 在浮選槽容易浮起
6. 降低 Ctalase、微生物等的破壞	
7. 紙漿纖維特性的改善	

1. 錐型-盤狀分散設備 (Coni-Disc Disperser) 的構造與原理 (Aikawa, 2011e)

圖 25 顯示錐型-盤狀分散設備的構造與原理圖。具有四角錐形狀爪狀構造的刀盤的錐形部份 (Conical part) 與設在最外周部的盤狀部 (Disc part)。外周刀盤(Disc) 具有將原料封閉入錐形部份開關的機能，經高速回轉，盤狀部上的刀棒 (Disc bar) 具有將原料均一分散的機能。錐形部份由於原料的離心力而使原料飛到固定刀盤物側，在高原料充滿度中採出纖維。與舊型單純高速盤狀 (Disc type)分散設備比較，原料能確保高作用面積 (圖 25)，較目前的分散設備效率可以得到較高的分散作用，處理溫度常壓型在 100°C 以下、甚至加壓型在 120°C 附近的處理也課因應處理。尤其構造的觀點，錐型-盤狀分散設備較舊型的高速刀盤狀分散設備比較，具有較高的強力毛刷(brushing)作用及搓揉作用、DIP 紙漿製造工廠、瓦楞紙箱廢紙處理工程上均具優越的纖維分散效果與對纖維型態改善效果。除此之外，在舊瓦楞廢紙處理工程時較高濃度打解機之處理漿料時之破裂強度、壓縮強度等紙張力學強度性質具有改善之結果。照片 3 錐型盤狀分散設備與加熱管的實機照片。

脫墨漿製備時黏著物的機械性去除及省能對策
 -日本相川鐵工株式會社的各種新黏著物去除及省能設備與技術-

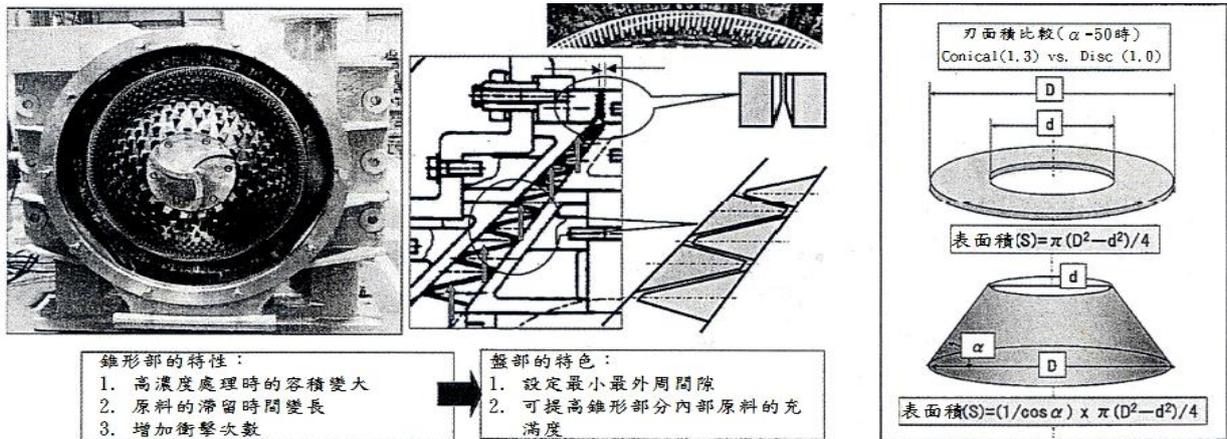
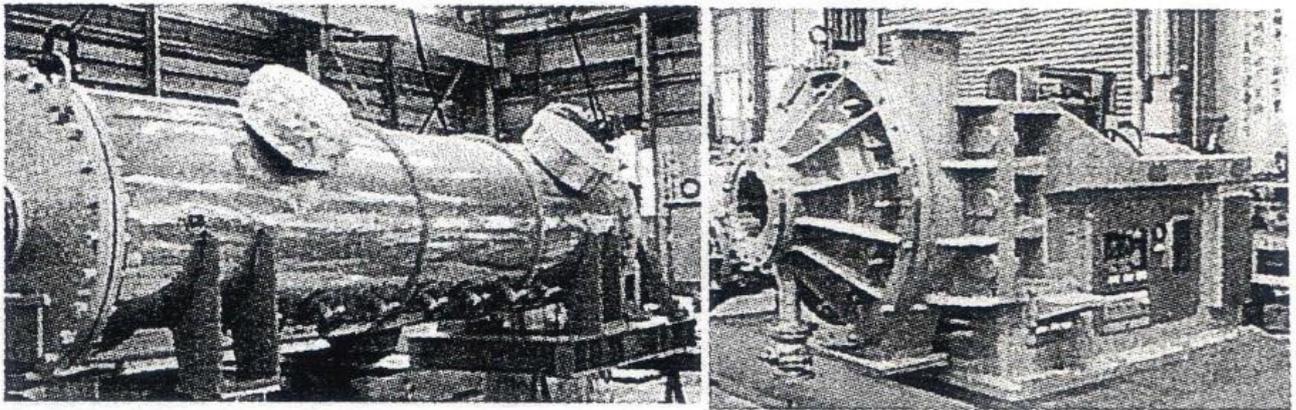


圖 25 顯示錐型盤狀分散設備的構造與原理圖(Aikawa, 2011e)



照片 3. ConiDisc 的實機照片(30 英寸 型)(Aikawa, 2011e)

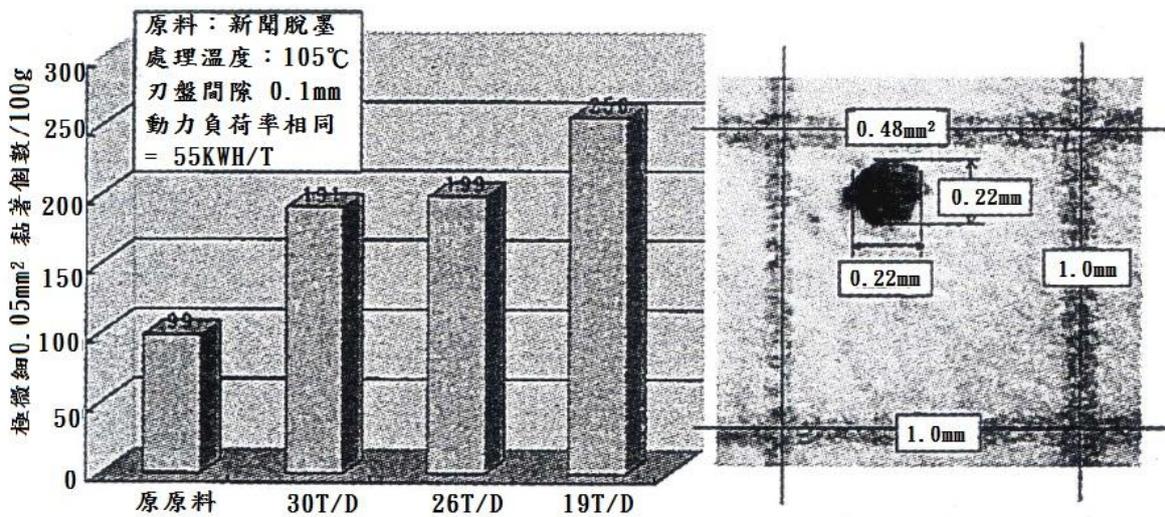


圖 26 原料在分散設備中的滯留時間對黏著物的分散效果。
 滯留時間 VS. 微細(<0.05mm²/100g)黏著物個數

2. 錐型-刀盤狀(Coni-Disc) 分散設備 對黏著物的分散效果

(1). 原料滯留時間與黏著分散效果的關係

為了提高分散效果，如何能將原料在作用區域滯留長時間，是重要的因素之一。錐型盤狀分散設備的錐形部份 (Conical part)，因能保持原料在充滿度高的狀態，作用區域容積大，較舊型的分散設備其原料具有較長的滯留時間為其特徵，因而可以發揮優越的分散效果 (圖 26)。

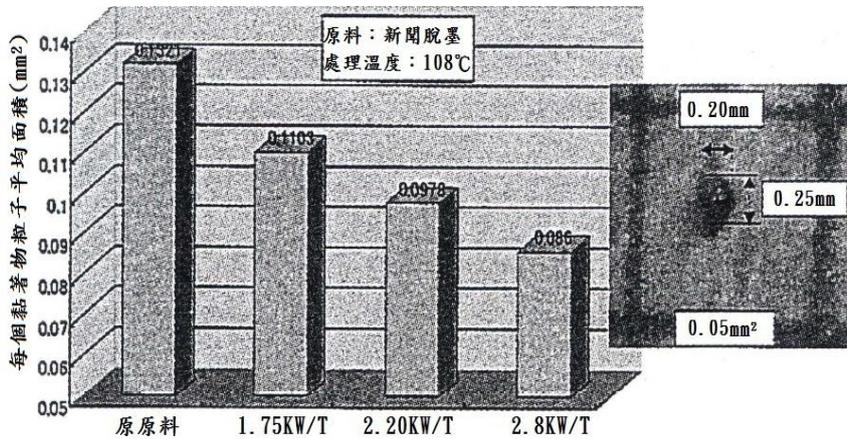


圖 27. 原料在分散設備中的滯留時間對黏著物的分散效果。投入動力 VS. 黏著物個數(mm²)

(3). 處理溫度對黏著分散效果的影響

分散 (Dispersion) 作業時的原料溫度愈高黏著物的分散率愈高。一般的熱分散裝置 (Disperser) 可分為 100°C 以下的常壓型與 120°C 左右的高壓型二種形式。黏著物分散以 120°C 左右的高壓型及稱之熱分散者較為適合 (圖 28)，其理由為在將黏著物軟化後再以強力的剪力分散之，常壓型與高壓型的轉動刀盤與刀盤的間隙 (Gap) 的不同可得到說明。

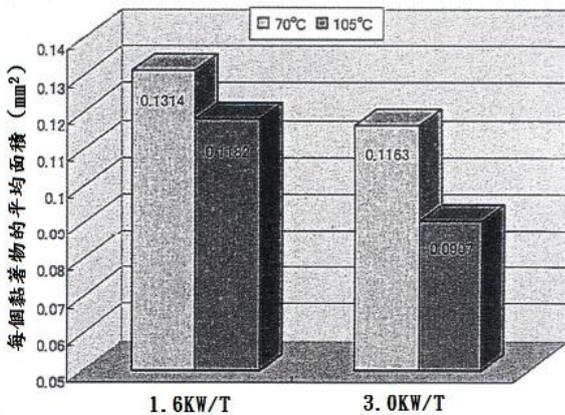


圖 28. 分散作業時的溫度對黏著物分散效果的影響

(2). 投入動力與黏著分散效果的關係

投入動力對黏著分散有大的影響。雜誌書背膠 (Hot melt) 或 臘 (Wax) 等的分散不必投入大的動力。一般，設備動力 2 kW/Ton，實際負荷動力 1.5 kW/Ton 左右就大略可以得到滿意的結果。但是，也有在黏著物的分散使用大動力設備進行。如圖 27 的說明負荷越大，越能促進黏著物的微細化，對其後的後浮選作業 (Post flotation) 時能較易去除。

那就是說，常壓型在黏著分散時必要使用狹窄的間隙，因此有使用高動力負荷的問題。高壓型者雖然以必要的狹間隙但不若常壓型需要如常壓型般的大動力需求，因此可以說明在黏著物分散時設定狹間隙時比較容易將黏著物分散 (圖 29)。

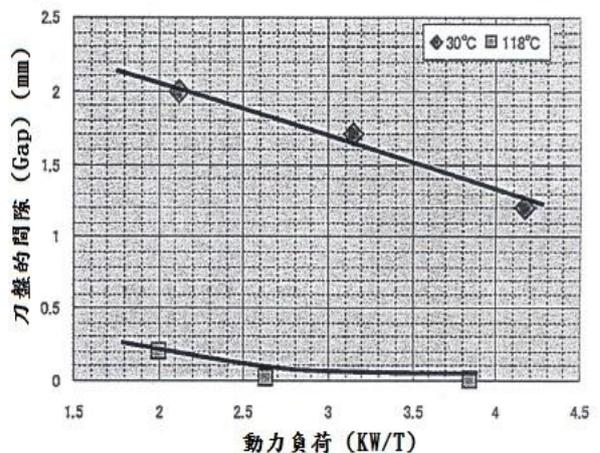


圖 29. 分散作業時的溫度與刀盤間隙對動力負荷的影響

脫墨漿製備時黏著物的機械性去除及省能對策
 -日本相川鐵工株式會社的各種新黏著物去除及省能設備與技術-

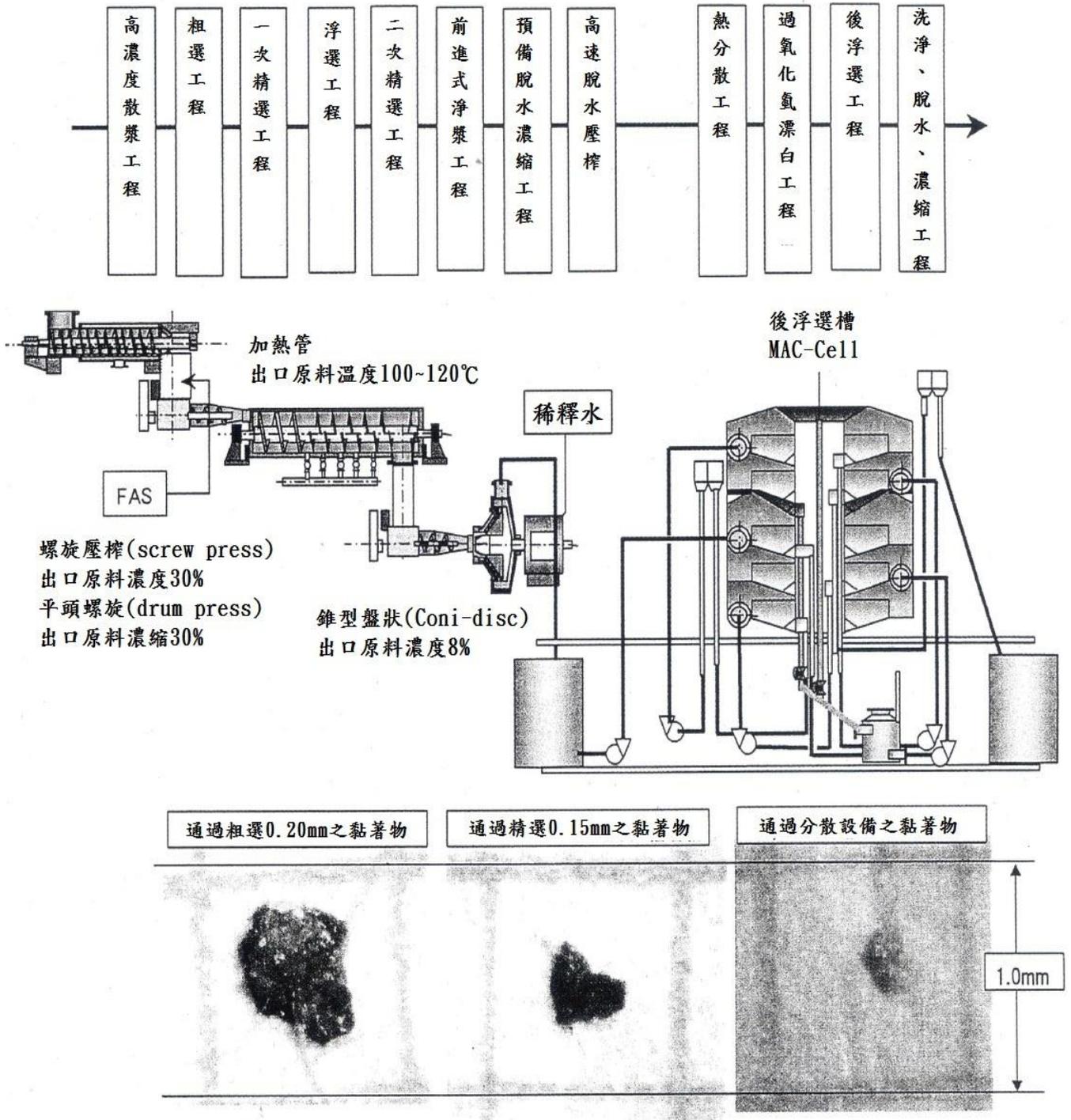


圖 30. 後浮選作業 (Post flotation)對黏著物的去除說明圖

3.後浮選作業 (Post flotation) 對黏著物的去除效果

圖 30 為後浮選作業 (Post flotation)系統的介紹。此系統為近年一般被廣泛採用 DIP 系統，通過粗篩(0.20 mm)，細篩 (0.15 mm) 之黏著物以熱分散機 (Hot

Dispersion)分散之，其後，再將殘留之微細黏著物再經浮選作業去除。在系統中再加上錐型盤狀分散設備 (Coni Disc Disperser) 分散及後浮選作業 (MAC)，其完成原料中的黏著物個數約可以降低原有系統者的 70% (如圖 31)。

七、循環濾液中微細黏著的去除

DIP 工程中包含重複的進行原料的希釋與脫水作業。因此，一般的做法為自脫水工程排出的濾液，做為再循環做為希釋水再利用。在脫水工程中微細著物質 (Micro Sticky) 流向濾液側，而在循環系統內蓄積，若再回到原料系統內則會發生問題。因此，最近的 DIP 工程為了降低清水原單位的目的及油墨粒子與微細黏著物去除為目的濾液都先經過澄清化 (Dissolved air flotation; DAF) 處理 (圖 32)。所使用此澄清化 (Dissolved air flotation; DAF) 處理設備的代表性設備為相川的 Saturn 加壓浮除設備。此設備與舊型者比較其體積非常小，且能發揮優越的性能為其特色。圖 33 為處理或不經澄清化處理處理之濾液再循環使用時對 DIP 品質的改善效果之一例，能對成紙有白度提升(提升 4 度)、黏著物減少(減少 70%)、減少漂白廢水(減少 10%)、降 COD (降低

20%)、減少清水使用量(減少 3~4 kg/T)、減少蒸氣使用量(減少 10%)(Aikawa , 2011c)。

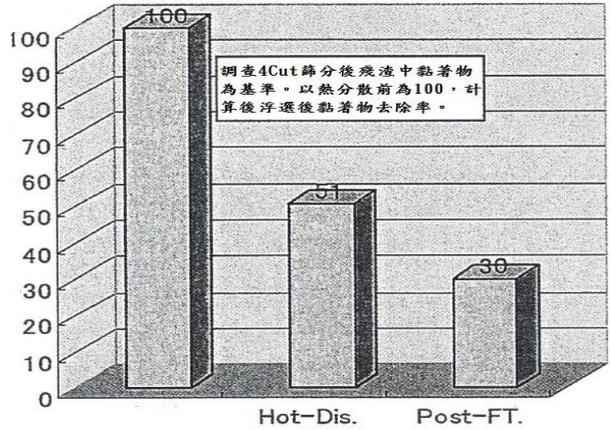


圖 31 後浮選作業對黏著物去除的影響

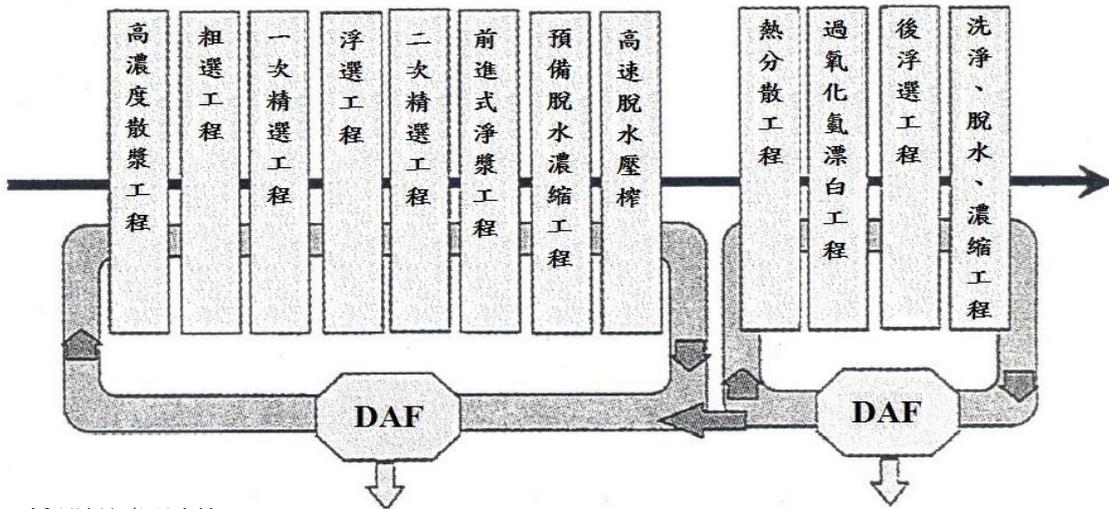


圖 32 DAF 循環濾液處理系統

白度上升	4 Point
黏著物減少	70%
漂白藥水減少	10%
COD減少	20%
清水使用量減少	3~4Kg
蒸氣使用量節約	10%

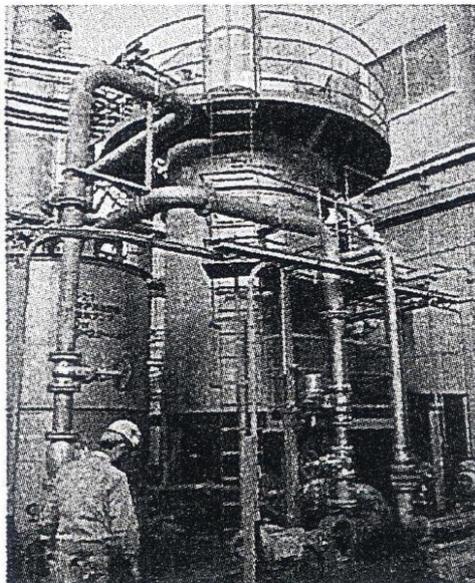


圖 33. 濾液澄清化效果(Aikawa , 2011c)

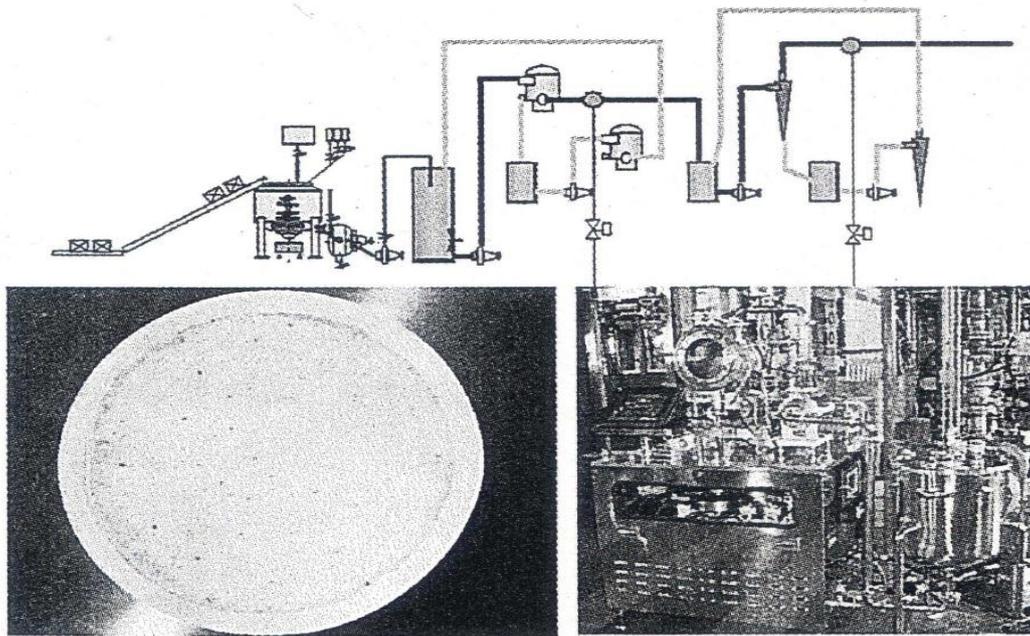


圖 34. 黏著物分離檢測器與應用例(橋場 & 杉野, 2004) (Aikawa, 2011d)

八、以黏著物檢出器 (SCAN-2) 進行品質管理

目前的處理原料中黏著物含量的多寡，如異常值持續發生，篩選部的殘渣變多，在黏著物管理上必需迅速對應處理。其一例為圖 34 所顯示，自作業生產線上取樣，將原料通過篩縫 4 ~ 6 cut (在良漿側旋轉刮水板，防止黏著物破碎的特殊超小型篩板的篩選處理)，採取原料中所含的雜異物，將其抄在濾紙上並經加熱處理，使黏著物能與一般夾雜異物區別之設備。本設備 Sticky Contamination Analyzer. SCAN 已經商品化比有實際之應用例 (橋場 & 杉野, 2004) (Aikawa, 2011d)。

九、濕端(Wet-end)黏著再凝集的防止對策之一例

即使再充實 DIP 設備，將黏著物特別是極微細黏著物、或二次黏著物 (Secondary Sticky) 帶進抄紙濕端的情形很多。除此之外，一些在完成 DIP 漿料中沒有見到大黏著物，但在濕端 (Wet-end) 也可看到，這種黏著物的一部份在送漿系統內由於空氣氣泡 (Air bubble) 的凝集作用因而形成。尤其是在製備低基重紙張時系統內的必須特別注意氣泡、溶存氣體，因疎水性黏著物與氣泡、溶存氣體之親和性高，結果在循環系樹脂等疎水性物質結合而在系統內循環，所形成之粒子塊為造成紙張中樹脂斑點的原因物質之一 (圖 35)。因而在白水循環系內累積，特別在原料中含有較高溶存氣體

含有率高的製成抄作單元設備中如幫浦、抄網、壓榨部與烘缸部可發現有沈積物沉積(圖 36) (ライナー&石原, 2003)。圖 37 為其凝集機制的說明。

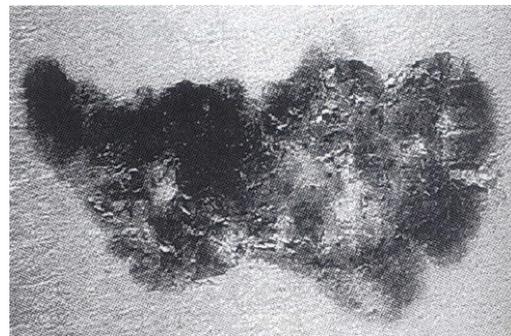


圖 35 氣泡、溶存氣體與疎水性物質結合所形成之粒子塊(ライナー&石原, 2003)

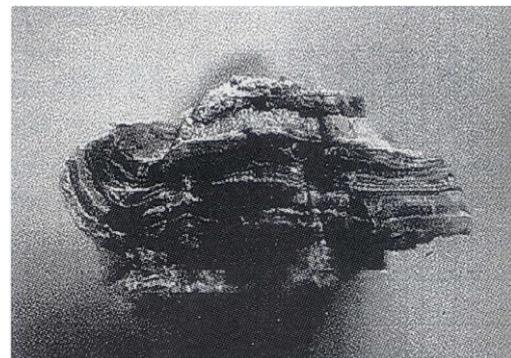


圖 36 幫浦中發現之樹脂沈積物(ライナー&石原, 2003)

為了防止因此空氣氣泡導致黏著物的再凝集的方法之一為循環白水的脫氣。廢止舊型的大型白水槽，將小型的脫氣幫浦(圖 38) 連結在紙機的白水盤(tray)，所得之脫氣白水再由送漿系統系循環使用。此系統稱之 POM Compact Wet End System (圖 39) 換抄、換色、換基重時均可在短時間完成(メイナイダー & 武富, 2003)(白尾, 2004)，(Aikawa, 2011d)。Pulp-POMp 為 POM Technology 公司開發之 POM Compact Wet End System 中的核心技術之脫氣裝置 POMp

Degasser 技術，相川公司依據 POM Technology 的經驗為基礎 Group 製造出的離心式分、離去除氣泡 (Foam) 的設備。在 DIP 工廠中的應用為在浮選槽後的原料輸送幫浦上使用，達到因脫氣候使後段濃縮機的規模大幅度的縮小。除此之外對 2 次浮選槽後原料輸送幫浦上使用能使氣泡與油墨粒子、微細黏著異物排出系統外。同時也提高 2 次浮選槽中的曝氣效率(Aikawa, 2011c)。

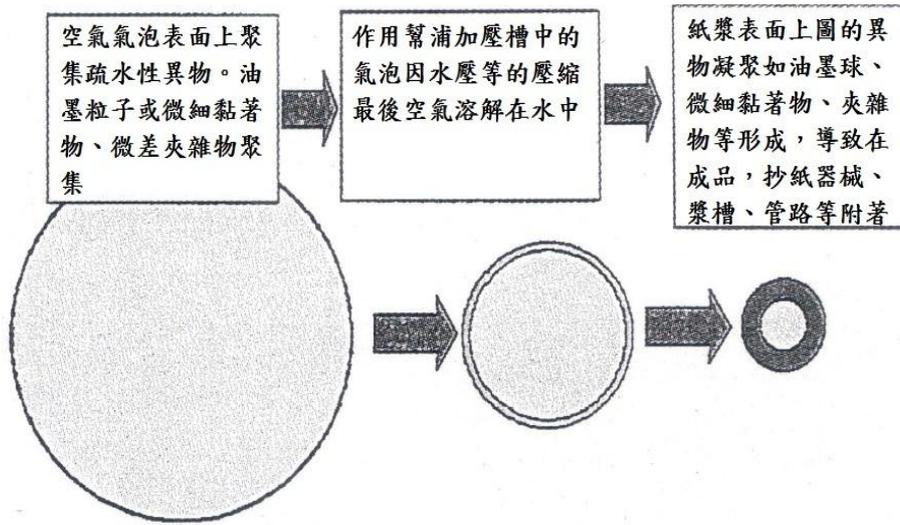


圖 37. 起因於空氣氣泡的黏著物再凝集機制

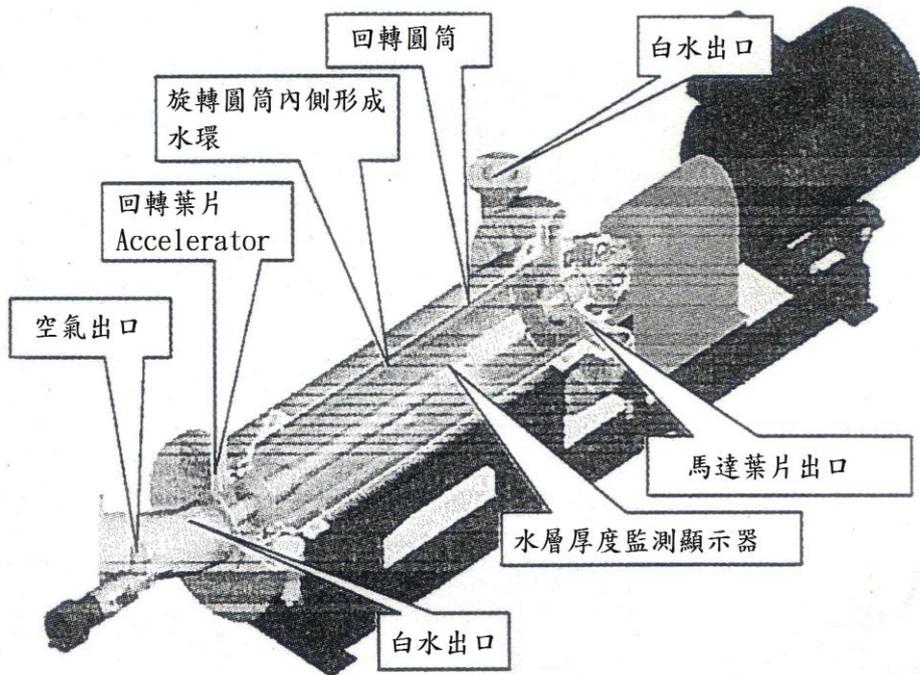


圖 38. 脫氣設備 POMp 幫浦的構造原理說明圖

十、 結論

引用上述前黏著對策技術的脫墨系統如圖 40。本系統以除理含有 UV 油墨之低品質混合辦公室紙 (MOW) 為對象

之流程。自新聞廢紙原料製備新聞用 DIP 時，以本系統雖不簡單，但可以說是目前考量黏著對策上之最佳案例。

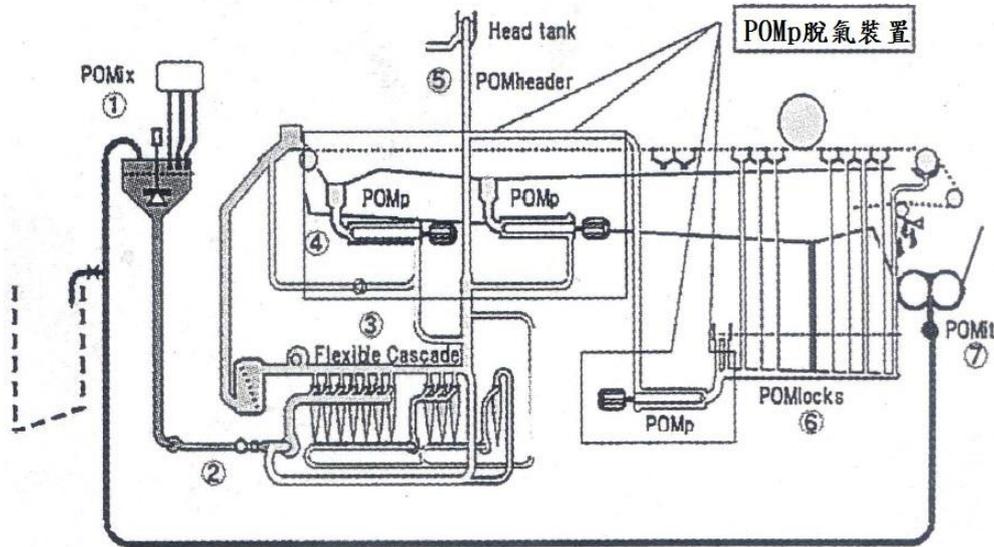


圖 39. POM Compact wet-end system 說明圖 (メイナイダー & 武富, 2003)

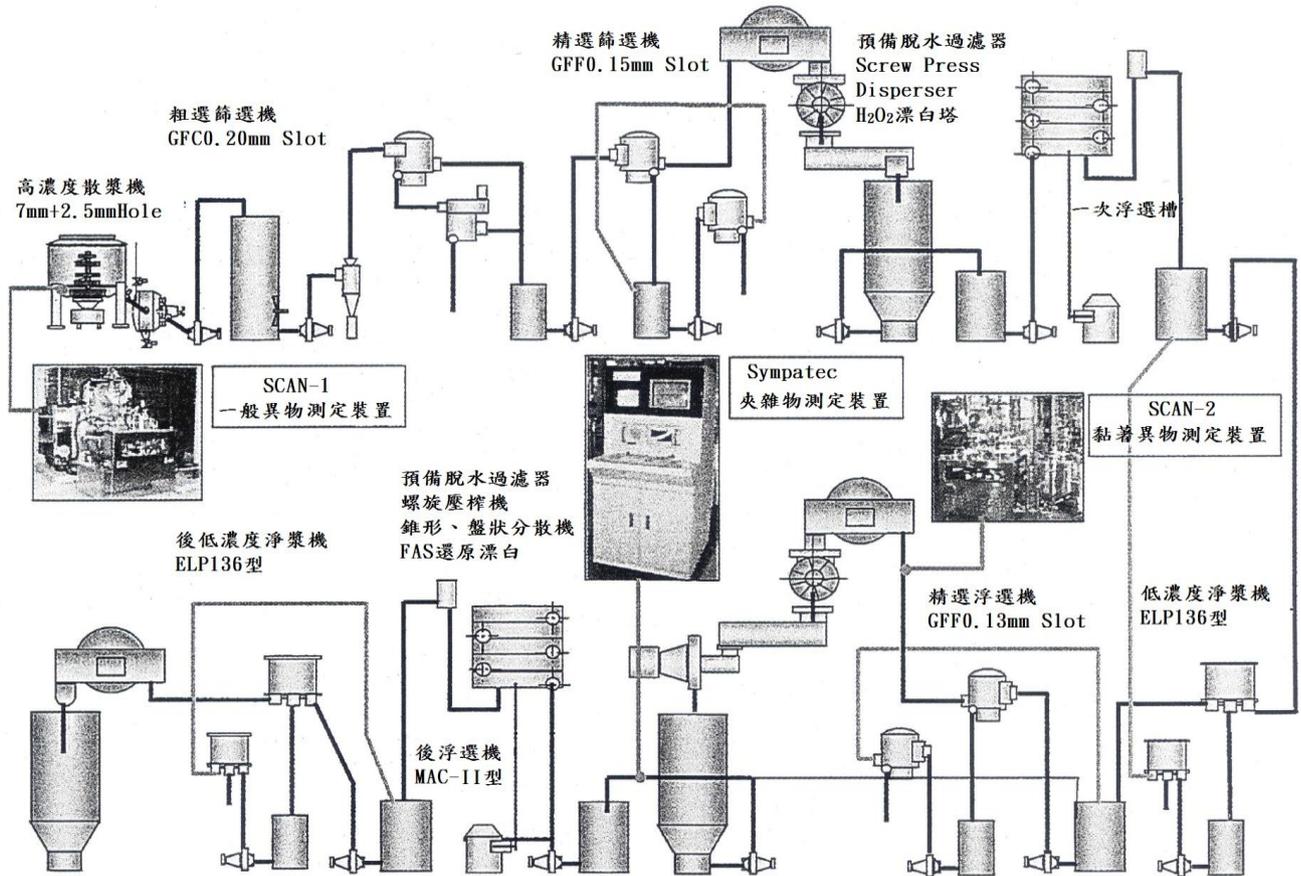


圖 40. 含黏著物對策之脫墨系統之一例(金沢, 2005a)

十一、參考文獻

1. 蘇裕昌 1999 樹脂或粘著物的監測及簡易控制法。漿紙技術 3(1):29-30
 2. 蘇裕昌 2000 抄紙系統中粘著物的形成與定量。漿紙技術 4(4) : 1-13
 3. 蘇裕昌 2011 黏著物發生及其對策。經濟部工業局 100 年度工業技術人才培訓計劃-纖維性質及漿料製備管理培訓班 Pp.195-216, 2011.04 26-28 台中。
 4. Aikawa 2011a POM ウェットエンドシステム 1。
http://www.aikawa-iron.co.jp/products/c11/c11_c1.html
 5. Aikawa 2011b AIKAWA Group がプロデュースする遠心分離式脱泡装置。 http://www.aikawa-iron.co.jp/products/c11/c11_c2.html
 6. Aikawa 2011c ポセイドン Saturn クラリファイヤー。
 7. http://www.aikawa-iron.co.jp/products/c9/c9_c2.html
 8. Aikawa 2011d 全自動異物検知スクリーン。
http://www.aikawa-iron.co.jp/products/c12/c12_c5.html
 9. Aikawa 2011e CD コニディスク(コニカル+ディスク式)ホット・ウォームディスクパーザー。
http://www.aikawa-iron.co.jp/products/c6/c6_c3.html
 10. 金沢 毅 2005a DIP における粘著除去へのアプローチ。紙パ技協誌 59 (7) : 993-1005
 11. 金沢 毅 2005b 最新のスクリーン技術—画期的省エネルギースクリーンと流体遮断による粘着除去スクリーンプレート。紙パ技協誌 59 (4) : 490-498
 12. 金沢 毅 2006 低品質古紙の利用拡大と求められる技術的な対応。紙パ技協誌 60 (7) : 995-1004
 13. 真野晉一、杉野光広 2005 コニディスクを用いた高濃度漂白について。紙パ技協誌 59(4) : 499-507
 14. 橋場峰夫、杉野光広 2004 粘着異物測定用シート自動作製装置 (SCAN—II)。紙パ技協誌 58 (2) : 199~206。
 15. 白尾剛之 2004 POM システムの操業経験。紙パ技協誌 58 (2) : 188-192
 16. メイナイダー P.O. ;武富讓治 2003 POM システムの操業—遠心脱気及び水圧クローズウェットエンシステムは予想通りの、また予想外のメリットをもらすた。紙パ技協誌 57 (12) : 1773-17822。
 17. ライナー・ラウフ、石原健一 2003 オンラインガスコントロール—脱気、脱泡の最適化が導くプロセス及び製品品質の改善。紙パ技協誌 57 (12) : 1803-1811
-
- *蘇裕昌 國立中興大學森林學系教授
*Dr. Yu-Chang Su, Professor, Dept. of Forestry, National Chung-hsing University.