

製鋼用フォーミング抑制剤 共同研究における成果報告

共同研究メンバー各社

福岡県リサイクル総合研究センター
九州製紙株式会社
HOKO株式会社
福岡県工業技術センター化学繊維研究所
TOTO株式会社

2008 07. 30.
発表者：TOTO株式会社

目次

1. 共同研究会の設立

- 1) 共同研究会体制
 - 2) 共同研究会メンバー紹介
 - 3) 共同研究メンバーの役割と研究項目
-

2. 製鋼用フォーミング抑制剤共同研究報告

- 1) 製鋼用フォーミング抑制剤について
- 2) 製鋼用フォーミング抑制剤共同研究背景
- 3) 試作試験の実施
- 4) 物性評価と品質確認
- 5) 今後の運用について
- 6) 最後に

目次

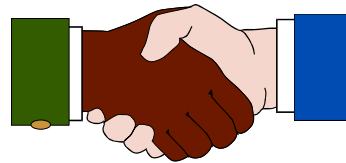
1. 共同研究会の設立

- 1) 共同研究会体制
- 2) 共同研究会メンバー紹介
- 3) 共同研究メンバーの役割と研究項目

2. 製鋼用フォーミング抑制剤共同研究報告

- 1) 製鋼用フォーミング抑制剤について
- 2) 製鋼用フォーミング抑制剤共同研究背景
- 3) 試作試験の実施
- 4) 物性評価と品質確認
- 5) 今後の運用について
- 6) 最後に

九州製紙(株)では、
古紙としての再生が不可
能となった産業廃棄物
である製紙スラッジをセ
メント原料として排出す
る他、製鋼用のフォーミ
ング抑制剤として再資
源化していた

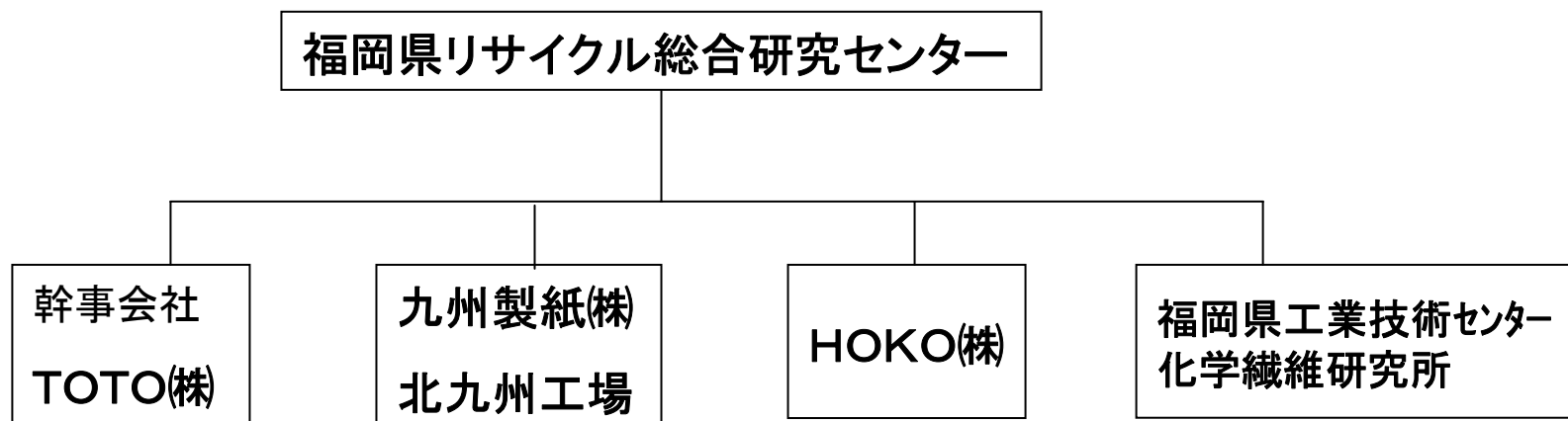


TOTO(株)は、衛生陶
器製造工程から排出さ
れる排水汚泥(プレス
土)を産業廃棄物として
セメント原料として処
理しているが、新規の再
利用先を開拓していた

フォーミング抑制剤の比
重調整のため鉍滓や
粘土原料を添加してい
るが設備の磨耗、コス
ト面で課題があった

両社の問題点を知る福岡県リサイクル
総合研究センターにより、フォーミング抑制
剤へのプレス土の活用が提案され、安定
した品質のフォーミング抑制剤の製造を
目指し研究開発を行うことで合意した

製鋼用フォーミング抑制剤共同研究会体制



平成19年度の共同研究事業として、共同研究メンバー4社で製鋼用フォーミング抑制剤の開発および事業化を目指して活動を開始した

メンバー会社紹介

★九州製紙(株)

所在地:北九州市八幡東区

九州製紙(株)北九州工場は北九州エコタウン認定地域に立地し、西日本地域で発生する様々な古紙を再利用し、高品質のトレットペーパーを生産する最新鋭工場。工場の排水処理で出る汚泥(製紙スラッジ)を加工し、製鉄工程で不純物を取り除く際に必要なフォーミング(発泡)抑制剤として廃棄物の循環利用を実現している。
グループ会社到大分製紙(株)、日本フィルム(株)などがある

★HOKO(株)

所在地:大分県大分市津守

平成18年9月に豊光リサイクルセンターから現社名となる。同時にISO14001を認証取得し、環境循環型社会への貢献を企業方針としている産業廃棄物処理業社。大分県、大分市をはじめ福岡県、北九州市、宮崎県の収集運搬許可の取得と大分県内に中間処理施設を保有している。
事業内容としてリサイクル製品の取扱を行っている

★福岡県工業技術センター 化学繊維研究所

所在地:福岡県筑紫野市上古賀

工業技術センターは、地域中小企業の研究開発機能等を担っている技術支援機関であり、産学官連携による共創をはじめ、各種技術支援、外部評価を行っている。化学繊維研究所は、金属系を除く有機・無機材料の基幹研究所として、ナノセラミック、機能材料、高分子材料の技術支援、研究を行っている

★TOTO(株)

所在地:福岡県北九州市小倉北区

北九州に会社を設立し、昨年90周年を迎えた衛生陶器をはじめとする住宅設備のメーカー。国内外に13の衛生陶器生産拠点をもち、小倉工場は、国内生産量390万ピース／年のうち、約50万ピースを生産している

各社の研究項目

TOTO(株) : 幹事会社としての研究会運営、原料(プレス土)の供給

九州製紙(株) : } 原料(製紙スラッジ)の供給、生産試験および製造条件確立、
HOKO(株) : } フォーミング抑制剤の要求品質調査、販売ルート開拓、先行特
許調査

福岡県工業技術センター : 原料の品質評価・分析、フォーミング抑制剤の品質
評価・分析

福岡県リサイクル総合研究センター : 共同研究会のコーディネート

目次

1. 共同研究会の設立

- 1) 共同研究会体制
 - 2) 共同研究会メンバー紹介
 - 3) 共同研究メンバーの役割と研究項目
-

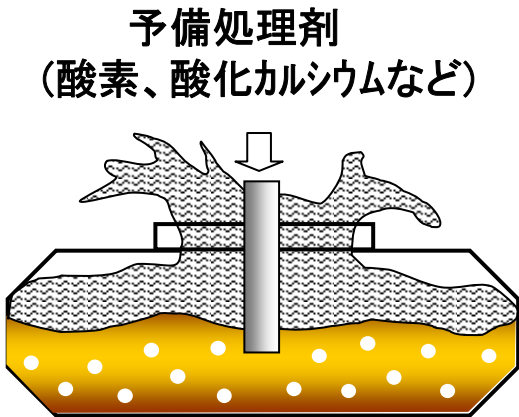
2. 製鋼用フォーミング抑制剤共同研究報告

- 1) 製鋼用フォーミング抑制剤について
- 2) 製鋼用フォーミング抑制剤共同研究背景
- 3) 試作試験の実施
- 4) 物性評価と品質確認
- 5) 今後の運用について
- 6) 最後に

フォーミング抑制剤とは？

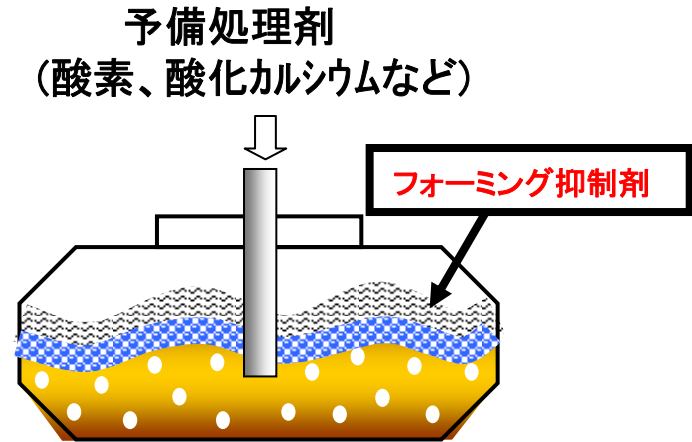
製鉄工程の転炉において、不純物除去のため予備処理(O_2 ガス、酸化カルシウムなどの添加)により発生するガスなどでスラグが発泡する。そこで、**フォーミング抑制剤**を転炉に投入する事で、スラグと溶鉄の界面付近に沈降させ、ガスの抜け道を作り**フォーミング(発泡)現象を鎮静化する**

フォーミング抑制剤を添加しない場合



予備処理により発生したガスで、スラグが発泡してしまう！

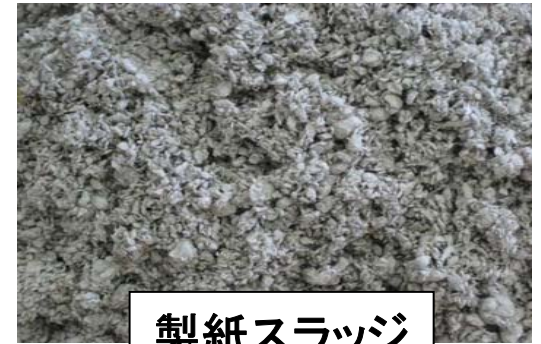
フォーミング抑制剤を添加した場合



フォーミング抑制剤がガスの抜け道を作り発泡を防ぐ！

製紙スラッジ

古紙が回収され再生紙として生まれ変わる過程で、繊維が短いため紙として再生されないスラッジ(かす)



製紙スラッジ

現在のリサイクル方法と問題点

- ・セメントメーカーへの引き取り依頼(セメント原料として使用)
→引き取りに費用が発生する。他の廃棄物の引き取り増により年々高額化。
また、引き取り量にも制約がある。
- ・製鉄用フォーミング抑制剤への利用
→まだ販路が確立されておらず、生産量拡大の余地がある。
比重調整や成型性について改善の余地有り。

プレス土

衛生陶器の成形工程において、成形体の表面仕上げ時の洗浄水や、調製・成形・施釉工程での清掃時の排水が回収され、排水処理設備にてフィルタープレスされた物



プレス土

現在のリサイクル方法と問題点

- ・自社内部での素地泥漿への再利用
→素地泥漿の性状が変動してしまう為、すべて使用する事は出来ない。
- ・瓦メーカーへの売却(瓦原料として使用するが売却量は減少傾向にある)
- ・セメントメーカーへの引き取り依頼(セメント原料として使用)
→引き取りに費用が発生する。他の廃棄物の引き取り増により年々高額化。

製鋼用フォーミング抑制剤への使用検討

従来のフォーミング抑制剤は、環境負担を配慮した産業廃棄物活用の立場から、古紙が回されて再生される過程で発生する短繊維の再生されない製紙スラッジを使用している。

しかし、製紙スラッジだけでは均質で安定した品質を得にくいいため、比重調整や成形性向上のために、鋼滓スラグや粘土類を添加することもあった。

ただし、鋼滓スラグは硬い為、設備の磨耗が激しい等生産性に問題があった。また、粘土類の添加についても購入によるコスト増という問題があった。

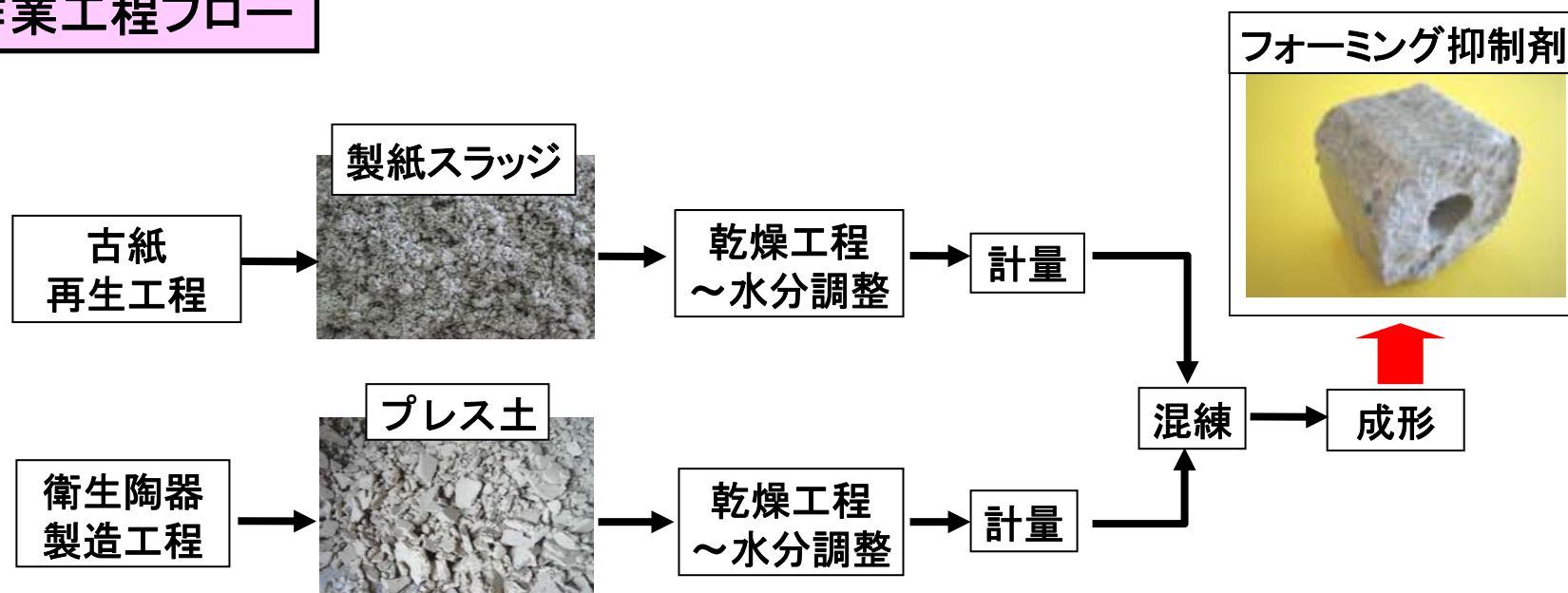
そこで、弊社の衛生陶器製造工程において発生するプレス土を使用する事を検討した。

試作試験の実施

試作試験の実施

弊社及び本共同研究メンバーであり、実際にフォーミング抑制剤を製造している九州製紙(株)殿、HOKO(株)殿と協力し、製鉄所・製鋼メーカーや工場に採用してもらえ品質・コストでの作り込み、及び配合比率、水分量の適正化を図り、定常的に一定品質の製品が出来る製造技術を確立することを目標に試作試験を実施した。

作業工程フロー



第1回目試作試験

1回目の試験では、プレス土の初期水分率が高い(約30~40%)事を考慮し、試験時のプレス土の水分率を高め(水分率28%)に設定し、添加率5%で試作を行った。



試作品の品質及び成型状態には問題無かったが、水分が高い為搬送スクリーにプレス土が付着して、過負荷による停止が多発するなど生産性に問題が生じた。

プレス土の水分率が生産性に大きく影響する事が判明した為、2回目以降の試験では、天日乾燥により水分率を10%以下にして実施する事とした。

第2～5回目試作試験

プレス土の水分率を天日乾燥により**10%以下に低減させる事で、設備へ負荷を掛けずに生産可能**である事が確認できた。

そこで、プレス土添加率を段階的に増加させて試作試験を実施した。

(2回目7~8%、3回目10%、4回目15%、5回目20・25・30%)



天日乾燥を行う事で水分を低減させる事は出来たが、乾燥場所確保や作業負荷増加等新たな課題が判明した。



ひび



屑の発生

プレス土の添加率を15%以上にした場合、試作品のひび・屑の発生が多くなった。また、プレス土搬送装置能力の問題で、10%以上添加すると生産性が低下した。

物性評価及び成分分析の実施

本共同研究メンバーであり、測定についての豊富な知見を持っている福岡県工業技術センター化学繊維研究所殿に、現行品、試作品の物性評価及び原料、現行品、試作品の成分分析を依頼した。

現行品及び試作品の物性評価結果

	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目		
現行品水分 (%)	13.5	12.9	12.6	14.5	18.4		
現行品比重	1.24	1.63	1.65	1.69	1.67		
現行品圧縮強度 (Mpa)	5.2	5.7	5.6	6.0	4.5		
プレス土添加率 (%)	5	7~8	10	15	20	25	30
試作品水分 (%)	14.8	13.3	12.9	14.5	15.6	15.3	14.7
試作品比重	1.25	1.57	1.73	1.69	1.73	1.76	1.81
試作品圧縮強度 (Mpa)	4.7	5.3	5.8	6.0	4.3	3.9	3.9

プレス土の添加率を15%まで増加させる事により、強度は増加した。
また、プレス土の添加率を調整する事で比重調整が可能であることがわかった。

原料成分分析結果

成分	含有率(wt%)		
	プレス土		製紙スラッジ*
	第2回目	第3回目	
Na ₂ O	0.68	0.62	0.08
MgO	0.94	1.1	7.2
Al ₂ O ₃	23	21	30
SiO ₂	64	67	31
P ₂ O ₅	0.06	0.05	—
SO ₃	0.36	0.32	2.3
Cl	0.01	0.01	0.29
K ₂ O	3.0	3.6	0.18
CaO	3.8	3.2	26
Fe ₂ O ₃	0.79	0.85	1.1
ZnO	1.7	1.5	
SrO	0.02	0.02	
ZrO ₂	2.1	1.1	

製紙スラッジの主成分は、Al, Si, Caであり微量のS分を含んでいた。
 また、プレス土の主成分は衛生陶器の原材料成分とほぼ同成分で、
 変動も想定される範囲内であり、成分上の問題は無かった。

現行品、試作品の成分分析結果

成分	試作品とプレス土添加量						
	第1回目	第2回目	第3回目	第4回目	第5回目		
	5%	7~8%	10%	15%	20%	25%	30%
Na ₂ O	—	0.12	0.11	0.52	0.37	0.71	0.42
MgO	2.8	3.3	4.1	3.2	3.1	2.4	2.4
Al ₂ O ₃	14	16	17	18	16	18	18
SiO ₂	20	22	23	33	33	41	43
P ₂ O ₅	0.77	0.70	0.69	0.37	0.30	0.23	0.27
SO ₃	5.6	5.4	5.1	1.0	1.2	1.1	0.96
Cl	0.64	0.66	0.66	0.52	0.38	0.55	0.30
K ₂ O	0.74	0.70	0.70	1.0	1.4	1.8	1.9
CaO	50	47	45	37	38	30	27
Fe ₂ O ₃	2.8	2.5	3.2	1.9	2.2	1.6	1.6
ZnO	0.84	0.12	0.12	0.96	1.5	1.6	1.6
SrO	0.07	0.08	0.10	0.04	0.05	0.04	0.39
ZrO ₂	0.56	0.60	0.60	0.88	—	1.6	1.7
TiO ₂	—	—	—	1.6	1.5	—	—

試作品の成分はプレス土の増加に伴い、SiO₂の増加、CaOおよびSO₃の減少など、原料成分を反映した結果が得られた。また、原料成分同様水銀、鉛、カドミウムなどの有害物も含まれていないことを確認した。

《試作試験で確認された事項》

- ・プレス土の水分率が高い状態では、設備への付着により生産性低下が発生したが、水分率を低下させる事により、製紙スラッジとの混合状態が良好となり、成型機での流れも良くなった
- ・プレス土を添加することにより、個々のフォーミング抑制剤の重量が増す為、生産量の増加が見込まれる
- ・プレス土の添加率増加に伴い製品強度は増すが、添加率15%以上になるとひび割れや屑の発生が見られた
- ・プレス土の添加作業において、搬送スクルー部の設備磨耗やプレス土の水分率低減処理など、新規の課題が見つかった

以上の事から、製品品質の確保および設備の生産効率を考慮すると、プレス土の水分率は10%以下にして添加することが望ましく、現有設備で運用するにはプレス土の添加率は7%程度が適切である。

フォーミング抑制剤にプレス土を使用した場合のメリット

- ① **プレス土の添加により重量と強度が増し、型崩れしにくい**
 - 転炉投入でのフォーミング抑制効果の向上が期待できる
 - 搬送作業などの生産性向上にもつながる可能性あり
- ② **プレス土は粒度が微粒である**
 - 成形性が向上し、均質で安定的な品質の製品を製造できる
- ③ **水銀、鉛、カドミウムなどの有害物質が含まれていない**
 - フォーミング抑制剤に添加しても有害な物質が発生する恐れがない
- ④ **従来は産業廃棄物であったプレス土及び製紙スラッジを活用**
 - 廃棄物の減量化などの環境負担の発生を抑制することができる

フォーミング抑制剤にプレス土を使用した場合の課題

①プレス土の水分率低減処理方法の検討

→天日乾燥による水分率低減は乾燥場所確保や作業負荷増加等の課題がある為、効率的な水分低減方法を確立しなければならない。

②実運用に向けた採算性の改善

→新たに判明した設備メンテナンス費、人件費を含めた固定費などの生産コスト増加への対策が必要となる。

本試験により、プレス土を添加する事でフォーミング抑制剤の品質は確実に向上する事がわかった。今後は、研究活動の中で判明した新たな問題点の解決に取り組むと共に、環境負荷低減への貢献や、企業間リサイクルシステムの構築に向け、運用開始を目指す

本共同研究を進めるに当たり、
単独の企業では成し遂げる事が出来なかったテーマ
について、共同研究メンバー選定や種々の調整を
行って頂いた福岡県リサイクル総合研究センター殿の
尽力により実用化の目処を付ける事が出来ました。
この場をお借りして御礼申し上げます。
今後とも運用拡大に向けてのご支援、よろしくお願い
致します。

また、共同研究メンバーである九州製紙(株)殿、HOKO
(株)殿、福岡県工業技術センター化学繊維研究所殿に
ご協力を頂いた事も、合わせて御礼申し上げます。

本日は、お忙しい中ご静聴頂き
ありがとうございました。

あしたを、ちがう「まいにち」に。

TOTO