

選鉱製錬研究会記事

雑誌名	東北大学選鉱製錬研究所彙報
巻	30
号	2
ページ	126-136
発行年	1975-03-25
URL	http://hdl.handle.net/10097/00114211

選 鋳 製 錬 研 究 会 記 事

第10回鉄鋼製錬研究懇談会

(昭和49年12月12日
於 東北大学選鋳製錬研究所)

主題：スラグの有効利用

出席者：沢口藤雄（秋田製錬）；久保田彰（旭化成）；土谷幸司（栗村金属）；川原業三（岩手製鉄）；鈴木康三（伊藤製鉄）；板倉慶次・三池和博（小名浜製錬）；佐野実・藤沢旭・吉越成光・佐々木稔・宮川三郎・斎藤良生（川崎製鉄）；吉岡邦宏・今西信之（神戸製鋼）；佐々木慶彦（鋼管鋳業）；小沢晨哉・川合康夫・本田宗高・斎藤豊・海老沼彰・松尾正（昭和電工）；久田清明（新日鉄化学）；的場幸雄・国井弘道・西田信直・城戸英彦・佐々木稔・安生浩・伊藤建三・山田裕久・二村英治・山口孝之・佐藤進・尾野均・高橋敏夫（新日鉄）；伍賀敬・吉永真弓・重松達彦（住友金属工業）；藤森正路・中沢元一・井上良三（住友金属鋳山）；中村喜義（塵肺研究所）；矢島忠義（西武化学）；荒木（大同製鋼）；佐土原浩・柴藤昭彦・中根千富・板橋靖雄（鉄原）；江見稔・有沢範貞・浜島勝敏（東邦亜鉛）；斎藤米増（東北特殊鋼）；岩淵昌二・植田晃一・佐藤圭・工藤正春・山内利秋・山道吉和（同和鋳業）；横山晃一（中山製鋼）；石井明・佐竹孝志・高平二郎・田中保・西岡良夫（日曹金属）；小林正・今田正春・塚田祐一・鈴木驍一（日本鋼管）；三次隆（日本軽金属）；武田宏一・平山英男・江本領男・笠井俊一（日本鋳業）；木村義行・奥田欽之助（日本重化学）；斎藤龍太郎・小林孝治・前田健二・松崎三千弘（日本製鋼）；小林敏夫（日本特殊鋼）；大住善健・駕海任（日本磁力選鋳）；駒井聰吉・角田実（日本電工）；西富祐一（日本テトラポット）；菅原雄伍（八戸製錬）；桑山健（日向製錬）；副島康弘（福島製鋼）；加藤俊夫（古河鋳業）；平川整四郎・渡辺威文・中村碩徳・木下芳明・西見文夫（三井金属鋳業）；松行憲治（三菱セメント）；鹿島俊作（矢作製鉄）；石亀隆・香坂昌敬・杉本伊二郎・鷹羽亮（ラサ工業）；宮下毅（菱邦リサイクル）；肥田昇・和泉学・岡原義旦・山崎拓（工業技術院東北工業試）；一条美智夫・小林治二（公害資源研）；小野健二（日本工大）；斎藤恒三（八戸工大）；伊藤公吉・小池一男・大塚健二（秋田大学）；後藤佐吉（東京大学）；不破祐・井口泰孝・石井不二夫・

亀田和夫・万谷志郎・沈載東（東北大学工学部）；南部松夫・大谷正康・菅野卓治・矢沢彬・谷内研太郎・大森康男・臼井進之助・戸沢一光・高橋愛和・白石裕・八嶋三郎・八木順一郎・梅津良昭・加藤清一・津安英・鹿野新平・岡田茂・小林三郎・井上博文・渡辺俊六・江口元徳・水渡英昭・高橋礼二郎・早稲田嘉夫・辛島由美子・高野勝利・照井敏勝・石井正夫・伊藤良雅・山崎良悟・桐谷利信・小野内徹（東北大選研）（順序不同，敬称略）

(1) 諸外国におけるスラグの有効利用と研究の現状（高炉篇）

日本鋼管(株) 小林 正

1972年，数名のグループで，欧米のスラグの利用状況を出張調査した結果を報告した。研究については特に目新しいものはなかったが，各国にそれぞれ鋳滓協会的な業者等の団体があり，これを通じ各社からの出資により共通的な問題を外部へ依頼研究しているのが一般であるが，会社によっては，独自に研究機関をもっているものもある。しかしその数は少い。また特に水滓の利用について調べた。国によって事情が異っているが一般的には日本より多量に利用されている。特にソ連は高炉滓の殆んどを水滓にして，高炉セメントを製造し，フランスは水滓をかなり道路用に使用しているのが目立つ。また最近のヨーロッパの新鋭製鉄所の高炉は殆んど水滓を製造している。其他国別の特徴として，イギリスはアスファルト骨材が最も多く，ドイツは鉄鋼6社の共同研究機関として鋳滓研究所を有し，熱心に研究しているのが目立った。また，オーストリーの様な山国ではそのスラグを殆んど軽量骨材，水滓にする等立地，背景によってそれぞれ利用法が考えられている。

(2) 高炉滓の有効利用

新日鉄化学工業(株) 久田 清明

高炉滓は鋳鉄製造の際副産的に必ず生産される。その量は2千5百万tに達している。転炉滓を含めれば製鉄業より4千万tのスラッグを副産している。これは大きい資源である。その利用について資源の少ない日本と米国とを比較して見る。空冷滓は総生産量は同じ位であるが，その利用の内容が異なる。

日本は大部分道路の下層路盤材と埋立用乃至廃棄である。米国は大部分コンクリート、アスファルト用の骨材として高層建築物は勿論、空港やハイウェイ建設に用いられている。膨脹スラグは日本では殆ど生産されていないが、コンクリートブロックの骨材として2百万t使用されて居り、これらはスラグ成品の方が天然物より良いとされている。岩綿（スラグウール）も日本の約4倍生産使用されている。水滓については殆ど高炉セメント原料となっているが、その量は2百万tでセメント全生産量7千万tに比し少い。石灰石資源、エネルギー節約の意味において、より利用度を高めるべきであろう。水滓の水硬性という特質を利用し、土質安定、軟弱地盤や赤泥の固化等への利用が開発されつつある。或は欧州では生産使用されている人工砂等既に研究開発されているものもある。その他ルーフィング材その他色々と利用開拓を行っている。

資源の少ない日本では産業副産物の利用の推進を真に積極的に行うべきで、特に国としては規格の見直しを、大学、研究機関では利用研究を、業界は技術、需要面についての協力を、これらの面でむしろ日本の方が米国より不足している様に思う。今後の一層の推進をお願いしたい。

(3) 諸外国におけるスラグの有効利用と研究の現状（製鋼篇）ならびに国内における現状

日本鋼管(株) 小林 正

日本の製鋼滓は主として転炉滓なので、今回も特に転炉滓の活用状況について調査した。転炉滓の成分は CaO 44~53%, SiO_2 11~15%, Al_2O_3 1~6%, MgO 2.4~3.2%, Fe 約15%, MnO 5~7%, P 約1% といった様なもので、成分上からは有効成分が多く、高炉焼結へのリターン、或はセメント原料等として考えられるが、高炉リターンについては P が制約条件となり、セメント原料としては MnO , FeO が制約条件となって、日本では余り活用されていない。また物理的には硬くて緻密、一見骨材として使えそうであるが、空気中で風化する欠点をもっているため、現状余り利用されていない。これに対し外国では P の制約もゆるく高炉焼結へのリターン量はかなり多い。また一般的に骨材としてやはり余り利用はされていないが、6ヶ月~1年風化させれば十分使えるであろうという意見が多く、現在研究中である。米国の南部では現に平炉滓を骨材として大々的に使用しているところもある。

(4) 合金鉄電気炉滓の利用

日本重化学工業(株) 奥田欽之助・太田 隆美

フェロアロイの電炉スラグの利用について、日本重化学工業(株)の現状と将来の方向についてのべた。高、中、低炭素 FeMn のスラグは全量 SiMn の原料となるので問題はない。 SiMn のスラグは Mn を10~15%含有し肥料用として、発生量の90%以上が利用されている。高炭素 FeCr のスラグは路盤材として適しているが、その利用度は10%程度である。低炭素 FeCr のスラグは風化品と水滓品に大別され、前者は全量が FSS として自硬性鑄型に利用されている。後者は未だ利用されていない。現在当社の処理比率は風化品30%、水滓品70%である。

フェロアロイ電炉スラグの利用の将来性は、粗骨材として建築土木用として使われる分野がある。これに適したものは高炭素 FeCr のスラグである。 SiMn のスラグは強度がやゝ低く余り適しない。スラグのもつ潜在水硬性を利用して、オートクレーブ処理により珪酸カルシウム系の軽量耐熱材とすることも考えられる。これには低炭素 FeCr のスラグが最も適している。 SiMn のスラグはやゝ適しているが高炭素 FeCr のスラグは MgO や Al_2O_3 が多く含有されているので適していない。

今後の課題として、スラグをはじめ廃棄物全体を利用しやすいように廃棄物活用を目標とした JIS の制定が望まれる。このためにはフェロアロイ業界全体の協力体制が必要であろうと思われる。

(5) 学振第111委員会における製鉄スラグの利用に関する基礎研究

学振第111委員会委員長

東京大学教養学部 湊 秀雄

鉱物新活用を研究目的とする学振第111委員会において人工鉱物の一つであるスラグの研究を始め、主として製鉄スラグの利用にあたっての基礎研究に取りかゝったのは大略20年前のことである。第一段階としては高炉鉱滓を取り上げその鉱物組成の研究の検討より始めて、その鉱物組成の決定を行った。この結果は高炉鉱滓の利用法すなわち、セメント原料、同混合材、珪カル肥料原料などの活用法に対しての裏づけを行った。次いで当時の製鋼法である平炉法により産出される平炉鋼滓の研究に取りかゝり、時代の変化と共に発達する新しい研究機器の使用も併用して、特に製鋼末期の鋼滓の鉱物組成の研究を行った。その結果の一部は含鉄珪カル肥料

の理由づけともなった。次いで製鋼法の変遷に伴い転炉鋼滓の鉱物組成の研究に移行している現状である。転炉鋼滓の研究は前二者に比較していくつかの困難な問題点をもつものであり更にその研究を続行しつつあるものである。なおこれらの研究を行う間始終多くの製鉄所に色々の面で御尽力をいただいた。この紙面をかり感謝の意を述べるものである。

第22回非鉄金属製錬研究懇談会

(昭和49年12月13日
於 東北大学選鉱製錬研究所)

主題：製錬廃滓の処理と利用

出席者 沢口藤雄・日野隆（秋田製錬）；土谷幸司（栗村金属工業）；板倉慶次・三池和博（小名浜製錬）；佐野実・藤沢旭・吉越成光・佐々木晃・宮川三郎・斉藤良生（川崎製鉄）；川端敏彦（久保田鉄工）；吉岡邦宏・今西信之（神戸製鋼所）；四元武四郎（光和精鉱）；小沢晨哉・川合康夫・本田宗高・松尾正（昭和電工）；的場幸雄・城戸英彦・佐々木稔・伊藤建三・山田裕久・二村英治・佐藤進・尾野均・高橋敏夫（新日本製鉄）；小林邦明（住友化学）；吉永真弓・重松達彦（住友金属工業）；藤森正路・中沢元一・井上良三（住友金属鉱山）；荒木（大同製鋼）；佐土原浩・木村喜好・板橋靖雄（鉄原）；安藤達・大原・有沢範貞・浜島勝敏（東邦亜鉛）；岩淵昌二・植田晃一・佐藤圭・工藤正春・山内利秋・山道吉和（同和鉱業）；横山晃一（中山製鋼所）；石井昭・高平二郎・田中保・西岡良夫・吉田康昭（日曹金属）；竹井一步（日鉄鉱業）；小林正・塚田祐一・鈴木曉一（日本鋼管）；三次隆（日本軽金属）；武田宏一・平山英男・藤原豊・小川忠治・江本碩男・笠井俊一（日本鉱業）；木村義行・奥田欽之助（日本重化学工業）；小林孝治・松崎三千弘（日本製鋼所）；大住善健・鷺海任（日本磁力選鉱）；駒井聡吉・角田実（日本電工）；菅原雄伍（八戸製錬）；桑山健（日向製錬所）；副島康弘（福島製鋼）；加藤俊夫（古河鉱業）；平川整四郎・渡辺威文・西村敏雄・野村悦二・木下芳明・戸沢誠一・小島一浩・原好基・西見文夫（三井金属）；菅沼俊夫・桑原正男・平野政雄・高橋幸介・田中浩・大山重邦・山本雄三（三菱金属）；西富祐一（日本テトラポット）；加藤幸雄（峰工業）；鹿島俊作（矢作製鉄）；石亀隆・香坂昌敬・杉本伊二郎・鷹羽亮（ラサ工業）；宮下毅（菱邦リサイクル）；和泉学・

岡原義旦（東北工試）；一条美智夫・小林治二（公害資源研）；永岡静夫（仙台鉱山保安監督部）；小野健二（日本工大）；亀田満雄（秋田工専）；坂入専司（岩手大）；伊藤公吉・佐々木金一・小池一男・大塚健二（秋田大）；後藤佐吉（東京大）；下飯坂潤三・坂本宏・鴻巣彬・江島辰彦・阿座上竹四・嶋影和宜・日野光久・前田正俊・亀田和夫（東北大・工）；南部松夫・大谷正康・菅野卓治・矢沢彬・谷内研太郎・大森康男・臼井進之助・戸沢一光・高橋愛和・白石裕・八嶋三郎・八木順一郎・谷田勝俊・梅津良昭・加藤清一・津安英・鹿野新平・岡田茂・佐々木弘・井上博文・渡辺俊六・江口元徳・板垣乙未生・高橋礼二郎・西村忠久・中沢重厚・早稲田嘉夫・横山憲三・斉藤文良・井上厚・辛島由美子・北村強・氏家速雄・照井敏勝・石井正夫・伊藤良雅・小木曾文六・金井俊治・山崎良悟・桐谷利信・松野基次・沢口久雄・高在越・佐藤一祐（東北大・選研）
(順不同, 敬称略)

(1) 含亜鉛残滓の湿式処理

東北大学選研 戸 沢 一 光

亜鉛製錬浸出残渣中にはZnが稀酸に難溶な $ZnO \cdot Fe_2O_3$ の形で約20%含まれ、これを有効に回収することが亜鉛実収率を向上させるのみならず、公害の点で堆積廃棄も次第に困難になっている現状を解決する上で重要な問題である。最近亜鉛製錬系統に組み込みうる湿式処理法が提案され、世界各地で稼動しており注目されている。この方法の基本は(1) 浸出残渣の合理的な浸出法 (2) 浸出液中の鉄を除去する合理的な方法 の2点に集約される。現在行われているジャロサイト法、ヘマタイト法、ゲーサイト法について紹介し、二、三検討した結果について報告した。(参考資料：亜鉛製錬浸出残渣の湿式処理について、東北大学選研彙報 28 (1972) No. 2, 237~253)

(2) 含亜鉛残滓の乾式処理

三井金属鉱業(株) 中村 碩徳・野村 悦二

当社では電解法、蒸留法により亜鉛を月産約25,000t製造している。これらの工程から産出する含亜鉛残渣、および鉛製錬スラグよりの亜鉛の回収については古くから三池、神岡に於て研究を始め、各々のエネルギーの立地条件に応じた技術を開発した。すなわち、三池に於ては昭和27年にフューニング法を、また昭和40年には半熔鉱炉法を、さら

に神岡に於ては昭和28年から電気炉による蒸留亜鉛回収技術を確立した。神岡に於てはその後、昭和47年以来亜鉛電解工程産出の浸出残渣を全量鉛製錬にて処理し、鋳滓処理部門で含有亜鉛の回収を行っている。また三池では引続き半溶鋳炉方式を増強中でありこの計画完成時には当社全体として鋳滓処理により回収される亜鉛は年間約50,000tに達する。この設備は製鋼煙灰等市中亜鉛滓の処理も可能であり、今後これらの処理をも推進し亜鉛原料の有効利用をはかり「街の鋳山開発」としての役割を果したい。

(3) 製鋼副産物よりの有価物の回収について 菱邦リサイクル㈱ 宮下 毅

平電炉製鋼業界において製鋼生産時に附随的に発生する含亜鉛ダストについては、これまで注目されていなかったが、資源の有効利用、再活用の観点から、新しい亜鉛原料の供給源として、注目され始めた。昭和47年秋以来、東邦亜鉛(株)、三菱商事(株)、三菱化工機(株)の三社は共同して、この回収技術の開発を進めて来たが、このほど、無公害プロセスにより、亜鉛分は高品位亜鉛華とし、鉄・鉛もほぼ100%回収する技術を確立し、また経済的にも見通しがついたので、菱邦リサイクル(株)を設立、昭和49年11月より試運転操業を開始した。年間50,000tの原料を使用し、製品亜鉛華約12,000t、銑鉄約14,000tを生産する。工程は水洗・濾過・乾燥・焼結・亜鉛華電気炉・製鉄電気炉・排水処理・ダスト処理に分れて居り、二次公害が発生しないようなプロセスとなっている。

(4) 含亜鉛残渣処理に関する各種の方法について

東北大学工学部 阿座上 竹 四

各種の含亜鉛残渣に対して適用できる処理方法は多様であるが、その半数は還元揮発により亜鉛を除去、回収する方法である。その一例として製鋼ダスト処理について述べた。還元揮発の条件は $\log P_{O_2}$ - $\log P_{Zn}$ 図により説明されるが、製鋼ダストのペレット化—還元揮発を実験室で行ない、よい結果を得たのでこれに基づきダストの自家処理によるリサイクル方式を提案した。

次に乾式亜鉛製錬残渣に対して塩化揮発を適用した結果について残渣の性状、塩化揮発法の原理、実験結果を報告した。粉碎した残渣に塩化カルシウムを加えてブリケットとし、酸化性雰囲気中で加熱し

てFeはそのまま残し、Cu、Zn、Pb、Ag等は揮発除去できる。とくに二段加熱、減圧揮発の適用により、よい結果を得ることができた。

(5) 赤泥の利用とその問題点

日本軽金属㈱ 三 次 隆

赤泥はボーキサイトよりアルミナを製造した残渣で、 Fe_2O_3 35%、 Al_2O_3 20%、 SiO_2 15%、 Na_2O 8%前後を含有する泥状物であり、その量(dry base)はほぼアルミニウム生産量に相当する。従来各種の赤泥利用法の検討が試みられてきたが、全面的実用化はその経済性、市場性などのため未だ確立せず、本邦でも諸外国においても環境規制に対応して埋立、埋込または深海投棄によって自然に還元されるにとどまっている。

赤泥の利用法としてはその特性を生かし、残渣の発生しない全量処理で資源不足に寄与する大きな市場の製品を対象とすることが望まれる。軽金属製錬会では赤泥を焼結して骨材を造る中規模試験を行い、標準河砂利相当の品質をもつコンクリート用骨材製造諸元を得た〔骨材資源 No. 20, 7, (1974)〕。

今後エネルギー問題と各工場地域の事情に適合し企業の社会的にも評価される全面利用法の確立が望まれる。

(6) 硫酸焼鋳処理技術の進歩について

光和精鋳㈱ 四元武四郎・上条 尚

硫酸焼鋳処理技術(光和プロセス)が昭和40年に世界で初めて工業的に確立されてから10年を経過した。この間、日本に於いて発生する硫酸焼鋳は、そのほとんど全量が、光和プロセスによって処理されるようになり、省資源化、未利用資源の有効活用の先鋒として、各国から注目されるプロセスに成長した。光和プロセスの発展のためのテーマとして、高品位非鉄金属含有焼鋳の処理、含砒素焼鋳の処理があり、高品位非鉄金属含有焼鋳の処理については、すでにある程度まで工業的に実施して、成功をおさめており、含砒素焼鋳の処理についても、実験室的にはかなりの結果が得られつつある。更に、塩化揮発及びそれに引続く金属塩化物からの金属回収技術の展開として、非鉄金属を含む産業廃棄物についても、経済的な処理プロセスとして、また金属の回収プロセスとして有効な手段となっている。

(7) 銅スラグの処理と利用について

小名浜製錬所（株）小名浜製錬所 板倉慶次

銅製錬の副産物として大量に産出されるスラグの処理と利用法の開発が、乾式製錬を行なう上で重要な課題になっている。小名浜製錬所における反射炉-転炉の溶錬工程では、転炉スラグは反射炉へ返鍍として戻され、スラグはすべて反射炉スラグとして産出されている。反射炉で生成されるスラグは熔融状態で流水中に投入され水砕鍍として処理されている。この水砕鍍中のCu品位は約0.4%であり浮選等によるCuの回収は極めて困難なためCuの回収は行っていない。水砕鍍は鉄分と珪酸を主成分とし材質が均一で比重、硬度が大きく風化作用を受けず安定であり、産出量が多く安価であるなどの特徴を有しており、現在または将来に次のような利用法があげられる。1. セメント原料の鉄源として、2. コンクリート用細骨材、3. 防波堤用ケーソンの中詰材、4. サンドブラスト材料、5. 養殖漁場の底質改良材、6. スラグウール、7. 道路の路盤材などである。更に水砕鍍の特性をいかした有効な利用法の開発が望まれるところである。

(8) 含銅物質の新しい処理法

三井金属鉱業（株）顧問 西村敏雄

銅を含む鉛ドロスは、dry または wet ドロスいづれも今日世界を通じて、単独に製錬して満足に有価金属を分離回収する製錬方式は無い。

報告者の新製錬法とは、-100 mesh ドロスに適量の -50 mesh 塩ビ粉と無水芒硝を混合し、1~3 t/cm² の高圧縮ペレットを製造し、空気存在下、340°C 以下で一定時間加熱したる後、稀硫酸にて抽出濾過すれば、溶液中に Cu, Zn, As, Na, Cl, を、不溶残渣中に Au, Ag, Pb を濃縮して分離する。爾後の処理は公知の方法による。

半製品を簡易急速に且つ高度回収率にて製品化して省資源化を樹立し、省エネルギーと省力化を内容とするこの「低温加熱・湿式製錬法」は、今日の嫌味ある廃棄物たる塩化ビニールスクラップを資源化利用した新規な発明である。

第15回選鉱研究懇談会

(昭和50年1月23~24日
於 東北大学選鉱製錬研究所)

主題：固形廃棄物処理に関するシンポジウム

出席者：佐藤紘（秋田製錬飯島製錬所）；石井環（石川島播磨重工業）；鬼山和彦（石川島播磨技術研究所）；井上義一（大阪製業）；勝呂栄治・尾原総夫（大塚鉄工）；清水正（小名浜製錬小名浜製錬所）；有明紘治（川崎重工業）；伊東良太（栗本鉄工所）；高橋知行（栗田工業総合研究所）；河野繁夫・波多野環（クラリオン）；井上公雄（神戸製鋼所）；松田英昭・玉井英晴（釈迦内鉱山）；小野直（昭和電工千葉工場）；山口哲夫（住友化学工業）；荒勝暉（住友金属鉱山中央研究所）；北修一（住友重機械工業平塚研究所）；伴野正中（ソニー仙台工場）；都留聡（田中鉱業土畑鉱業所）；平井伸幸（太陽製業工業）；伊藤忠英（大日本鉱業）；岡野平太郎（中国工業）；長谷川益男・細野三津男（月島機械）；長野玄意・山崎浩（手塚興産）；寺内俊篤（鉄興山形工場）；安井元・井土清（東京芝浦電気）；大槻正太郎・佐藤竜夫（東北金属工業）；成田勲（東北ゴム）；日下一・津志田広行・田部井誠（東北特殊鋼）；庄子喜志夫（同和鉱業小坂鉱業所）；青木勝男（同和鉱業花岡鉱業所）；出町恵造（日栄化学工業北海道工場）；鞍掛素（日鉱エンジニアリング）；藤吉作磨（日産石油化学技術開発グループ）；長谷川竜司（日曹金属）；芹沢央二・堀田祐邦（日鉄鉱業）；長谷川良朝（日鉄鉱業尻屋鉱業所）；堀内利三（日鉄鉱業八茎鉱業所）；岡部孝三（日鉄鉱業釜石鉱業所）；三田宗雄（日本化学工業）；宮辺武夫（日本化学工業郡山工場）；永島巖（日本化学工業三春工場）；松下賢庸（日本軽金属総合研究所）；井上肇（日本パーオキサイド郡山工場）；伊藤琢磨（日本鉱業中央研究所）；笠井俊一・川崎靖人（日本鉱業日立製錬所）；角田実（日本電工）；神部政郎（日本製鋼所）；菊田和幸（八戸製錬八戸製錬所）；小松崎克（花輪鉱山）；村守清・宮崎正毅（日立製作所）；斎藤幸雄（日立製作所日立研究所）；橋本靖郎（日立造船）；増田啓・前田宏・藪内克己（古河鉱業）；山本哲也（北越メタル）；斎藤浩三（三井金属鉱業）；中司紀生（三井金属鉱業竹原製錬所）；和泉澄夫（三井金属鉱業中央研究所）；村上義雄（三井金属鉱業神岡鉱業所）；小池俊次（三井鉱山）；須田真太郎（三菱金属古遠部鉱業所）；桑原正男・川上昭・庄司和彦（三菱金属細倉鉱業所）；斎藤有可（三菱金属中央研究所）；檜山俊一（三菱金属機器）；湯本恒之（三菱重工業）；藤野幸彦（三菱鉱業セメント大宮研究所）；結城誠・三浦哲（宮城化学工業）；薄井耕一（水沢化学工業中条工場）；浅利実（栗村鉱業大谷鉱山）；杉本伊二郎・青山英一（ラサ工業宮古研究所）；清水昌美（河合石灰工業）；

平安男・佐藤安昭（東北開発）；林雄造（入江工研）；熊本進誠（タイホー工業）；杉田忠男・堀野恭一・小柏力（富士電機製造）；武田智弘（山形県庁環境衛生課）；阿部俊益（山形県公害センター）；阿部健一（山形県鉱業研究所）；中村喜義（塵肺研究所）；佐藤充（秋田県庁環境保健部）；佐藤忠逸（青森県庁環境保健部）；細川民救・伊藤日出輝・重茂芳子（岩手県庁環境保健部）；横屋正男（岩手県工業試験場）；青柳健一（茨城県鹿島下水道事務所）；飯田勝彦（宮城県庁衛生部）；郡山力（宮城県衛生研究所）；小林セツ・伊藤啓雄・矢元修一（宮城県工業技術センター）；西山巖（福島県環境保全課）；斎藤孝（苫小牧市役所）；黒滝信一・吉田正三・川島正身・妹尾孝（仙台市役所）；日野正敏・阿部庄一（塩釜市役所）；肥田昇・岡原義旦・佐藤誠・石原透・山崎拓（工業技術院東北工業技術試験所）；外山茂樹（工業技術院東京工業技術試験所）；本間寅二郎（公害資源研究所）；長谷部茂・佐藤敏人（岩手大学工学部）；真宮三男（秋田大学鉱山学部）；片柳健一（京都大学工学部）；富田美穂（東京大学工学部）；佐藤敏彦（芝浦工大）；清野恵一（鶴岡工専）；島美・佐野茂（一ノ関工専）；遊佐周逸（宮城工専）；前田四郎・大谷茂盛・斎藤正三郎・只木楨力・川島俊夫・下飯坂潤三・油井敬夫・梅屋薫・鴻巣彬・坂本宏・中塚勝人・佐藤惟陽・水庭哲夫・熊谷喜博・清水伸・武石芳明・尾田俊一・神野幸重・倉野重光・中鉢良治・今井道夫・山本幸雄・武田進（東北大学工学部）；石井一（東北大学非水溶液化学研究所）；南部松夫・矢沢彬・谷内研太郎・菅野卓治・戸沢一光・八嶋三郎・臼井進之助・山本泰二・梅津良昭・岡田茂・佐々木弘・江口元徳・堀田浩充・井上博文・高橋礼二郎・西村忠久・斎藤文良・辛島由美子・坂田和夫・石井正夫・伊東益雄（東北大学選研）

(1) 廃棄物からの資源再生の社会的背景と技術開発の方向

工業技術院東京工業試験所 外山茂樹

廃棄物リサイクルの技術は資源エネルギー問題への対策技術として、また社会福祉あるいは環境保全の技術という両面社会的要請にこたえるものである。

この技術開発の内容は、収集・輸送、破碎・分別、資源転換といった単位操作と、これを組み合わせたプロセスシステムと、さらにこれを取りまく廃棄物の発生、再生資源の流通、社会制度、環境問題を含

めたトータルシステムがある。

ここでは、廃棄物リサイクルの問題を以上のようなシステムの領域でとらえ、その社会的意義を明らかにした。また、システムを分析し、技術開発の方向づけを行なうには、その評価が重要であり、これを定量化するために経済性、無公害性、省資源性にたいする尺度につき考えかたを述べた。

(2) 廃棄物の圧縮・こん包固形化処理

手塚興産(株) 長野玄意

近年、時代環境の変遷と共に、廃棄物の量の増大と、質の多様化は、従来の焼却処理あるいは投棄、埋立処分だけでは処理、処分が困難になってきた。

手塚興産(株)で開発された「圧縮、こん包処理システムによる廃棄物の処理技術」は、廃棄物による自然環境や生活環境の破壊を守り、かつ資源の有効利用化、再利用化を図るための処理技術である。

この技術は、固形廃棄物の種類を問わず処理が可能で、常温で緊密圧縮し、金網等でこん包固形化し、さらに表面処理する衛生的な処理方法である。また問題の多い焼却残渣やスラッジ等の処理にも適するもので、前処理で、セメント等を主体とした凝固剤を練り合わせた後、圧縮、こん包し、さらに表面を厚肉のコンクリート・コーティングすることにより、内部からの有害物質等の溶出を防止した最も安全な処理方法である。

処理後の固形化ブロックは、高面圧による緊密固形化により、物理的にはもちろん安定しており、さらに有機物性ブロックでも、継続的な内部温度測定の結果は、環境温度に近い値を示しており、生物化学的な変化はきわめて遅い推移となり、経年変化については、不燃性あるいは可燃性生物岩等の起源に近い分解形態をとるものと推定される。

本方式の特長は、廃棄物を圧縮、こん包固形化し、コンパクト化することにより、廃棄物の性質も変え、環境保全に寄与すると共に、土地造成材、土木用粗材その他への有効利用化を図り、かつ将来の再生資源材料としての備蓄手段としても、検討に値しよう。

(3) 廃棄物の破碎について

(株)栗本鉄工所 伊東良太

廃棄物の破碎処理は現在主として焼却・埋立のため、および/あるいは、金属の選別回収のための前処理として、かなり広範に実用化されている。高速衝撃せん断型破碎機を使用することにより、金属・プ

ラスチックなどの延性物質も破碎することができる。

しかし、自動車タイヤ・金属製塊状物（たとえば家電品の小型モータ）などは破碎抵抗がきわめて大きく、材質別分離が可能なまで破碎することは非常に困難である。この種の廃棄物を各材質別に分離し、選別再利用するための手段として、ぜい化温度以下に冷却して衝撃破碎する、いわゆる低温破碎法がある。

当社では工業技術院の資源再生利用技術システム開発の一部として、粗大廃棄物の低温破碎技術開発の委託をうけ、基礎実験を経て、連続冷却破碎のパイロット装置を試作し実験中である。冷却媒体は液体窒素を使用し、装置は気化ガスによる予冷機、浸漬・スプレー兼用冷却槽、高速衝撃破碎機、選別機よりなり、自動車タイヤ・小型モータなどを実験材料としている。

低温破碎の実用性については、冷却媒体のコストが問題であるが、装置構造・運転条件の面で媒体消費量の節減を計るとともに、製品の利用技術・市場開発が進めば、処理対象物は限られるが、十分可能性があると考えられる。

(4) ウェイストスラリーの管路輸送

東北大学工学部 川島俊夫

固形廃棄物の湿式処理においては、いわゆる“ウェイストスラリー”の管路輸送が問題となる場合がある。

本報告においては、廃棄物の主な成分が紙質の場合として、これをウェイストスラリーとみなし、管路輸送に関する従来の研究例や筆者らの研究の一部を紹介するものであるが、なお、管路輸送における流動抵抗をいかに考えるべきかについても述べる。

流動抵抗に影響をおよぼす速度、密度、濃度、粘度、粒度あるいはせんい長さなどについてのとり上げ方を述べ、摩擦係数とレイノルズ数との関係について述べる。

最後に、ウェイストスラリーの管路輸送に関する今後の問題点についてもふれてみたい。

(5) プラスチック類の選別

東北大学工学部 下飯坂潤三・鴻巣 彬

廃プラスチックの再資源化法としては、熔融再生法と熱分解法とが有力ではないかと考えている。プラスチック類の選別方法としては、1) 都市ゴミを回収・処理しやすいように分別することに主力をお

いた、湿式の Black-Clawson 法・半湿式の選択破碎法・乾式の風力分別法など、2) プラスチック類の相互分離を行なう、静電選別法・ぜい化温度の差異による選別法・熱キシレン法・浮沈分離法・浮選分離法など、に一応大別できよう。

廃プラスチックの相互分離をどの程度まで行なえばよいか、という目安については、異種プラスチックの混入率が1%以下と考えられる。

ここでは、当研究室で研究開発してきた浮沈分離法について主として説明した。浮沈分離法は、比重差を利用するため、理論上、対象物の大きさ・形状の影響を受けない。本法が適用困難とされてきた主な理由は、1) 表面が強い疎水性のため気泡が付着しやすいこと、2) 連続操業の際、分離槽内の液の流動が問題になること、の2点である。本講演では、この2点を解決するため当研究室で試作した実験室規模の連続式の浮沈分離装置による分離実験を紹介し、汎用プラスチック類が混入率1%以下で相互分離できることを示した。

(6) 廃プラスチックの浮上分離

三井金属鉱業(株)中研 斎藤浩三

一般にプラスチックの表面は水に対して疎水性を有するが、この表面性状を詳細に検討し、広範な基礎研究を実施した結果、プラスチックの濡れの性状は人為的に調節できることを見出した。すなわち、水中に適当な湿潤剤が存在する場合には特定のプラスチックだけを選択的に疎水性から親水性に変化させ得ることがわかった。この性質を利用することにより疎水性プラスチックを気泡に接着、浮上し親水性プラスチックと分離する新技術を確立した。この方法によればプラスチックの比重、形状、大きさなどは関係なく、表面濡れの差を利用するので分離の効率がよく、また純度の高い産物が採取できるので未利用廃プラ資源の再生活用の面で大きなメリットを生むことができる。プラスチックの濡れの測定、気泡接着の観察など基礎研究の結果ならびに処理プロセス、分離装置、分離の実例などについて報告する。

(7) 廃タイヤの熱分解による資源回収

(株)神戸製鋼所 井上公雄

廃タイヤ破碎物を小型試験炉にて 500~800°C で熱分解し、ガス・油・炭化物を回収した。回収物の比率は、油 40~50%、炭化物 30~40%、残りがガ

スで、分解温度が高くなるとガスの発生量が増加する。

小型試験炉の実験を参考にして、ロータリーキルン（外熱式）による熱分解パイロットプラントを試作し、キルンの運転条件と回収物の比率および性質を調べた。

炭化物はおもにタイヤに配合されたカーボンブラックが残留したものであり、粉碎工程を経て再びゴム配合用に利用できるカーボンブラックとすることができる。また炭化物を原料とした粒状活性炭は、カラメル脱色力およびCODの吸着力に富み、排水処理用に適すると思われる。油は9000 kcal/kg以上の発熱量をもち燃料として利用できる。ガスは精製工程を経てキルンの加熱用燃料として自家消費される。

(8) 松尾鉱山廃水処理殿物の骨材への応用

岩手大学工学部 長谷部 茂

松尾鉱山から排出される廃水は、強酸性を呈し多量の遊離硫酸、鉄、アルミニウムなどを溶存しており、現在約20m³/minの排水量でその中和処理をおこなっているが、全量処理でないこともあり処理後のpH値は、それほど改善されず下流約50kmの地点にある四十四田ダムに主成分である鉄分が、水酸化鉄となりコロイド状のヘドロとして堆積し年々増加の傾向にある。このヘドロの対策として坑廃水の中和処理した沈殿物を原料として人工骨材を造粒し品質試験を試みた結果一応の成果が得られたので報告する。

坑廃水(pH1.5~1.6)を炭カル中和処理後の沈殿物と珉藻土石膏および粘土等を配合し骨材用の粒形に成形し焼成後浮粒率、比重、吸水量、曲げおよび圧縮強度等測定した結果 (i) 沈殿物のみを造粒し焼成しても物理的、力学的性質が、河川産普通骨材に匹敵するような骨材の得られる見通しがついた。その作成条件は800°Cで3時間仮焼、1300°Cで3時間本焼成する。実験結果は絶乾比重2.76、吸水量4.2%、コンクリート圧縮強度は7日材令で414kg/cm²、曲げ強度は86.6kg/cm²である。坑廃水の処理、製造工程の観点からは、沈殿物のみでの骨材を作成できることは好ましいが、焼成温度が高いことが欠点である。

(ii) 沈殿物に珉藻土、石膏および粘土を混合すると沈殿物のみの場合より焼成温度を若干低めることができる。これら混合物を使用するか否かは、材料および製造工程等を考慮して総合的に判定する必要

がある。

(iii) 焼成時間は、本実験の場合3時間以上を必要とする結果となったが、これは固定式の焼成炉を用いたためであり、ロータリー式の焼成炉を用いれば時間を短縮できる可能性は十分にある。

(iv) 焼成温度は、骨材の品質を左右する重要な因子であり、これを適当に選定すれば、軽量骨材の造粒も可能である。

(9) 選鉱廃滓による陶管の製造

古河鉱業(株)金属事業部 増田 啓

金属鉱山の廃石の微粒スライムの部分には、粘土鉱物が濃縮されることが多く、低級窯業原料化の可能性のあることがいわれていた。

足尾銅山では、廃石が分粒されてたい積されており、脱水されているスライムは窯業原料に求められる質、量共に長期に安定して原料をえられるという条件を満たしており、また焼成試験などの結果から使用可能なことがわかり、資源化しようと考えられていた。

下水道用配管材料として、陶管がすぐれたものであると見直されつつある時、廃石スライムを100%の原料とする陶管の製造を開始した。

従来一般に用いられて来た原料に比して、製土、成型の工程での水分の動きに、特に留意を要することや、焼成温度範囲のせまいことなど、実操業化に問題は多かったが、逐次解決し、圧縮強度で特にすぐれた製品を得ている。

(10) 廃棄物中の磁性部分の湿式回収

東北大学選鉱製錬研究所 八嶋 三郎

産業廃棄物あるいは都市ゴミなどのうち、泥状物質の中に含まれる磁性部分を回収するために、新しく開発した、永久磁石式のドラム型強磁界磁選機の利用を考えた。この磁選機は湿式で、微粒のフェロニッケルを回収する目的で開発したものであり、ドラム型磁選機のドラムの一部に鉄片を埋め込んで、ドラム表面へと漏洩する磁束を大とし、さらに、ドラムの表面に鉄球を整然と並べて、これが磁束によって磁化されるようにしたものである。鉄球と鉄球の接点に、約15000 gaussの強大な磁界を発生させることができるが、この接点では、磁界のこう配も充分な大きさを有するので、特に弱磁性粒子の分離に適しており、永久磁石式なので、磁化に要する電流も不要であって、使いやすい磁選機であり、広い

利用が期待される。

(11) 磁性流体による比重分離

東北大学工学部 下飯坂潤三・中塚 勝人

磁性流体を磁場勾配中におくことにより、磁性流体中の非磁性体には磁氣的浮力が作用する。この効果を比重選別に応用すると、磁場制御により約 1~30 の任意の比重のものを浮かせることが可能となる。本講演では、比重選別への応用に際して必要な基礎的問題として、磁性流体の製法と磁化特性、粘性について触れたのち、磁氣的浮力が磁場空間の磁場、磁場勾配、および流体の磁気特性によって与えられることを実験的に示した。

磁性流体の製法としては現在、粉砕法、オレイン酸の水溶液吸着-有機相分散法、および解膠法が知られている。演者らはこの第二番目の方法によって、ケロシンおよび水ベースの磁性流体を得た。その磁性は通常の強磁性と異なり超常磁性的性質を示すが、磁化は 5 KOe で 300~400 gauss, 粘性は 15 c. p. 程度である。これを比重選別に応用した場合、磁氣的浮力は $\bar{M}/4\pi \times \nabla H$ で与えられ、実測値は磁場 6 KOe 以下でこれに正しく一致する。ここに、 \bar{M} は非磁性体の位置における磁性流体の磁化、 ∇H は磁場勾配である。

(12) 多種金属の磁場利用分別技術

日立製作所 村 守 清

都市系固形廃棄物から分別された金属屑中の磁性金属を除いたアルミニウム、亜鉛、銅等の非磁性金属屑の磁場利用分別技術として、磁性流体の磁場による見かけ比重の変化を用いた比重差分別装置の原理、構造、性能等の概要について述べる。

この装置の構造は、電磁石の磁極間に磁氣力によって空間保持された磁性流体中に金属屑を連続的に供給移送するベルトコンベヤが配置されたもので、低比重金属屑は浮上により、高比重物は沈降により分別する方式の構造である。試作装置の性能は、対象比重範囲 2~15, 分別比重感度 $\pm 5\%$ 以下、処理能力 100 Kg/H であり、低温破碎自動車スクラップの分別実験により、本装置の実用性が確認された。本研究は工技院からの委託研究¹⁾として行なったものである。

¹⁾: 準大型プロジェクト「資源再利用技術システムの研究開発」

(13) 重金属を含む有害スラッジの焼成処理

日立造船(株) 橋 本 靖 郎

有害重金属を含む汚泥に、ケイ酸ソーダおよび粘土を添加し、900°C~1100°C で焼成を行なうと、着色ガラスや陶磁器に使用されている重金属が安定であると同様に、汚泥中の重金属は難溶化され、総理府令による埋立基準を満足する焼成物が得られる。

焼成条件は、重金属の種類、化合物の形態、共存する物質によって異なり、実験により汚泥に応じた焼成条件を決定しなければならない。また、高温下における、重金属の揮散等の挙動について知らねばならない。

焼成設備は、軽量骨材製造設備と良く似ているが、公害防止設備でもあり、二次公害の防止に万全の対策を払わねばならない。

処理費用は、一般の廃棄物焼却装置における処理費用に、ケイ酸ソーダおよび粘土の費用が上積された金額であるが、埋立基準を満足するので、普通の埋立処分と充分であるので、法定の処理業者に委託、あるいは、自社内で隔離埋立を行なう費用と大差ないと考えられ、取扱いの容易さ、土地の有効利用等を考えると、充分メリットがある。

(14) 含水金属水酸化物の安定化

大阪窯業(株) 井 上 義 一

「めつき」および金属の酸洗いに伴って出る廃液には水溶性の各種金属塩類が含まれている。この廃液を中和すると、不溶性の金属水酸化物が沈殿してくる。これをろ過すると、含水率 80~85% の、抱水性の強い金属水酸化物の「ケーキ」がえられる。従来はこれを乾燥して放棄していたが、風により飛散する、などのトラブルがあるので、これを防止する方策として、この「ケーキ」を化学的に安定で、しかも物理的に堅硬な岩石物に焼結する方法を開発した。その内容は、泥状の金属水酸化物に、ある種の安定剤を加えて焼成することにより、有害と思われる金属酸化物を化合させ、これを安定なものにする方法に関するものである。しかし、この種の処理設備および操作方法は、一見簡単に思われるが、金属水酸化物の発生源は多様で、量と成分も異なり、仕事そのものも産業に派生的なもので、第一級の技術者を配することも困難であり、また支障を起こせば全体に及ぼす影響も大で、十分な投資も困難である。温度のコントロールを誤ると、炉材、炉体を損傷するおそれもあるので、安易に考えてはいけないものであり、本法の適用に当たっては十分な配慮と

決心を要する。

(15) 資源回収型湿式ごみ処理システム

石川島播磨重工業(株) 石井 環

1971年6月米国フランクリン市において、画期的なごみ処理工場が運転を開始した。これは世界的製紙機械メーカー BLACK-CLAWSON 社が、従来から保有していた古紙回収の技術と経験を活かして開発した第1号プラントで、既に3年半にわたり操業しており、これに加え、IHIの研究開発により、ここに IHI-BC システムが誕生した。

このシステムは従来のごみ焼却工場と異なり、ごみを水に溶かして処理することを特徴とし、製紙用繊維を初め鉄・アルミ・ガラス等の有価物の回収が可能であり、さらに IHI の研究により、プラスチックの回収も可能となった。本プラントの出現により、従来単に廃棄物という意味しかなかった都市ごみが、資源として活用できるようになり、将来のごみ処理方式の方向を示唆するものとして、世界の関係者の注目をあびている。なお本方式の日本第1号プラントは都下東久留米市に設置され、昭和50年3月から操業に入る予定である。

本システムの特徴は、1) 資源として鉄・アルミ・ガラス(色分けまで可能)・紙繊維・プラスチック等が回収できる。2) 汚水は一滴も外部に出ない。3) 不燃物・焼却不適物のほとんどが前処理で除去でき、残渣は年間を通じ、水分もサイズも質も一定しているので、発電やコンポストその他用に最適である。4) 灰が少なく重金属公害がない等、他にない長所を有している。

(16) 都市ごみの分別と熱分解技術

(株)荏原製作所 伊藤 寛一

都市ゴミの資源化再生利用を目的として開発中の「半湿式選択破碎分別技術」および「二塔循環式熱分解技術」について、昭和48年度の研究成果を中心として以降の開発プロセスの概要を紹介する。分別技術については回分式の実験により、厨芥、紙類、プラスチック・金属類にそれぞれ低動力で分別し得る可能性が明らかとなった。49年度以降は、相似則の確立、連続式モデル及び小型実機の試作・運転研究と併せ、回収再生紙その他回収資源の評価を予定し現在進行中である。熱分解技術については、塔径300mmの単塔式流動層熱分解炉により熱分解に関する各種の基礎資料を得た。引続き49年度は、

二塔式小型コールドモデル、大型モデル、異物抜き装置、高温循環試験装置、試料供給試験装置などによる各要素研究を行うと共に、二塔式大型熱分解炉を試作中である。50年度にはパイロットプラントによる運転研究を行い、前端システム(分別技術)と併せて最終的フィージビリティを確認する予定である。

(17) 川崎ランドガード法廃棄物乾留処理システム

川崎重工業(株) 有明 紘治

現在わが国における廃棄物の処理方法としては焼却法が普及しているが、大気汚染 NO_x、HCl などやプラスチックの増加による炉の損傷などの問題がクローズアップされてきている。川崎一ランドガード法は廃棄物を乾留し発生ガスを処理したのちガス燃焼させるので、排ガスは低 NO_x、低 HCl で排出することができ、また乾留残渣は腐敗物をほとんど含まない画期的な処理方法である。このような廃棄物の無公害処理と共に、エネルギーや物質を回収しやすいシステムである。

処理された乾留ガスをボイラの燃料に用いボイラを腐蝕することなく高効率に蒸気や温水を発生させることができ、また残渣からは金属の分離によりスクラップとして再利用し、ガラス・ガレキ類は道路の舗装材に、炭素分は燃料などとして使用できるといったような廃棄物の最終処分まで考慮したシステムである。

(18) 一般廃棄物の熱分解

月島機械(株) 長谷川 益男

都市ゴミ中の有機物質をクリーンな燃料に変換する熱分解法について、弊社で開発した2塔式流動層によるガス化法を例に説明した。

分解塔と再熱塔の2つの流動層で構成される分解装置で都市ゴミを熱分解した場合、分解温度700°Cでは有機物1トン当たり発熱量3600~5000 kcal/Nm³の生成ガスが550~650 Nm³、タールが約50 kg 得られる。生成チャーは約180 kg 得られるが、これは再熱塔で燃焼して分解熱源に利用する。燃料回収率はゴミの含水率により大きな影響を受ける。ゴミ中の N:S:Cl 各成分のうち、ガス化する成分はほとんど分解塔でガス化し N は N₂・NH₃、S は H₂S、Cl は HCl となる。重金属類はほとんど灰分中に補集され、排水中にはほとんど溶出しな。大

気へ排出されるガス量も焼却の1/5以下となり、無公害処理が可能である。

(19) 廃棄物の風力分別

三菱重工業㈱ 松田 俊

都市固形廃棄物の資源化を目的とした通産省工業技術院プロジェクト「資源再利用技術システムの研究開発」が、昭和48年度から3ヶ年間行なわれているが、その一環として当社では、分別技術の研究開発を委託され、昭和48年度に、破碎、乾燥後の都市ごみを風力により分別する研究開発を行なった。

テストプラントとして、横形分別機、振動スクリーン、縦形分別機を組合せた分別装置を製作し、有機物純度96%以上、無機物純度95%以上を試験目標値とした。まず、人工ごみで試験を行ない、横形分別機における各組成別試料の粒径による飛距離の差異、および縦形分別機における浮遊速度の差異など、それぞれの分別機における基礎的データの採取を行なった。つぎに実際の都市ごみを乾燥して使用し、先に行なったそれぞれの分別機における基礎データを基に、それぞれの分別条件を設定して分別試験を行なった結果、有機物純度96.7%、無機物純度87.4%の結果を得た。