紙パルプ工業における高分子凝集剤 アコフロックの利用

Application of Flocculants Accofloc for Pulp and Paper Industries

三共化成工業株式会社 田 村 正 晴 Masaharu Tamura
北 村 達 雄 Tatsuo Kitamura
三 宮 恵 定 Keijō Sannomiya

Sankyō Chemical Industries, Ltd.

近時、ヘドロ公害に端を発し、紙パルプ工業の排水問題が大きくクローズアップされ、何らかの方法で規制内に処理して排出する必要にせまられている。既に一部では多額の経費を投入してこの問題に取り組んでいる企業も見受けられるが、何分にも排水量が多く相当な費用を覚悟せねばならない。従って、より高度な処理技術が要求されるとともに優れた排水処理薬品の使用がランニングコストの低減に結びつくので、排水処理に取り組むに当たって各マシンから流出する排水の性状を良く知るとともに最適薬品の選定を誤らぬよう十分注意する必要がある。

ここに紹介申し上げるポリアクリルアミド系高分子凝集剤アコフロックは、1968年6月三共化成工業株式会社が世界的なアクリルアミド企業の第1人者であるアメリカン・サイアナミッド社(A.C.C.)と業務提携し、上市して以来各方面で好評を博しているもので特に最近紙パルプ工業で各用途に使用され注目されている。

Fig. 1

1. ポリアクリルアミド系高分子凝集剤

ポリアクリルアミドは分子量40～50万程度のものが紙力増強剤として使用されているが、凝集剤(Flocculants)として使用されるポリアクリルアミドは普通200万以上のものでさらに超高分子量のものが要求されている。特にアニオンタイプのものは加水分解の割合を変化させることにより各々特色を出している。

1) ポリアクリルアミド系高分子凝集剤

アコフロック 30, 305, 51

アコフロックはポリアクリルアミド系的高分子凝集剤で非イオン性のアコフロック30と強アニオン性の305及び弱アニオン性の51に大別される。

a) アコフロック30(非イオン性高分子凝集剤)

分子量500万以上の高重合度のもので非イオン性高度重合体としての顕著な凝集作用を有し、その凝集作用は広いpH範囲にわたり、また、各種の懸濁物に有効である。特に酸性側での効力が大であることが認められている。アコフロック30は非イオン性であるからコロイドに対しては効力は小さい。従ってコロイドを含有する分散懸濁液の凝集には電解質と併用するとき清澄作用を促進しフロックをより大きくするのに有効である。

b) アコフロック305(強アニオン性高分子凝集剤)

アクリルアミドとアクリル酸ナトリウムの分子量800万以上の共重合体でアコフロック30に比べ一般に中性からアルカリ性における凝集性能に優れ、最も広範囲に使用されている。

表 1 アコフロックの規格

規 格	テ ス ト 条 件	製 品 名		
		アコフロック80	アコフロック51	アコフロック 305 ₂
外 観		白色粒状粉末	白色粒状粉末	白色粒状粉末
水 溶 状	0.1% (w/w)	微 濁 以 下	微 濁 以 下	微 濁 以 下
乾 燥 減 量	105°C, 5時間	12 % 以 下	12 % 以 下	15 % 以 下
液 性 (pH)	0.1% 水 溶 液	5 ~ 7	5 ~ 7	6 ~ 8
(参考試験) 性 能 試 験		合 格	合 格	合 格

c) アコフロック 51 (弱アニオン性高分子凝集剤)

アクリルアミドとスルホン酸ナトリウムの共重合体で陰イオン性高度重合体としての凝集性能を有し、極めて広い pH 範囲において清澄促進に効果がある。

2) アコフロックの規格

アコフロック各製品の規格は上記表 1 の通りで、厳格なテストのもとにチェックされ出荷されている。

3) 実装置におけるアコフロックの溶解方法

実装置における溶解は各々の現場によって異なるが代表的な例は次の通りである。

A アコフロック用ディスペルサー使用の場合

- (a) 「ディスペルサー」
(b) アコフロック溶解槽
(c) アコフロック希釈槽

Fig. 2

- (a) アコフロック用ディスペルサー
アコフロックの“魚の目”を作ることなく急速に膨潤状態にし、水中に分散させる装置（詳細は後記）
(b) アコフロック溶解槽
電動攪拌機付の溶解槽で通常この溶解槽で 0.25～2 %濃度に溶解する。溶解時間は 1 時間前後を要する。
(c) アコフロック希釈槽

電動攪拌機付の溶解槽で溶解した 0.25～2% 濃度の液をさらに 0.1% あるいはそれ以下希釈し貯蔵及び使用に供する。この場合の希釈時間は数分間で充分である。溶解槽の容量が充分大きい、溶解槽が 2 個ある場合は、直接 0.1% あるいはそれ以下の濃度に溶解し希釈槽を省略することもある。

B アコフロック用ディスペルサーを使用しない場合

アコフロック用ディスペルサーを使用せず溶解する場合は次の手順で溶解する。

- (a) 溶解槽内に水を約半量入れる。
(b) 電動攪拌機を作動させ水を攪拌しながら計量したアコフロックを、水のうず巻のふちに静かに少し宛パラパラと加える。
(c) 決められた水位まで水を入れ規定濃度に希釈する。
(d) アコフロックが完全に溶解するまで攪拌を続け約 1 時間後に完全に溶解したことを確認してから使用する。

注意 攪拌が弱すぎて、うず巻流が出来ない時はアコフロック粉末が水面上でくっつき合ってゴム状のかたまりになり、溶解不良となるので注意を要する。

4) アコフロック溶解用ディスペルサー

ディスペルサーはアコフロックの溶解作業を容易にするために開発された装置で、アコフロックの粒子を瞬間的に水と混合し、水中に分散させ“魚の目”の生成を完全に防ぐことが出来る。ディスペルサーを使用することにより、液体（ペースト状）のものと同程度の時間で溶解でき作業時間が極めて短縮される。

(1) 取 付 方 法

溶解タンクの上に図のごとくに 1 インチの用水パイプを固定し、用水パイプの先端に取り付ける。ディスペルサーを掃除する場合を考慮して取り外し可能な様に取付ける。

Fig. 3

(2) 溶解操作

- A 溶解タンクに水を約 $\frac{1}{3}$ 入れ、インペラにて攪拌する。
- B ディスペンサーの圧力水バルブを全開する。
(1.5kg/cm^2 以上)
- C 計量したアコフロックをフィードホッパーへ入れる。ただちにアコフロックと水は混合し膨潤状態になり水中に分散する。これに要する時間は数分で完了する。
- D 溶解タンクに決められた水位まで水を入れる。
- E アコフロックが完全に溶解するまで攪拌を続け、約1時間後に完全に溶解したことを確認してから使用する。

(3) 保守点検

- A 空気孔がつかまっていないか点検する。
- B 使用の前後ホッパーに水がつかないように注意する。
- C 使用後上部ノズルにつまりがある場合は、上部ノズルを外して掃除する。

5) アコフロックの通常溶解濃度, 溶解時間, 希釈濃度 (表2)

6) アコフロック溶液の濃度と粘度および

表2 アコフロックの通常溶解濃度, 溶解時間, 希釈濃度

	通常溶解濃度		溶解時間	希釈濃度
	通常方式	ディスペンサー使用		
アコフロック 30	1.0% (10kg/m ³)	2.0% (20kg/m ³)	40~60分	0.3~0.03% (3kg~0.3kg/m ³)
アコフロック 51	1.0% (10kg/m ³)	2.0% (20kg/m ³)	40~60分	0.3~0.03% (3kg~0.3kg/m ³)
アコフロック 305	0.25% (2.5kg/m ³)	1.0% (10kg/m ³)	40~60分	0.1~0.01% (1kg~0.1kg/m ³)

表3 A アコフロック溶液の濃度と粘度の関係

25°C cp

濃度	%	0.1	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0
アコフロック 30	cp	6	25	69	440	1,600	3,600
アコフロック 51	cp	16	38	80	360	1,090	2,500
アコフロック 305	cp	137	380	650	1,820	4,400	—

(ブルックフィード粘度計)

B アコフロック溶液の温度と粘度の関係

cp

温度°C	濃度%	アコフロック 30			アコフロック 51			アコフロック 305		
		0.1	0.5	1.0	0.1	0.5	1.0	0.1	0.5	1.0
25	10	95	660	22	120	453	170	800	2,250	
25	6	69	440	15	80	360	137	650	1,820	
35	5	63	410	13	71	330	128	620	1,740	

(ブルックフィード粘度計)

温度と粘度の関係(表3)

7) 紙パルプ工業におけるアコフロックの利用

紙パルプ工業における排水処理はとりもおさず用水の確保と原料歩留の向上に密接な関係があるので、

各パート毎に検討されるべきものであり、それがひいては排水処理の解決につながる。ここで紙パルプ工業において現在使用されているアコフロック製品の用途と使用量、使用状況の概略をまとめると以下の通りとなる。

表 4 紙パルプ工業におけるアコフロックの利用

用 途	使用薬剤	使用量	使 用 概 況
用 水 処 理	アコフロック 30	0.03~0.1ppm	硫酸バンド、ポリ塩化アルミニウムの助剤として使用するとフロックの生成速度が速く、かたく大きなフロックが出来て、処理装置の能力をアップし運転管理を容易にする。
濾水性向上と微細繊維・填料歩留向上	アコフロック 30 " 305 " 51	50~100ppm/ パルプトン	ヘッドボックス又はリフラーで添加し濾水性の向上と微細繊維及び填料的歩留を向上する。
白水の沈降・浮上	アコフロック 30 " 305	0.5~3ppm	セツリングタンク及び浮上装置で使用し原料の回収と用水の回収を行う。
総合廃水、スラッジ処理	アコフロック 305	0.5~1ppm 20~80ppm	SSの除去を当面の目的として通常硫酸バンドと併用するとより効力が増す。又スラッジの脱水に使用される。
緑液・白液	アコフロック 305	0.5~1ppm	緑液、白液の清澄化の促進し清澄槽の能力をアップする。

8) 紙パルプ工業におけるアコフロックの試験成績

紙パルプ工業におけるアコフロックの試験成績は次の通りである。

1) 総合排水

試料分析値 pH=6.5 液温=23°C 濁度=460(ppm)

試験結果 (1) 硫酸バンドの添加量の相異と処理結果
全固形物=1,870(ppm) 浮遊物質=713(ppm) COD=86.0(ppm)

試験要旨 硫酸バンドとアコフロックとの併用により、浮遊物質並びに COD の除去を検討した。

表 5

試 験 結 果	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
硫酸バンド添加量 (ppm)	60	80	100	120	140
沈 降 速 度 (mm/min)	21.0	24.0	26.5	27.0	29.5
濁 度 (ppm)	54.5	30.0	26.0	25.5	24.0
浮 遊 物 質 (ppm)	26.0	24.5	22.5	22.0	20.5
pH	6.20	6.00	5.93	5.70	5.55
COD (ppm)	54.2	40.5	37.4	33.8	34.0
COD 除 去 率 (%)	37.0	52.9	56.5	60.7	60.4

備考: 沈降速度を除いてすべて10分経過後の測定値である。

試験結果 (2) アコフロックの種類別による凝集性能比較試験

表 6

試 験 番 号	No. 1	No. 2	No. 3
硫酸バンド添加量 (ppm)	100	100	100
アコフロック種類	アコフロック 305	アコフロック 30	アコフロック 51
アコフロック添加量(ppm)	0.45	0.45	0.45
フ ロ ッ ク 径 (mm)	Ⅲ	++	++
沈 降 速 度 (mm/min)	60.5	34.0	40.5
濁 度 (ppm)	14.0	12.5	13.0
浮 遊 物 質 (ppm)	10.0	10.0	11.5
pH	5.90	5.85	5.85
COD (ppm)	33.0	32.0	32.5
COD 除 去 率 (%)	61.6	62.8	62.2

備考:

1. フロック径、沈降速度を除いてすべて10分経過後の測定値である。
2. フロック径 $\div 1 \text{ mm}$

2) KP廃液

試料分析値 pH=7.3 液温=23.5°C 透過率=72%
COD=340.5 BOD=30 浮遊物質=102ppm

試験結果

表 7

試験番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6
硫酸バンド添加量 (ppm)	100	150	200	100	150	200
アコフロック種類	アコフロック 305	アコフロック 305	アコフロック 305	アコフロック 30	アコフロック 30	アコフロック 30
アコフロック添加量 (ppm)	1	1	1	1	1	1
フロック径 (mm)	++	+++	+++	+	+	++
透過率 (%)	75	84	94	65	69	73
浮遊物質 (ppm)	27	20	13	50	42	30
pH	6.8	6.4	6.1	6.9	6.4	6.0
COD (ppm)	120.0	99.2	80.0	143.0	126.0	113.0
COD 除去率 (%)	64.7	71.0	76.5	57.8	63.0	66.9

3) KP, SCP 混合白水

試料分析値 pH=6.9 液温=18°C 透過率=75.4%

外観 薄茶褐色

4) CGP 入り白水

試料分析値 pH=6.0 液温=18.5°C 透過率=

78.0%

試験結果

表 8

試験番号	No. 1	No. 2	No. 3
薬剤種類	アコフロック 305	アコフロック 30	アコフロック 51
薬剤添加量 (ppm)	1.35	1.35	1.35
フロック大きさ	+++	++	++
沈降速度 (cm/min)	6.8	4.5	4.2
5分後透過率 (%)	93.5	87.1	85.0
" 濁度 (ppm)	50	100	114
pH	5.53	5.45	5.43

試験結果

表 9

試験番号	No. 1	No. 2	No. 3
薬剤種類	アコフロック 305	アコフロック 30	アコフロック 51
薬剤添加量 (ppm)	1.35	1.35	1.35
フロック大きさ	+++	+++	+++
沈降速度 (cm/min)	7.5	6.2	5.8
5分後透過率 (%)	98.0	96.2	84.0
" 濁度 (ppm)	16	40	120
pH	6.03	6.0	6.0

5) 白水 (上質紙)

表 10

白水銘柄	A	B	C	D	E	F	G
白水濃度 (%)	0.97	0.90	1.00	0.36	0.49	0.81	0.44
" 灰分 (%)	79.4	77.8	65.0	72.5	76.8	63.7	70.4
" pH	5.9	5.9	5.2	5.3	5.6	5.4	5.1
アコフロック 305 添加量 (ppm)	2.3	2.3	2.2	2.2	2.3	2.1	2.1
沈降速度 (m/h)	6.0	6.8	0.5	12.0	4.5	7.8	9.0
10 分後濁度 (ppm)	10	10	10	40	10	10	40

白水銘柄	H	I	J	K	L	M	N
白水濃度 (%)	0.24	0.20	0.14	0.27	0.26	0.23	0.17
" 灰分 (%)	59.1	63.4	71.3	66.5	68.6	80.3	70.2
" pH	5.0	4.8	4.55	5.05	5.1	4.7	4.6
アコフロック 305 添加量 (ppm)	2.2	2.2	2.1	2.1	2.3	2.3	2.3
沈降速度 (m/h)	4.8	11.8	6.8	4.6	5.9	9.0	6.0
10 分後濁度 (ppm)	60	80	300	150	150	300	250
NaOH 添加量 (ppm)		40	100	20		40	40
NaOH 添加後 pH		5.75	4.7	5.9		5.8	4.8
沈降速度 (m/h)		25.2	6.6	7.5		19.2	5.6
濁度 (ppm)		20	100	10		30	100

6) 白水 (中質紙)

試料分析値 pH=3.95 液温=30°C 透視度=1.5

試験結果

表 11

試 験 番 号	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4	
	A	B	A	B	A	B	A	B
アコフロック 30 添加量 (ppm)	1.77		1.33		0.88		0.44	
他 社 品 添 加 量 (ppm)		20		15		10		5
フ ロ ッ ク 大 き さ	冊	++	冊	++	冊	+	冊	+
沈 降 速 度 (cm/min)	9.29	1.09	6.70	1.03	3.95	0.95	2.63	1.12
pH	4.2	4.2	4.13	4.12	4.2	4.21	4.3	4.21
透 視 度 (度)	16	9.5	15	7.5	12	1.9	6.5	1.8
Sludge vol (%)	20	38	20.3	38.5	23	40	28	41

7) 白水 (下級紙)

試料分析値 pH=4.5 液温=22°C 透視度=2.3

試験結果

表 12

試 験 番 号	No. 1		No. 2		No. 3	
	A	B	A	B	A	B
アコフロック 30 添加量 (ppm)	1.77		1.33		0.88	
他 社 品 添 加 量 (ppm)		20		15		10
フ ロ ッ ク 大 き さ	冊	++	冊	++	冊	+
沈 降 速 度 (cm/min)	2.92	0.82	3.09	0.65	2.84	0.23
pH	4.03	4.1	4.13	4.12	4.05	4.05
透 視 度 (度)	30	30	27	24	30	30
Sludge vol (%)	42	70	42	71	41	73

8) 蒸煮廃液 抄造排水

A) 蒸煮廃液 (NaOH, Na₂S 含有)

試料分析値 pH=6.6 比重=1.010 液温=16.5°C

透過率=2.0% 色差 L=24.37%

a=+6.0% b=+11.20%

B) 抄造排水 (Al₂(SO₄)₃ 含有)

試料分析値 pH=7.1 比重=1.003 液温=16.5°C

透過率=3.3% 色差 なし

試験の組合せ

[1] A) 単独 [2] A): B)=1:1 [3] A): B)=1:2

試験結果

表 13

試験番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5	No. 6	No. 7
試料種類 ポリ塩化アルミニウム添加量 (ppm) NaOH 添加量 アコフロック 305 添加量 (ppm)	試料〔I〕	試料〔I〕処理 24000 10	試料〔II〕	試料〔II〕処理 12000 10	試料〔III〕	試料〔III〕処理 7000 10	試料〔III〕処理 7000 pH=7 まで添加 10
フロック大きさ (mm)		++++		++++		++++	++++
沈降速度 (cm/min)		22.8		22.8		45	45
注1) 色度 L 値 %	24.37	79.38	30.80	96.40	43.93	97.20	95.55
" a 値 %	+6.0	+0.1	+6.0	-1.43	+3.8	-1.2	-0.6
" b 値 %	+11.20	+19.13	+12.20	+8.85	+14.58	+6.58	+7.60
注2) 透過率 (吸光度) %	2.0 (1.700)	51.1 (0.292)	5.2 (1.285)	91.6 (0.038)	10 (1.00)	93.5 (0.029)	93.2 (0.031)
注3) 比重 (16.5°C)	1.010	1.009	1.006	1.006	1.007	1.006	1.006
pH	6.6	4.2	6.85	4.1	6.90	4.2	6.8
スラッジポリューム %	—	45	—	45	—	45	38.5

注 1) 脱イオン水の色度は L=100% a=0% b=0%

注 2) 水道水の透過率は 100%

注 3) 水道水の比重は約 1.003 (16.5°C)

9) 白液

試料分析値 pH=12 以上 液温=73°C

試験方法概要

アコフロック 305 1.0ppm を実装置に添加し, 30 分
毎にシリンダー試験を実施した結果を記す。

試験結果

表 14

試験番号	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
経過時間	1 時間	I 時間30分	2 時間	2 時間30分	3 時間
沈降速度 (cc/min)	102.0	116.0	142.0	286.0	300.0
5 分後濁度 (ppm)	61.5	60.5	58.0	20.0	22.5
スラッジ量 (%)	18.0	17.5	17.0	14.5	13.9
pH	12以上	12以上	12以上	12以上	12以上

沈降速度曲線図 (C)

(原稿受付 昭 45. 12. 7)

書籍紹介

日一英, 仏, 独, 西, 瑞, 露, 中国語対訳

製紙辞典 A 5判 400 ページ 2,000円

製紙技術者ばかりでなく, 関連の方々にも役立ちます。

抄紙機械解説(長網編) B 5判 200 ページ 600円

円網編は在庫しません。

紙パルプ工業の熱利用 A 5判 320 ページ 800円

以上は在庫しておりますから, ご希望の方は著者の

174 東京都板橋区常盤台 1-21-19 磯田清蔵

(振替 東京 151428) あてに直接お申込み下さい。

送料は郵便料値上げ以前 (3 月末迄) は著者負担と
します。

円網抄紙機については, 技術全書第 7 巻和紙の製造・
板紙の抄造に述べてあります。紙パルプ技術協会へお
申込み下さい。