

長崎県溶融スラグ有効利用指針

平成15年12月

長 崎 県

長崎県溶融スラグ有効利用指針

1 目的

本指針は、一般廃棄物及び下水汚泥等から製造される溶融スラグについて、溶出基準、品質管理方法等の必要な事項を定めることにより、安全性の確保および溶融スラグの有効利用の促進を図るものとする。

2 適用

本指針は、県内で発生する廃棄物から製造される溶融スラグを土木資材等として有効利用する場合に適用する。

3 溶融スラグの安全基準

溶融スラグの有効利用の促進を図るため溶融スラグに係る安全基準を次のとおり定める。

3.1 溶出基準及び含有量基準

溶出基準及び含有量基準を定める対象物質は、カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、セレンの6物質とし、対象物質に係る基準値は下表のとおりとする。

項目	溶出基準	含有量基準
カドミウム	0.01 mg/ℓ 以下	150 mg/kg 以下
鉛	0.01 mg/ℓ 以下	150 mg/kg 以下
六価クロム	0.05 mg/ℓ 以下	250 mg/kg 以下
砒素	0.01 mg/ℓ 以下	150 mg/kg 以下
総水銀	0.0005 mg/ℓ 以下	15 mg/kg 以下
セレン	0.01 mg/ℓ 以下	150 mg/kg 以下

3.2 溶出試験方法

溶融スラグに係る溶出試験の方法は、「土壤の汚染に係る環境基準について(平成3年環境庁告示第46号)」に定める方法とする。

3.3 含有量試験方法

含有量基準は、「土壤汚染対策法施行規則第18条第2項」で定める土壤に含まれる特定有害物質の量とし、試験方法は、「土壤含有量調査にかかる測定方法(平成15年環境省告示第19号)」に定める方法とする。

3.4 溶出試験に供する試料

試験に供する試料は、溶融スラグの利用用途に関係なく溶融スラグ単体とする。

3.5 試料の採取方法

試験に供する試料の採取方法は、原則として「JIS K 0060 産業廃棄物のサンプリング方法」による四分法で行う。

4 溶融スラグの品質管理

4.1 溶融スラグの品質管理

製造された溶融スラグの安全性を確認するため、1ヶ月に1回以上溶出試験を行い、含有量試験については、1年に1回試験を行うこととする。また、品質管理データを10年間保管し、必要に応じて開示するものとする。

4.2 原料適正化のための分別の徹底

溶融スラグの原材料となる一般廃棄物については、分別収集及び前処理を徹底し、溶融不適物の混入の防止に努めるものとする。特に、蛍光灯、乾電池の分別を徹底することとする。また、安全な溶融スラグ製造のため、溶融施設の適正な運転管理に努める必要がある。

4.3 溶融スラグの加工、改質

溶融スラグは、必要に応じて磁選、破碎、ふるい分け等の加工を行い、土木建設資材等としての性状の向上に努めるものとする。

5 溶融スラグの物理基準

溶融スラグの利用基準は、利用用途ごとに定める関連規格に準じる品質を有している必要がある。各利用用途と関連規格は次に示すとおりである。

用途		関連規格
道路用骨材(下層路盤、上層路盤)		JIS A 5001(道路用砕石)
アスファルト用骨材		アスファルト舗装要綱(砕石)
コンクリート用骨材 ^{注)}		JIS A 5005(コンクリート用砕石及び砕砂)
コンクリート 二次製品	インターロッキングブロック	インターロッキングブロック協会規格 日本建築学会規格 JASS7 M-101
	建築用コンクリートブロック	JIS A 5406(建築用コンクリートブロック)
その他窯業原料	陶磁器質タイル	JIS A 5209(陶磁器質タイル)
	普通れんが	JIS R 1250(普通レンガ)

注)コンクリート用骨材については、当分の間、陸上工作物に限る。

6 関係者の役割

6.1 溶融スラグ製造者の役割

溶融スラグ製造者は、一般廃棄物等から製造した溶融スラグについて、これが土木資材等として利用されることへの社会的責任を第一に認識し、住民の協力を得て一般廃棄物の分別等を徹底するとともに、溶融施設の運転管理を適正に行って、溶融スラグの品質の保持に努めるものとする。また、溶融スラグ利用者の需要に応じて溶融スラグの提供が可能なように、保管施設の整備などの供給体制を整えることとする。さらに溶融スラグの安全基準の試験を実施すると同時に、これらの結果を所定必要期間保管し、必要に応じて結果を公表するものとする。

6.2 溶融炉メーカーの役割

溶融炉メーカーは溶融技術の向上に努め、溶融スラグ製造者に対して情報提供等を行うものとする。

6.3 溶融スラグ利用者の役割

溶融スラグ利用者は、溶融スラグ製造者と連絡・調整等を行って、供給量を勘案した計画的な利用に努めるものとする。

6.4 市町村の役割

市町村は、溶融スラグ利用者の立場から、当該地域において製造された溶融スラグについて、最終処分量を削減し、資源としての循環利用を図るため、自らの公共建設工事等において積極的に利用促進に努めるものとする。

6.5 県の役割

県は、溶融スラグの利用を推進するため、溶融スラグ製造者及び市町村や利用者に対して、助言及び技術的支援を行うものとする。また、自らの公共建設工事等において積極的に溶融スラグの利用促進に努めるものとする。

7 指針の見直し、その他の留意事項

本指針は、現時点においての環境基準値と溶融スラグの製造過程を考慮して策定したことから、今後、国において環境基準の見直し、または、廃棄物の再利用促進の指針などの作成等が行われた場合、必要に応じて見直しを行うこととする。

8 指針の施行期日

本指針は、平成15年12月1日から施行する。

長崎県溶融スラグ有効利用指針の解説

長崎県溶融スラグ有効利用指針の解説

1 目的

本指針は、一般廃棄物及び下水汚泥等から製造される溶融スラグについて、溶出基準、品質管理方法等の必要な事項を定めることにより、安全性の確保および溶融スラグの有効利用の促進を図るものとする。

【解説】

経済の発展や産業構造やライフスタイルの変化によって、廃棄物量が増大し、本県においても、廃棄物の排出量が高い水準で推移している。また、最終処分場の残余年数の逼迫、廃棄物処理施設設置等の困難性の増大、不法投棄の増加等、廃棄物処理を取り巻く状況が深刻化してきている。

このような問題の解決を図るためには、廃棄物の発生を抑制し、再使用、再生利用等を促進し、環境負荷の少ない循環を基調とした社会を形成していく必要がある。

こうした中、国は、ダイオキシン類を削減し、最終処分量を低減する有用な技術として、焼却灰等の溶融固化処理を推進しており、ごみ焼却場の新設に当たっては原則として溶融施設を設置するなど、今後、溶融スラグの発生量は更に増加するものと予測される。

一方において、焼却灰には、鉛等の金属類が含有されているため、環境に与える影響についての不安が利用促進の阻害要因の一つとなっている。

このような状況を踏まえ、本指針は、溶融スラグの重金属溶出試験や土木建築資材等として利用する場合の基本的な事項を定め、その適正な有効利用を促進するために策定する。

2 適用

本指針は、県内で発生する廃棄物から製造される溶融スラグを土木資材等として有効利用する場合に適用する。

【解説】

溶融スラグは、一般廃棄物のみならず産業廃棄物を原料としても製造することが技術的には可能だが、現時点では一般廃棄物を対象とした溶融スラグがほとんどであるため、本指針では一般廃棄物と下水汚泥を対象とする。今後、産業廃棄物由来のスラグ製造が一般化した場合は、そのスラグの性状次第で本指針を適用することも可能であると考えられる。

本指針の有効利用とは、有償売却され土木建築資材等として利用される場合をいう。なお、溶融スラグの利用者に処分費又は処分費に相当する他の名目の費用が支払われる場合は、廃棄物の処分行為に該当するため本指針を適用しない。

3 溶融スラグの安全基準

溶融スラグの有効利用の促進を図るため溶融スラグに係る安全基準を次のとおり定める。

3.1 溶出基準及び含有量基準

溶出基準及び含有量基準を定める対象物質は、カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、セレンの6物質とし、対象物質に係る基準値は下表のとおりとする。

項目	溶出基準	含有量基準
カドミウム	0.01 mg/ℓ 以下	150 mg/kg 以下
鉛	0.01 mg/ℓ 以下	150 mg/kg 以下
六価クロム	0.05 mg/ℓ 以下	250 mg/kg 以下
砒素	0.01 mg/ℓ 以下	150 mg/kg 以下
総水銀	0.0005 mg/ℓ 以下	15 mg/kg 以下
セレン	0.01 mg/ℓ 以下	150 mg/kg 以下

3.2 溶出試験方法

溶融スラグに係る溶出試験の方法は、「土壤の汚染に係る環境基準について(平成 3 年環境庁告示第 46 号)」に定める方法とする。

3.3 含有量試験方法

含有量基準は、「土壤汚染対策法施行規則第 18 条第 2 項」で定める土壤に含まれる特定有害物質の量とし、試験方法は、「土壤含有量調査にかかる測定方法(平成 15 年環境省告示第 19 号)」に定める方法とする。

3.4 溶出試験に供する試料

試験に供する試料は、溶融スラグの利用用途に関係なく溶融スラグ単体とする。

3.5 試料の採取方法

試験に供する試料の採取方法は、原則として「JIS K 0060 産業廃棄物のサンプリング方法」による四分法で行う。

【解説】

溶融スラグにより土壤や地下水の汚染等を生じることのないよう、利用に際しての目標となる基準を定めている。本基準は、環境基本法に基づき適用される土壤の環境基準を基本として定めたものである。土壤の環境基準では、25 物質に関する溶出基準が規定されているが、溶融スラグは製造過程において概ね 1,200 以上の高温で処理されるため、農薬や PCB、ダイオキシン類等の有機塩素化合物等は熱分解されることとなる。このため本指針ではこれらを除いたカドミウム、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、セレンの 6 物質についての溶出基準値を定めている。

また、より一層の溶融スラグの安全性を確保し、様々な用途への利用促進を図るため、自主的に管理すべき含有量基準値も併せて設定することとした。なお、目標基準は、有効利用される直前の溶融スラグ単体に適用するものとする。

4 溶融スラグの品質管理

4.1 溶融スラグの品質管理

製造された溶融スラグの安全性を確認するため、1 ヶ月に 1 回以上溶出試験を行い、含有量試験については、1 年に 1 回試験を行うこととする。また、品質管理データを 10 年間保管し、必要に応じて開示するものとする。

4.2 原料適正化のための分別の徹底

溶融スラグの原材料となる一般廃棄物については、分別収集及び前処理を徹底し、溶

融不適物の混入の防止に努めるものとする。特に、蛍光灯、乾電池の分別を徹底することとする。また、安全な溶融スラグ製造のため、溶融施設の適正な運転管理に努める必要がある。

4.3 溶融スラグの加工、改質

溶融スラグは、必要に応じて磁選、破碎、ふるい分け等の加工を行い、土木建設資材等としての性状の向上に努めるものとする。

【解説】

本指針の適用を受ける溶融スラグは、土木建築資材として有価で取り扱われる商品である。しかし、溶融スラグの性状は、溶融方式及び施設の運転状況、処理する一般廃棄物の性状等によって変動する可能性があることから、溶融スラグ製造者は、これらの点に留意しながら安全な溶融スラグを製造する必要がある。そのために、一定期間毎に溶融スラグの性状を確認することとし、溶出試験は、原則として1ヶ月に1回以上、含有量試験は1年に1回それぞれ実施することとしている。

また、これらの結果は、溶融スラグ製造記録、売却記録と併せて、10年間保管しなければならないとしている。

5 溶融スラグの物理基準

溶融スラグの利用基準は、利用用途ごとに定める関連規格に準じる品質を有している必要がある。各利用用途と関連規格は次に示すとおりである。

用途		関連規格
道路用骨材(下層路盤、上層路盤)		JIS A 5001(道路用砕石)
アスファルト用骨材		アスファルト舗装要綱(砕石)
コンクリート用骨材 ^{注)}		JIS A 5005(コンクリート用砕石及び砕砂)
コンクリート 二次製品	インターロッキングブロック	インターロッキングブロック協会規格 日本建築学会規格 JASS7 M-101
	建築用コンクリートブロック	JIS A 5406(建築用コンクリートブロック)
その他窯業原料	陶磁器質タイル	JIS A 5209(陶磁器質タイル)
	普通れんが	JIS R 1250(普通レンガ)

注)コンクリート用骨材については、当分の間、陸上工作物に限る。

【解説】

溶融スラグは、その性状から土木建築資材の骨材として利用する方法が考えられる。それらの規格基準は、日本工業規格(JIS)や各業界の要綱等によって定められており、溶融スラグを利用する際にはこれらの関連規格に準じる必要がある。

溶融スラグは、冷却方法によってその物理性状は大きく異なる。現在最も製造量が多く、普及している方式は水冷式である。水砕スラグは、溶融スラグを冷却水槽に直接落下させて製造するため、その粒度の大半は5mm以下であるので砂の代替として路盤材やアスファルト合材、コンクリート製品の骨材としての利用に適している。しかし、急冷固化するためガラス質で修正CBR値(強度の指標値)が小さい傾向がある。そのため、他種骨材と混合して利用する方法が望ましい。

一方、空冷・徐冷スラグは、時間をかけて冷却するため強度に優れ、破碎処理と粒度調整を行うことで路盤材等の骨材としての利用が可能である。しかし、製造施設が大型になる傾向がある。

6 関係者の役割

6.1 溶融スラグ製造者の役割

溶融スラグ製造者は、一般廃棄物等から製造した溶融スラグについて、これが土木資材等として利用されることへの社会的責任を第一に認識し、住民の協力を得て一般廃棄物の分別等を徹底するとともに、溶融施設の運転管理を適正に行って、溶融スラグの品質の保持に努めるものとする。また、溶融スラグ利用者の需要に応じて溶融スラグの提供が可能ないように、保管施設の整備などの供給体制を整えることとする。さらに溶融スラグの安全基準の試験を実施すると同時に、これらの結果を所定必要期間保管し、必要に応じて結果を公表するものとする。

6.2 溶融炉メーカーの役割

溶融炉メーカーは溶融技術の向上に努め、溶融スラグ製造者に対して情報提供等を行うものとする。

6.3 溶融スラグ利用者の役割

溶融スラグ利用者は、溶融スラグ製造者と連絡・調整等を行って、供給量を勘案した計画的な利用に努めるものとする。

6.4 市町村の役割

市町村は、溶融スラグ利用者の立場から、当該地域において製造された溶融スラグについて、最終処分量を削減し、資源としての循環利用を図るため、自らの公共建設工事等において積極的に利用促進に努めるものとする。

6.5 県の役割

県は、溶融スラグの利用を推進するため、溶融スラグ製造者及び市町村や利用者に対して、助言及び技術的支援を行うものとする。また、自らの公共建設工事等において積極的に溶融スラグの利用促進に努めるものとする。

【解説】

一般廃棄物から溶融スラグを製造する者は、溶融スラグが土木建築資材として長期間にわたり利用されることを第一に認識して、安全性の高い溶融スラグの製造に努めなければならない。また、円滑に有効利用を行うために、溶融スラグ利用者の需要に対応するためのストックヤードやふるい分け施設、破碎施設等を整備しなければならない。特に路盤材等の土木建築資材の需要は、年度末に集中する傾向があるのでストックヤードの整備は重要である。

溶融炉メーカーは、溶融炉の運転管理等に関して溶融スラグ製造者に助言を行うと共に、自社の試験等の情報を溶融スラグ製造者に情報提供する必要がある。

溶融スラグの製造量は、需要に合わせて調整することが不可能であるため、溶融スラグ利用者は、溶融スラグ製造者に利用するスラグの量や利用する時期を連絡し、供給量を勘案した利用に努めなければならない。また、溶融スラグの製造者であり、利用者でもある市町村長は、自らの

地域において製造された溶融スラグを積極的に公共事業等において利用して、循環型社会の形成に努めなければならない。

この様な状況の中、県では廃棄物処理計画を平成 14 年 3 月に作成し、廃棄物減量に関する数値目標を設定した。当然、各市町村の処理計画も県の処理計画に準じた計画としなければ目標達成はあり得ない。

平成 17 年度における一般廃棄物の具体的な数値目標として、1 人 1 日あたりごみの排出量を平成 11 年度に比べ 3%減量、再生利用率を排出量の 20%、最終処分量を平成 11 年度に比べ約 20%削減するよう目標が掲げられている。この目標達成において、スラグの有効利用は 再生利用率アップと 最終処分量抑制の鍵にもなるため、各市町村も積極的にスラグの有効利用を図る必要がある。

県は、ダイオキシン対策とリサイクルの観点から、溶融炉の適正整備を推進し、溶融スラグ製造者及び利用者に対して、助言及び技術支援を行う必要がある。

7 指針の見直し、その他の留意事項

本指針は、現時点における環境基準値と溶融スラグの製造過程を考慮して策定したことから、今後、国において環境基準の見直し、または、廃棄物の再利用促進の指針などの作成等が行われた場合、必要に応じて見直しを行うこととする。

【解説】

本指針は、現時点における溶融スラグの科学的知見、全国の利用状況について検討して策定したものであるが、今後、国や日本工業規格(JIS 規格)等によって、新たな基準が定められた場合には、必要に応じて本指針の内容を見直すものとする。

8 指針の施行期日

本指針は、平成 15 年 1 2 月 1 日から施行する。

長崎県溶融スラグ有効利用指針関連資料

目 次

第1章 長崎県の一般廃棄物について

第1節	一般廃棄物の排出・処理状況	1
第2節	一般廃棄物の排出量の将来予測	4
第3節	溶融スラグの発生量の将来予測	6
第4節	長崎県廃棄物処理計画(抜粋)	9

第2章 溶融スラグについて

第1節	溶融スラグの一般性状	12
第2節	安全性試験	16
第3節	溶融スラグの利用用途	20
第4節	溶融スラグの利用に際しての関連規格	22

第3章 試験結果

第1節	安全性試験結果	33
第2節	骨材試験結果	39
第3節	アスファルト配合設計試験	43
第4節	コンクリート骨材試験	48
第5節	路盤材試験	50

付録

1	用語集	59
2	参考資料	70
3	長崎県溶融スラグ有効利用マニュアル作成委員会名簿	72

第1章 長崎県の一般廃棄物について

第1節 一般廃棄物の排出・処理状況

図1にごみ量の推移を示した。平成11年度の県内におけるごみの排出量は、617,827tで、前年度に比べ44,052t、率にして6.7%減少している。図2にブロック別のごみ排出量を示したが、「長崎・西彼」「佐世保・県北」「県央・県南」の3ブロックで全体の約90%を占めている。1日1人あたりの排出量は、高い水準のまま横這い状態が続いており、平成10年度の各都道府県民1人あたりの排出量で比較すると長崎県は多い方から9番目で、全国値(1,162g)と比較すると27g高い値となっている。特に「長崎・西彼」「下五島」「上五島」の3ブロックが全国値を大きく上回っている。

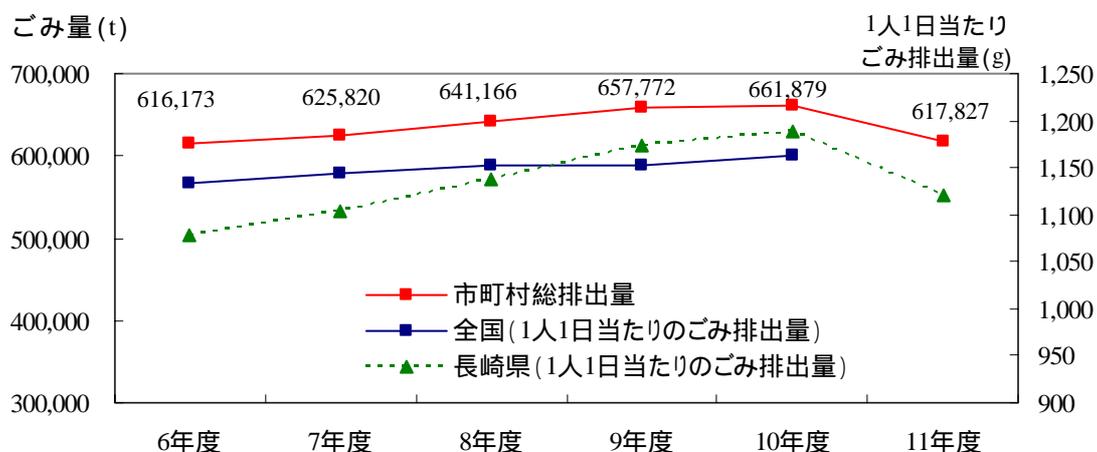


図1 ごみ量の推移

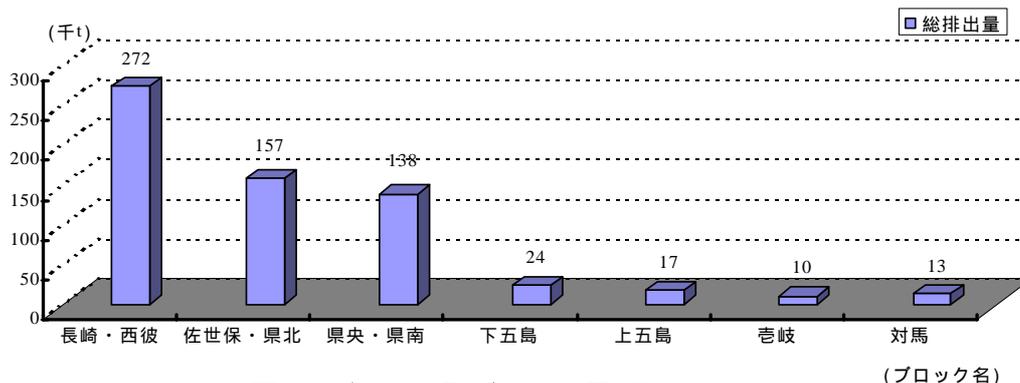


図2 ブロック別ごみ排出量(平成11年度)

平成11年度の長崎県におけるごみ処理の構造は、図3のとおりである。

排出量のうち98.8%は、市町村及び一部事務組合等において処理されており、その構成比は、直接焼却処理が500,749tで、82.1%、焼却施設以外の中間処理施設による処理が72,405tで11.9%、直接埋め立て処理が36,729tで6.0%となっている。

ごみ焼却処分量は、511,787tで1日あたりに換算すると1,402t処理していることになる。一方、焼却施設の処理能力の合計は、2,321t/日で施設の稼働率は0.60である。

焼却に伴い排出されるダイオキシン類の量は、図4のとおり平成11年度で13.4g-TEQ/年であ

り、年々減少している状況である。

最終処分場は、ごみの年間埋め立て処分量 137,893m³ に対し、残余容量が 1,361,507m³ であり、平成 11 年度末時点での今後の埋め立て可能期間は、およそ 9 年 10 ヶ月余りとなっている。

施設処理に伴う資源化量は 39,622t で、前年度に比べて 739t(1.9%)、集団回収量は、20,516t で、前年度に比べて 854t(4.3%) 増加しており、いずれも年々増加している。

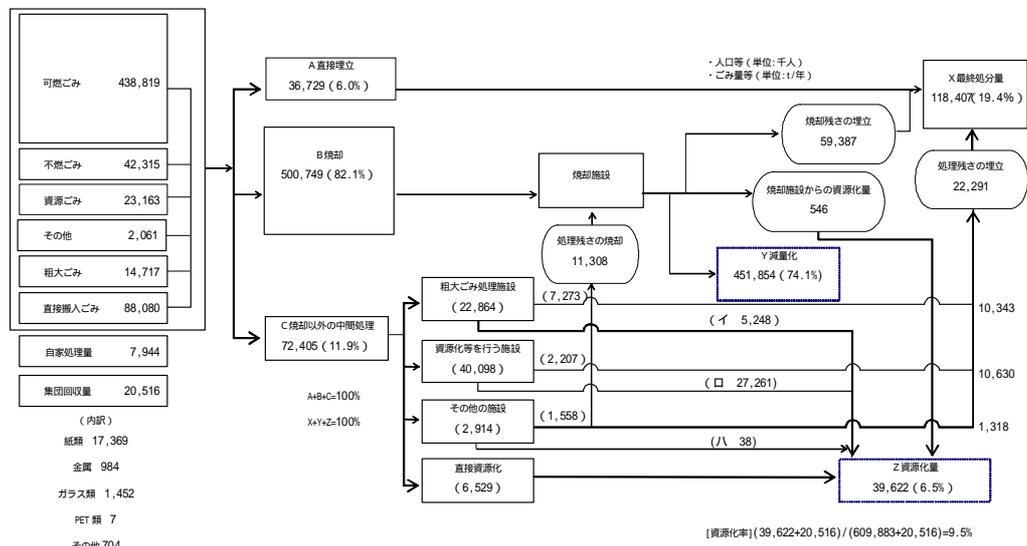


図 3 長崎県のごみ処理フロー図(平成 11 年度)

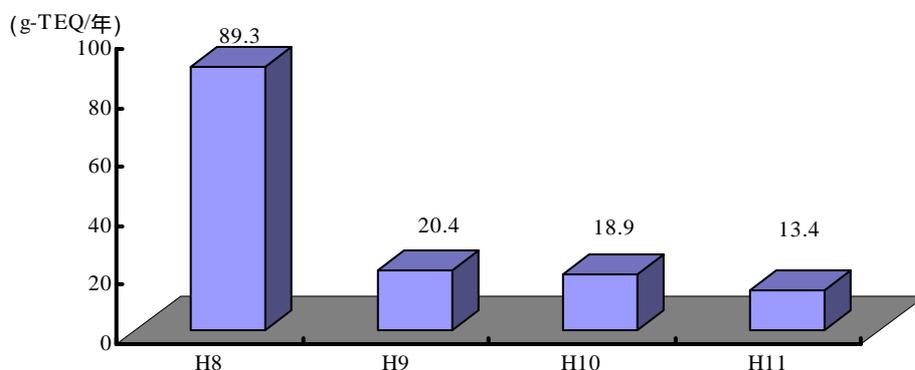


図 4 長崎県におけるダイオキシン類の年間排出量

最終処分場の設置状況を表 1 に示す。県内には、焼却灰等を安全に処分できる最終処分場が 31 施設しかなく、施設数が不足している状況である。適正な最終処分場を持たない多くの自治体は、業者委託による処理に委ねている。

表 1 最終処分場の設置状況

(平成 13 年 4 月現在)

ブロック名		長崎・西彼	佐世保・県北	県央・県南	下五島	上五島	壱岐	対馬	全県
施設数	適正な最終処分場	3	8	7	2	7	3	1	31
	不適正な最終処分場	9	6	0	3	3	1	2	24
	閉鎖している最終処分場	5	1	6	3	2	2	3	22

最終処分量の推移を図 5 に示す。平成 11 年度は約 118,000t で平成 10 年度と比べてかなり少なくなっている。

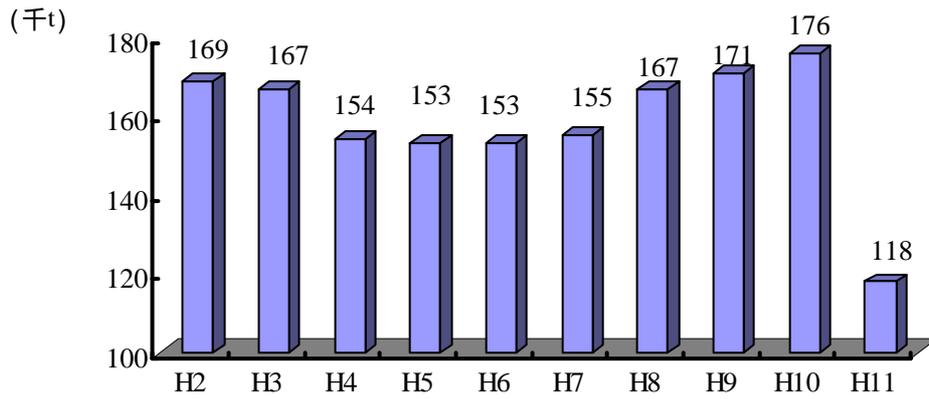


図5 最終処分量の推移

ごみ 1t あたりの維持管理費の推移を図 6 に示した。平成 11 年度で 29,100 円である。これに、施設建設費や修理費を加えた処理経費は約 43,600 円になる。

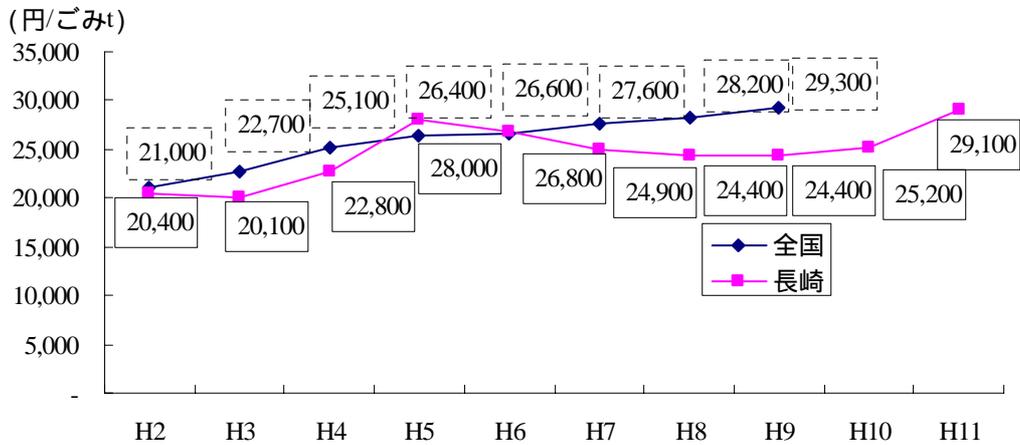


図6 ごみ処理及び維持管理費の推移

表2 ごみ処理経費(平成 11 年度)

ごみ処理経費(百万円)	建設・改良費	8,879
	維持管理費 (ゴミ1tあたり)	17,721 (29,100円)
	合計	26,601
人口	(人)	1,542,538
世帯数	(世帯)	576,082
集団回収を除くごみ排出量	(t)	609,883
1人あたり年間処理経費	(円/人・年)	17,245
1世帯あたり年間処理経費	(円/世帯・年)	46,176
ごみ1tあたり処理経費	(円/t)	43,617
ごみ袋1個あたり処理経費*	(円/袋)	218

*ごみ袋1個を5キログラムとする。

1人年間 17,000円
1世帯年間 46,000円
ごみ袋1個 220円

第2節 一般廃棄物の排出量の将来予測

長崎県廃棄物処理計画では、平成 17 年度及び平成 22 年度におけるごみ排出量が予測されている。その量は表 3 のとおりで、平成 17 年度で 1,185g/人・日。平成 11 年度と比較して 65g/人・日増加すると見込まれている。

表 3 1 人 1 日あたりのごみ排出量の将来予測 単位(g/人・日)

項目/年度	平成 11 年度	平成 17 年度	平成 22 年度
1 人 1 人あたりのごみ排出量	1,120	1,185	1,202
増加指数	100	106	107

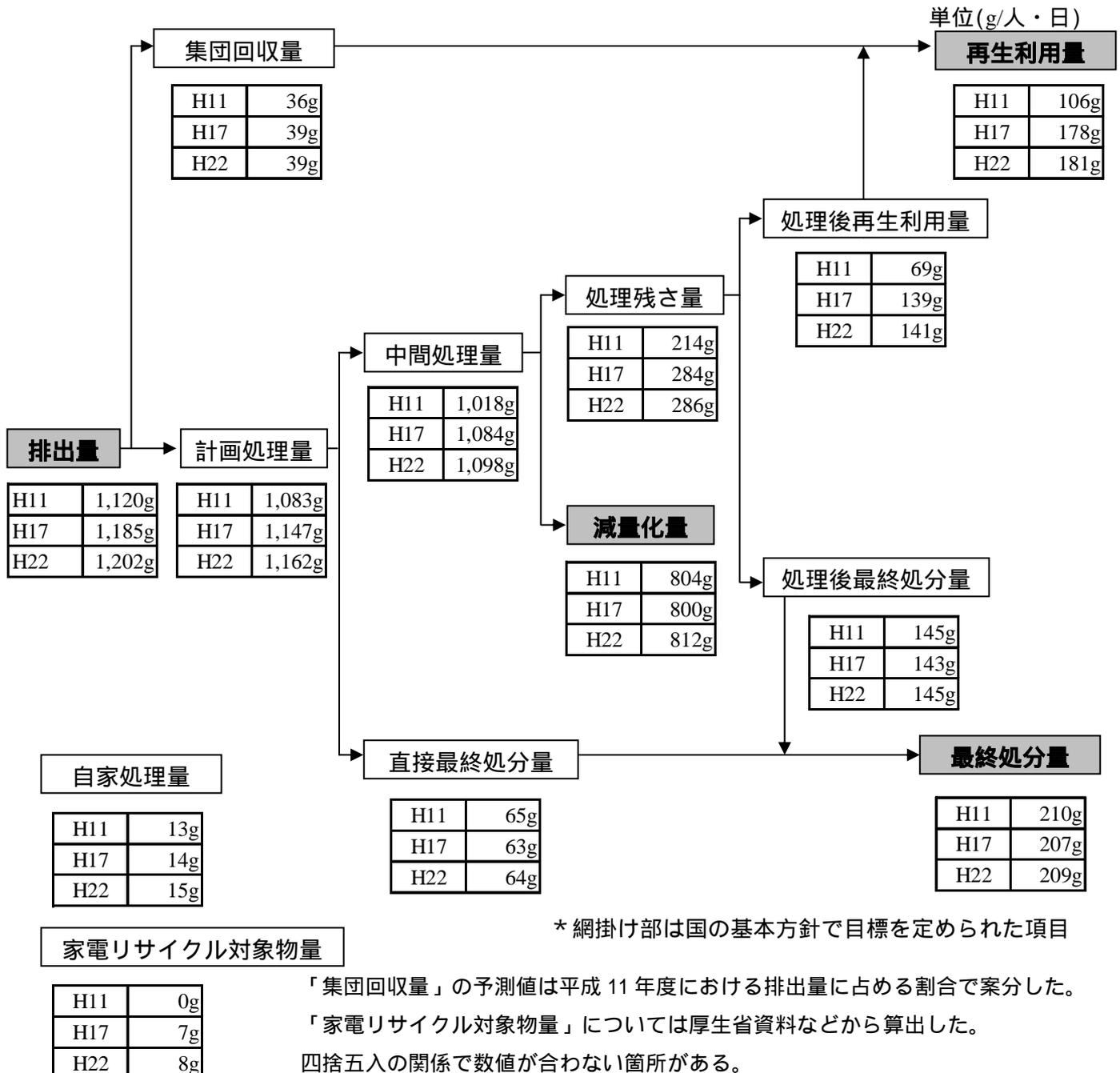


図 7 1 人 1 日あたりのごみ処理量の将来予測結果

長崎県の廃棄物処理計画では同じく、年間ごみ排出量の将来予測がなされている。それによると表4に示したとおり、平成17年度には640.0千tで平成11年度と比較して9.6千t増加すると見込まれている。

表4 年間ごみ排出量の将来予測 単位(千t/人・年)

年間ごみ排出量	平成11年度	平成17年度	平成22年度
	630.4	640.0	629.6

* 年間ごみ排出量は、1人1日あたりの排出量に人口予測値を乗じて求めます。

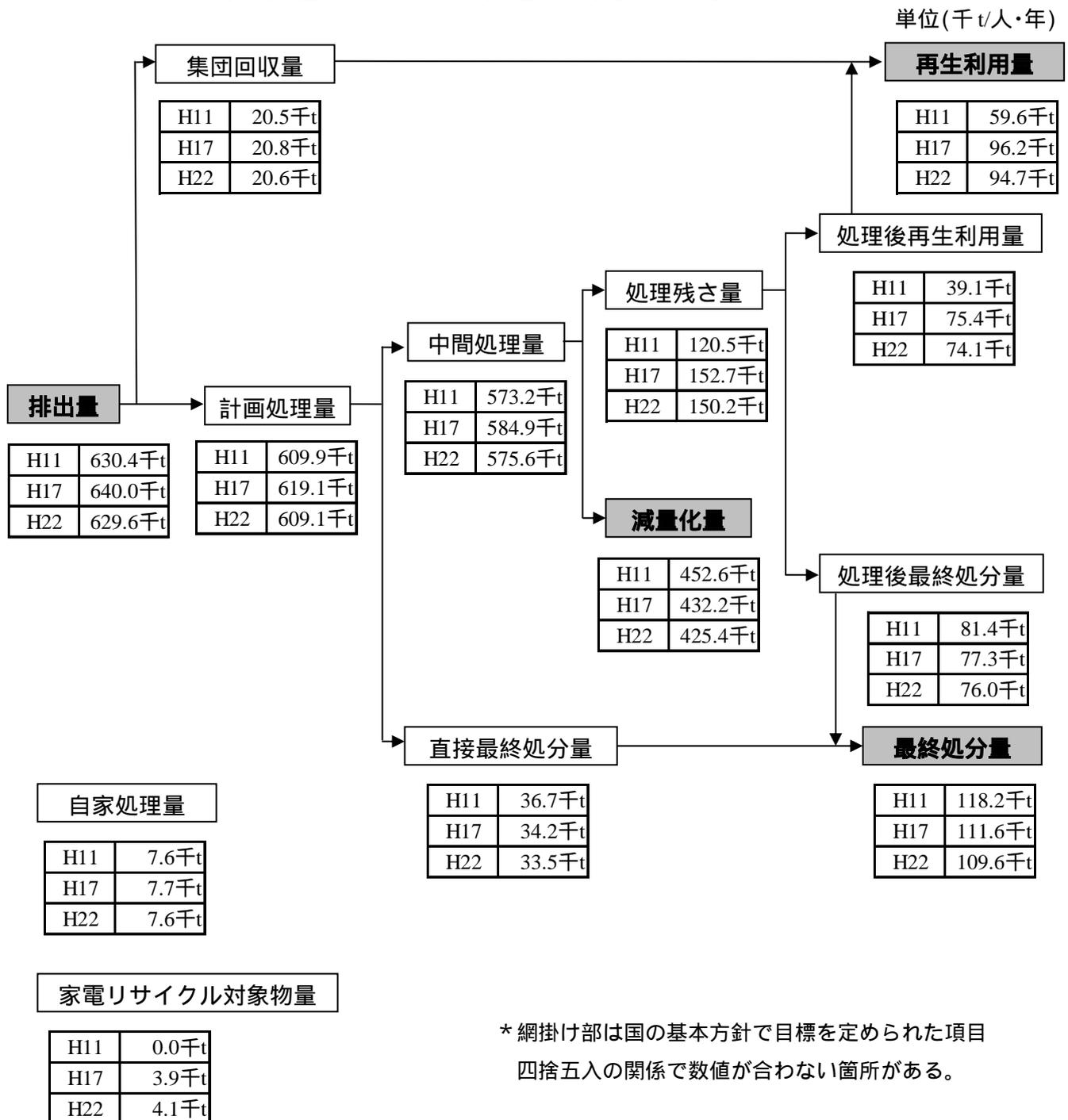


図8 年間ごみ排出量の将来予測結果

第3節 溶融スラグの発生量の将来予測

本県の一般廃棄物溶融固化施設は、平成14年12月現在では諫早市、南高南部衛生福祉組合と佐世保市の下水処理場の3カ所が稼働している。平成15年度には、福江市清掃センター、上五島広域クリーンセンター、対馬総町村組合ごみ処理施設が新たに稼働予定である。

当県における一般廃棄物処理については、平成11年3月に策定された「長崎県ごみ処理広域化計画」によって、現状の施設を7ブロック、9施設に集約化することを目標としている。表5にごみ焼却施設の集約化計画を示した。また、図9にはごみ処理広域ブロックに関する計画図を示した。

表5 ごみ焼却施設の集約化計画

(単位：施設数)

広域 ブロック名	過渡的ブロック名	現状 (平成10年度末)	平成15年度	平成20年度	目標 (平成30年度)
長崎・西彼	長崎市・西彼南部(1市3町)	5	3	3	2
	伊王島町	1	1	1	
	高島町	1	1	0	
	西彼北部(9町)	8	1	1	
	計	15	6	5	
佐世保・県北	佐世保市	2	2	2	2
	東彼地区保健福祉組合(3町)	1	1	1	
	北松北部(2市3町)	5	1	1	
	北松南部(6町)	2	1	1	
	大島村	1	1	1	
	鷹島町	1	1	1	
計	12	7	7		
県央・県南	県央・県南(2市15町)	10	4	4	1
	大村市	1	1	1	
	南高南部衛生福祉組合(6町)	1	1	1	
	計	12	6	6	
下五島	下五島(1市4町)	5	3	3	1
	奈留町	1	1	1	
	計	6	4	4	
上五島	上五島(5町)	5	1	1	1
	小値賀町	1	1	1	
	宇久町	1	1	1	
	計	7	3	3	
壱岐	-	4	4	1	1
対馬	-	4	1	1	1
合計		60	31	27	9

「長崎県ごみ処理広域化計画」より抜粋

集約化されるごみ焼却処理能力は、表6に示したとおり離島地区の4ブロックを除き、200t/日以上処理能力を有する全連続式焼却施設による広域処理を図る。

表6 ごみ焼却施設処理能力の推計

(単位：施設数)

広域 ブロック名	現状(平成10年度末)				目標(平成30年度)				処理能力 合計 (t/日)
	300t/日 t/日以上	200～ 300 t/日未満	100～200 200 t/日未満	100t/日 未満	300t/日 t/日以上	200～ 300 t/日未満	100～200 200 t/日未満	100t/日 未満	
長崎・西彼	2		1	12	2				800
佐世保・県北		2		10		2			430
県央・県南			2	10	1				470
下五島				6				1	60
上五島				7				1	30
壱岐				4				1	30
対馬				4				1	60
計	2	2	3	53	3	2	0	4	

表8に溶融スラグの発生量予測値を示した。平成16年度には7カ所の一般廃棄物処理施設からスラグが発生してその量は15,000t/年と予想される。(平成30年度の予測値は、長崎市と佐世保市においては溶融処理が計画されていないが、仮に溶融固化処理を行ったと仮定した場合のスラグの発生量である。)

表7 長崎県の溶融炉設置状況(平成13年末現在)

事業所名	処理対象物	溶融方式	溶融炉メーカー	形状	溶融能力 (t/日)	排出量 (t/年)
諫早市環境センター	一般廃棄物焼却灰、埋立焼却灰	回転式表面溶融炉	クボタ	水砕	24	4,300
南高南部衛生福祉組合	一般廃棄物焼却灰	表面輻射溶融	日立	水砕	14	700
佐世保市下水処理場	下水汚泥	回転式表面溶融炉	荏原	水砕	35(wet)	350

表8 長崎県の溶融スラグ発生量予測

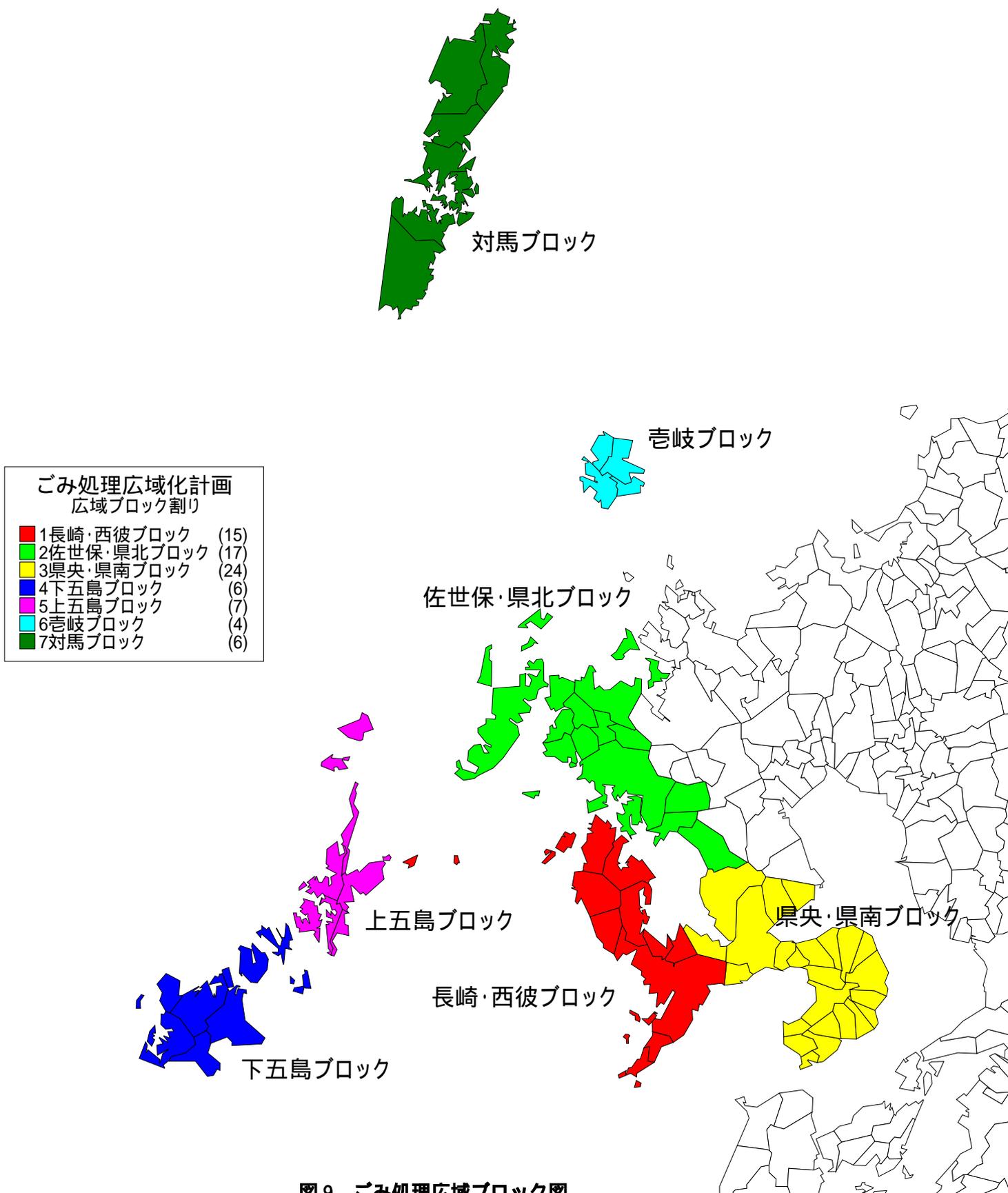
		H16	H20	H25	H30
長崎西彼ブロック	長崎市地区(t/日)				32.9
	西彼地区(t/日)	12.3	13.1	14.0	15.0
佐世保・県北ブロック	佐世保地区(t/日)				22.3
	北松北部地区(t/日)	3.5	3.6	3.6	3.8
	東彼地区(t/日)				2.2
県央県南ブロック	県央・県南地区(t/日)	14.3	14.7	15.1	15.6
	南高南部地区(t/日)	3.3	3.6	3.9	4.2
下五島ブロック	下五島地区(t/日)	2.8	2.9	3.1	3.2
上五島ブロック	上五島地区(t/日)	2.3	2.2	2.3	2.4
対馬ブロック	対馬地区(t/日)	2.6	2.9	3.3	3.7
壱岐ブロック	壱岐地区(t/日)		1.4	1.4	1.5
合計(t/日)		41.0	44.5	46.8	106.8
合計(千t/年)		15.0	16.2	17.1	39.0

各市町村が推計したスラグ発生量を基に作成した。

また、スラグ発生量予測を行っていない自治体についてはごみ焼却量の7%をスラグとして推計した。

長崎市地区については、仮に溶融固化を行った場合の量

平成13年現在の予測値



第4節 長崎県廃棄物処理計画（抜粋）

長崎県廃棄物処理計画は、「循環型社会形成推進基本法」の理念に基づき、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」第5条の3第1項の規定により知事が定める「廃棄物処理計画」です。

本計画は、同法第5条の2第1項に基づき国が定める「廃棄物の減量その他その適正な処理に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るための基本的な方針」に則して定めるとともに、リサイクル関連各法とも整合を取ったものです。

また、本県が定めた「長崎県長期総合計画」や「長崎県環境基本計画」などの上位計画や廃棄物処理計画関連の各種計画とも整合を図っています。

併せて、市町村が法第6条第1項の規定により定める「一般廃棄物処理計画」や、多量排出事業者が法第12条第7項の規定により定める「産業廃棄物処理計画」を策定するにあたっての指針となるものです。

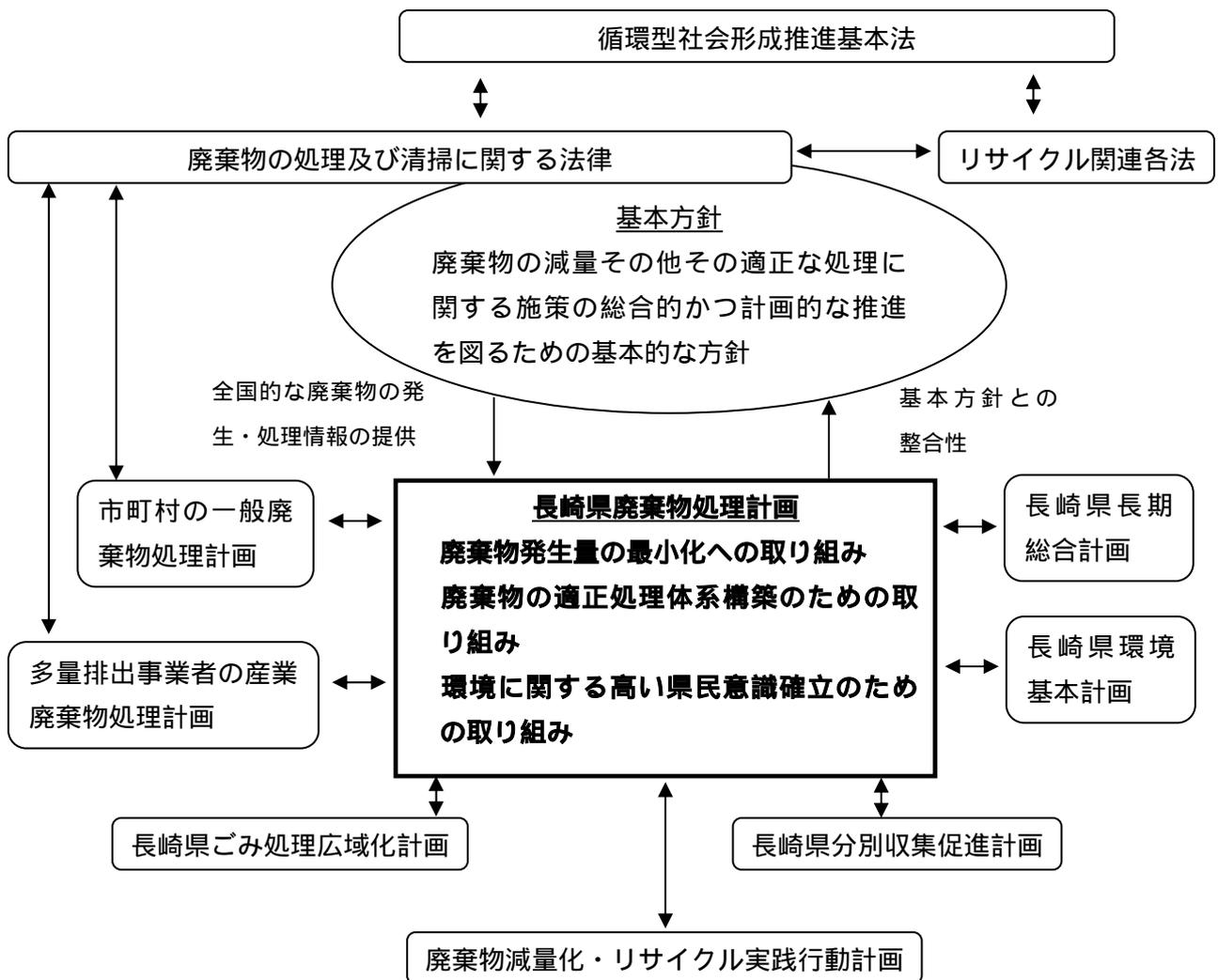


図10 長崎県廃棄物処理計画の位置づけ

1 長崎県の目指す将来像と基本目標

(1) 将来像

本県の目指す将来像を、

ごみのない、資源循環型の長崎県「**ゴミゼロながさき**」と定めます。

この将来像の実現のために、次の3つの「基本目標」や具体的な「減量化目標」を設け、県民・事業者・行政が互いに協力しながら各々の役割を分担して、各種施策を展開します。

(2) 基本目標

具体的な施策や活動の「基本目標」を次のとおり定めます。

廃棄物の発生量の最小化

4Rを推進することにより、廃棄物の発生を抑制し、リサイクルを促進して廃棄物の発生量が最小化された長崎県をめざします。

Refuse(リフューズ):家庭などにごみとなるものを持ち込まないよう「断る」。

Reduce(リデュース):ものを大切にし、ごみとして出すものを「減らす」。

Reuse(リユース):そのままの形で「再使用する」。

Recycle(リサイクル):廃棄物となったものを一度壊し、原材料として新しいものに作り替えて「再使用する」。

環境を考えた処理体系の構築

廃棄物の発生量を最小化しても発生する廃棄物を、安全で環境への負荷が少ない適切な方法で処理するための施設が整備された長崎県をめざします。

県民のゴミゼロ意識の確立

お互いが環境教育やリサイクル等の実践行動を通じて、廃棄物問題に関する高い県民意識を持つとともに、県民・事業者・行政によるネットワークを形成し、共働して循環型社会を構築する長崎県をめざします。

2 一般廃棄物(ごみ)の減量化目標

国の基本方針や「長崎県環境基本計画」の目標などを参考にして、長崎県の平成17年度における目標を以下のように設定します。排出抑制対策やリサイクルの促進、処理施設の適正整備など総合的な対策を強力に推し進めることが必要です。

一般廃棄物

排出量 を、1人1日あたり平成11年度に比べ「3%(34g)」減量します。

*1人1日あたりアルミ缶2.2個分の減量が必要です(アルミ缶1個:約16g)

再生利用量 を、排出量の「20%」に増加させます

最終処分量 を、平成11年度に比べ「20%」削減します

産業廃棄物

排出量 を、平成10年度に対し「3%」の増加に抑えます

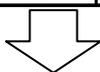
再生利用量 を、排出量の「64%」に増加させます

最終処分量 を、平成10年度に比べ「57%」削減します

予測値

(単位:千トン/年)

一般廃棄物			
	平成11年度	平成17年度	平成22年度
排出量	630(1,120g/人・日)	640(1,185g/人・日)	630(1,202g/人・日)
再生利用量	60(9%)	96(15%)	95(15%)
中間処理による減量	453(72%)	432(67%)	425(67%)
最終処分量	118(19%)	112(18%)	110(18%)
産業廃棄物			
	平成10年度	平成17年度	平成22年度
排出量	5,885	6,167	6,509
再生利用量	3,181(54%)	3,491(57%)	3,709(57%)
中間処理による減量	1,533(26%)	1,710(28%)	1,803(28%)
最終処分量	1,106(19%)	897(15%)	925(15%)



目標値

(単位:千トン/年)

一般廃棄物			
	平成11年度	平成17年度	平成22年度(参考)
排出量	630(1,120g/人・日)	586(1,086g/人・日)	557(1,064g/人・日)
再生利用量	60(9%)	117(20%)	134(24%)
中間処理による減量	453(72%)	375(64%)	364(65%)
最終処分量	118(19%)	94(16%)	59(11%)
産業廃棄物			
	平成10年度	平成17年度	平成22年度(参考)
排出量	5,885	6,064	6,301
再生利用量	3,181(54%)	3,873(64%)	4,254(68%)
中間処理による減量	1,533(26%)	1,644(27%)	1,683(27%)
最終処分量	1,106(19%)	479(8%)	295(5%)

その他量等を記載していないので、排出量と個々の量の計は一致しない。

第2章 溶融スラグについて

第1節 溶融スラグの一般性状

溶融とは、焼却残さ(主灰、飛灰)等を約 1,200~1,600 の高温条件において溶融し、廃棄物中に含まれる有害な重金属をガラス基質に封じ込めて、結晶質のスラグを製造し、水銀、鉛、カドミウム等の低沸点物質は揮散させて溶融飛灰として回収し、無害化する処理をいう。溶融処理を通じて、焼却灰を 1/2~1/3 程度に減容化できるうえ、焼却灰中の有害成分(ダイオキシンや有機化合物)をほぼ完全に分解できる。また、スラグ中に移行する一部の重金属類についても無害化が図られ、土木資材として再利用が可能といわれている。

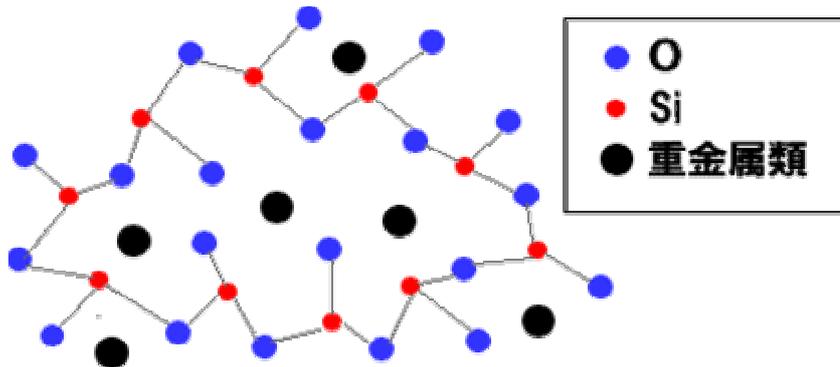


図 11 スラグの網目構造

1 スラグの特性

スラグの特性は各溶融固化技術とスラグの製造方式の違いや、溶融した一般廃棄物焼却残さの質的、性状的な差異によっても変化する。スラグは、概ね 1,200 以上の高温条件にて一般廃棄物焼却残さ等が加熱溶融され、冷却固化したもので、有機物は、熱分解、ガス化、燃焼し、無機物は溶融してスラグとなる。スラグは冷却方式によってその物性が大きく異なる。その分類を図 12 に示した。

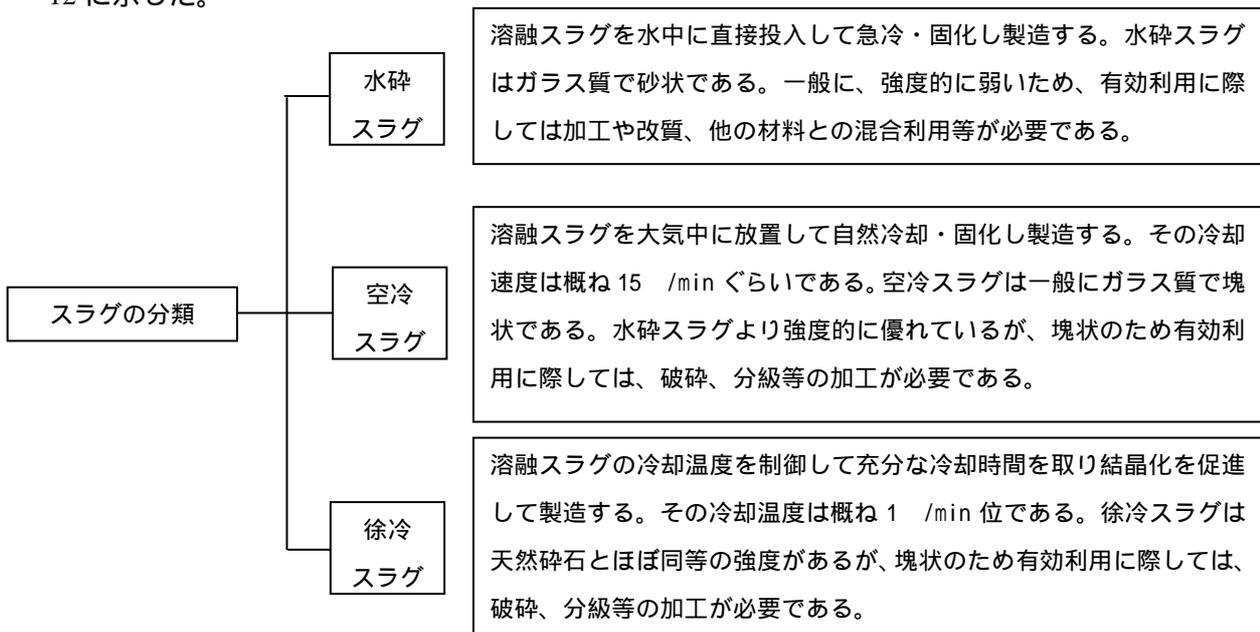


図 12 スラグ冷却方式の分類

(1) 水砕スラグ

水砕スラグは、熔融スラグを冷却水槽に直接落下させて急冷固化、細粒化して製造する。また、噴射水により急冷固化、細粒化後、冷却水槽に落下させて製造する場合もある。

水砕スラグ冷却固化装置の特徴

<長所>

- ・ 水砕スラグ冷却固化装置の構造がシンプルで設備費が安く、装置スペースも小さくて済む。
- ・ 維持管理が容易で作業性がよい。
- ・ 炉のシール性に優れている。
- ・ 熱の放散が少ないため、建屋内の熱的作業環境が維持し易い。

<短所>

- ・ 冷却の水質や水量、水温の管理を行う必要がある。

水砕スラグの特徴

<長所>

- ・ 砂状のため、ハンドリングが容易である。
- ・ スラグとメタルの分離が容易である。
- ・ 水砕スラグそのまま、あるいは磁選、破碎処理等により土木建築分野で細骨材の代替材として利用可能である。

<短所>

- ・ 急冷固化するため水砕スラグはガラス質であり、ひび割れが認められ天然砂と比較してもろい。
- ・ 熔融液の粘性が高い場合や熔融炉内温度が低い場合に、水砕スラグの一部が針状になる場合がある。

(2) 空冷スラグ

空冷スラグは熔融スラグを鉄製の搬送コンベヤ又はモールドに受け、空気中で放冷して作られる。

空冷スラグ冷却固化装置の特徴

<長所>

- ・ 水砕スラグ製造装置に比べて、冷却水の取り扱いを行う必要がない。
- ・ 排水管理が不要である。

<短所>

- ・ 熔融スラグを高温のまま取り出すため、取り扱いの注意が必要である。
- ・ 装置が大型となる。

空冷スラグの特徴

<長所>

- ・ スラグとメタルが熔融状態で冷却前に分離している場合が多く、空冷後メタルを分離する必要がない。
- ・ 高温から空冷するため、水砕スラグに比べて強度が大きい。
- ・ 破碎した後は、粒度調整すれば路盤材等の再利用が可能となる。

<短所>

- ・ 比較的粒度が荒く、細骨材や砂の代用として使用するためには破碎処理をする必要がある。

(3) 徐冷スラグ

徐冷スラグは溶融スラグを一定量モールドに受け、保温室を経由して排出することにより作られる。

徐冷スラグ冷却固化装置の特徴

- ・ 溶融スラグ排出口下部にスラグを受けるモールドと受け入れたスラグを保温するためのモールド室が設置されている。
- ・ モールド室の温度調整は、モールド室に流す排ガス流量を変更することにより行われる。
- ・ 溶融スラグを高温のまま取り出し、かつ保温により冷却速度を遅くするため、装置が大型になる。

徐冷スラグの特徴

- ・ 高温から保温することにより徐冷するため結晶化が進んでいるので空冷スラグに比べて強度が大きい。
- ・ 溶融スラグを徐冷することにより結晶化するため、天然骨材とほぼ同等の物性をもつ徐冷スラグが製造でき、再利用用途も広がると言える。
- ・ 常に同一の結晶度を持ったスラグを製造することは困難である。

出典:溶融スラグの有効利用マニュアル:(財)廃棄物研究財団(平成 11 年)

2 溶融方式の種類

溶融炉は溶融する熱源によって分類され、電気から得られた熱エネルギー等により焼却残さを溶融する電気式溶融炉及び油、ガスを燃焼させて焼却残さを溶融する燃料燃焼式溶融炉並びにごみを直接溶融する直接式溶融炉の3形式に大別される。

灰溶融路は熱源別に、電気式では交流アーク式、電気抵抗式、プラズマ式等がある。燃料燃焼式では、回転式、反射式、輻射式表面溶融炉がある。

直接式には、コークスベッド式や熱分解・旋回流式溶融炉(ガス化溶融炉)等がある。

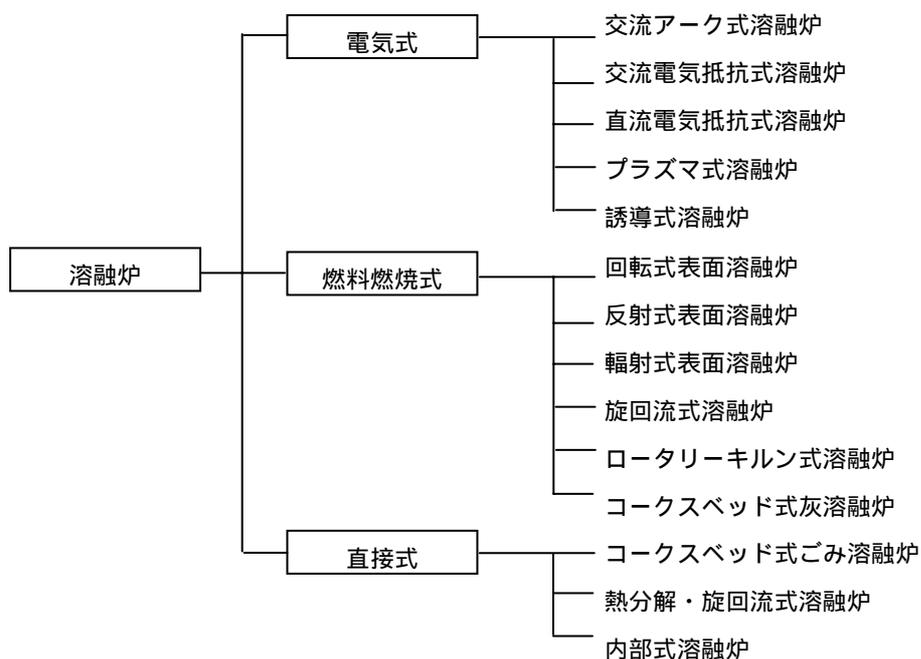


図 13 溶融炉の分類

3 溶融処理の一般フロー

一般的な溶融処理のフローを図 14 に示した。溶融方式によって違いがあるが、前処理として水分調整、鉄分除去等の前処理を施した後、溶融炉で溶融しスラグと溶融飛灰に分離する。そのため、付属施設として、乾燥設備、磁力選別機等の前処理施設や、灰の運搬設備、排ガス処理設備、スラグ処理設備などが必要である。

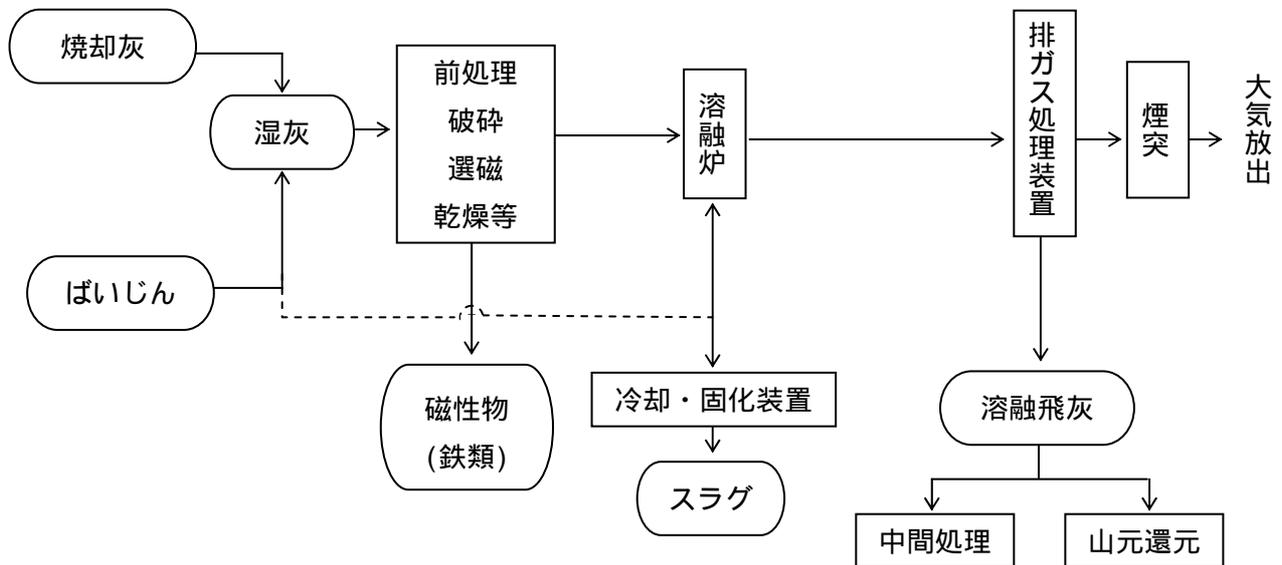


図 14 溶融処理の一般的フロー

出典：「焼却灰等の広域溶融処理システム調査報告書(平成 5 年度)：(財)廃棄物研究財団

出典：埼玉県廃棄物広域溶融計画(平成 7 年)

第2節 安全性試験

1 環境庁告示第46号試験

環境庁告示第46号試験は、土壤環境基準の判定の際に行う溶出試験である。告示では、土壤の汚染に係る環境上の条件において、人の健康を保護し、生活環境を保全する上で維持することが望ましい基準が定められている。溶出試験液の作成フローを以下に示した。

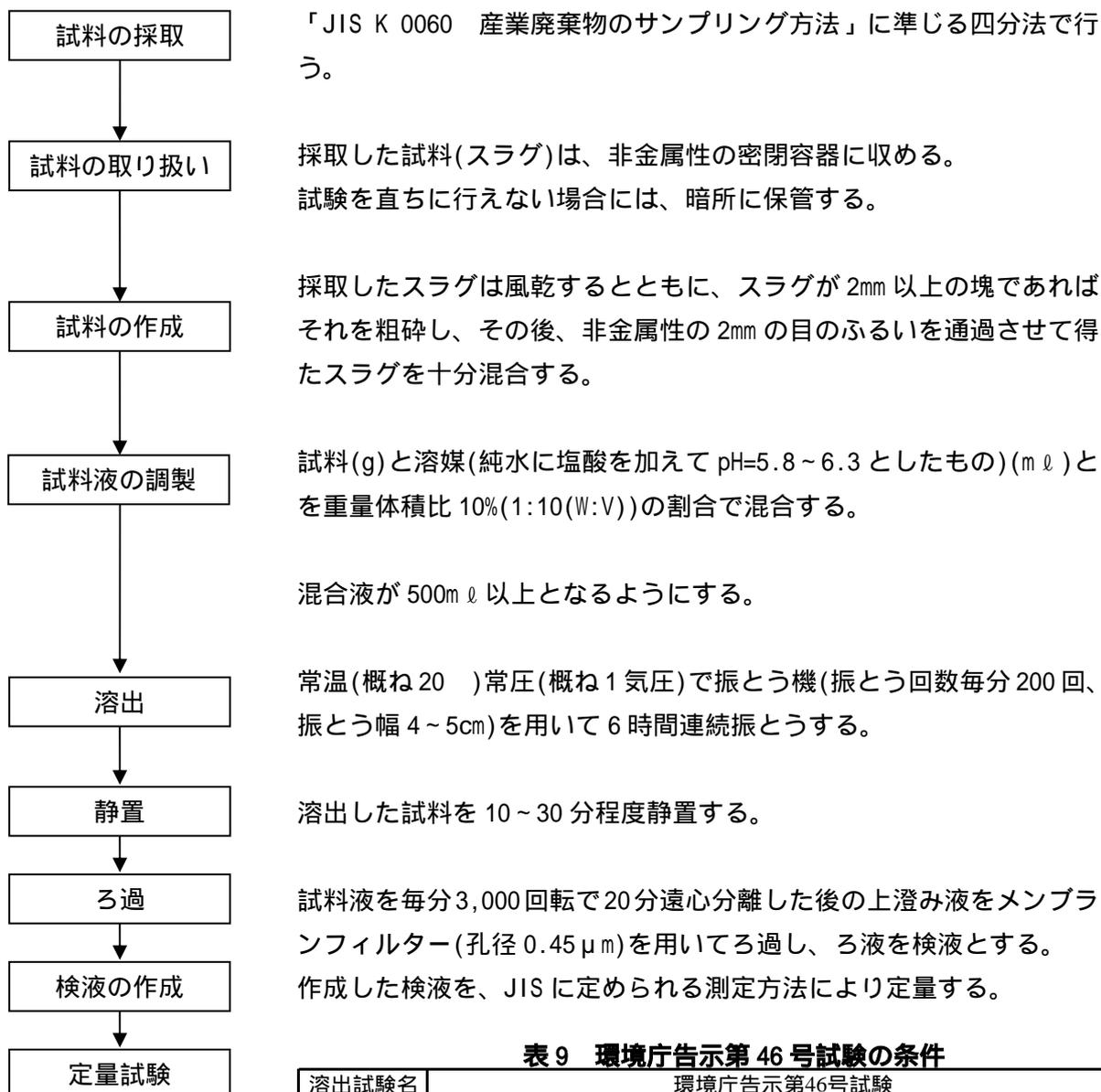


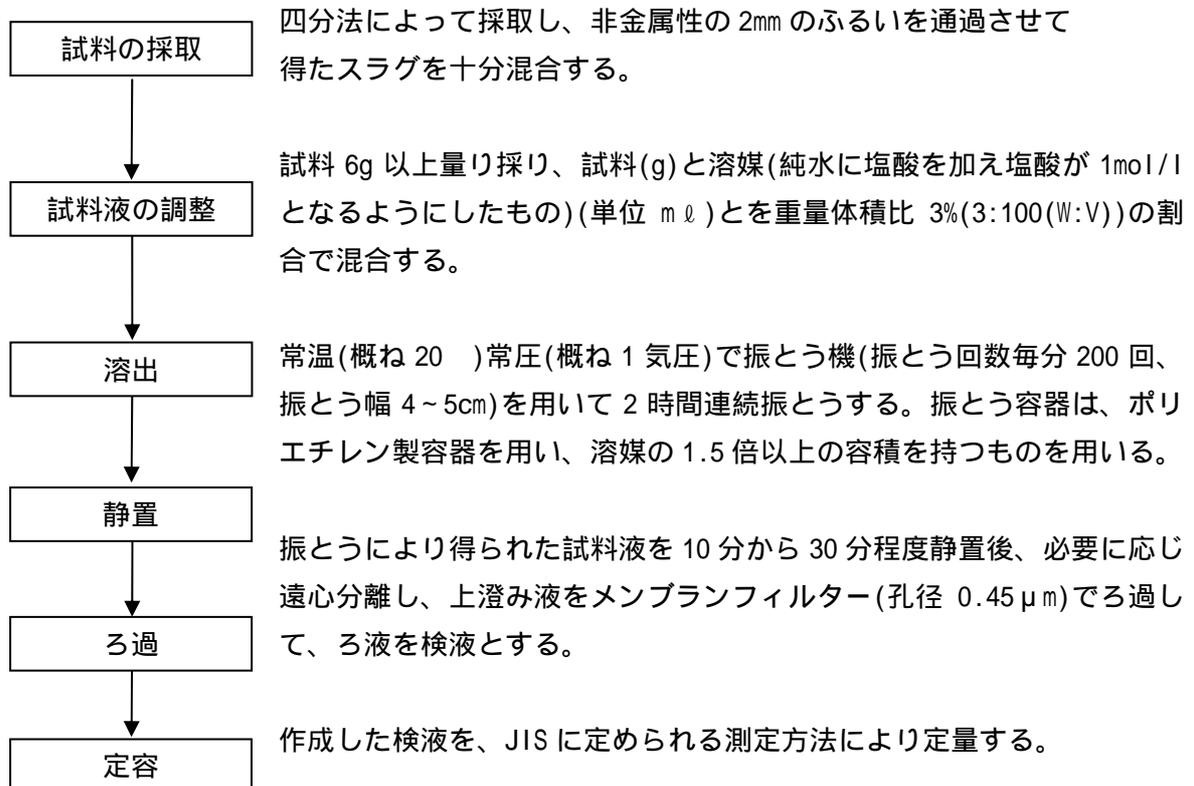
表9 環境庁告示第46号試験の条件

溶出試験名	環境庁告示第46号試験
試験分類	単一バッチ試験
溶出容器	-
試料の調整	<2mmは有姿、その他は<2mmに粉碎
試料量(g)	>50
溶媒	純水(HCℓもしくはNaOHでpHを5.8~6.3にしたもの)
液固比(L/S)	10
溶出時間(h)	6
振とう方法	平行振とう(幅4-5cm、200rpm)
温度(℃)	-
固液分離	遠心分離(3000rpm×20分)及び0.45μmメンブランフィルター濾過
溶出回数	1

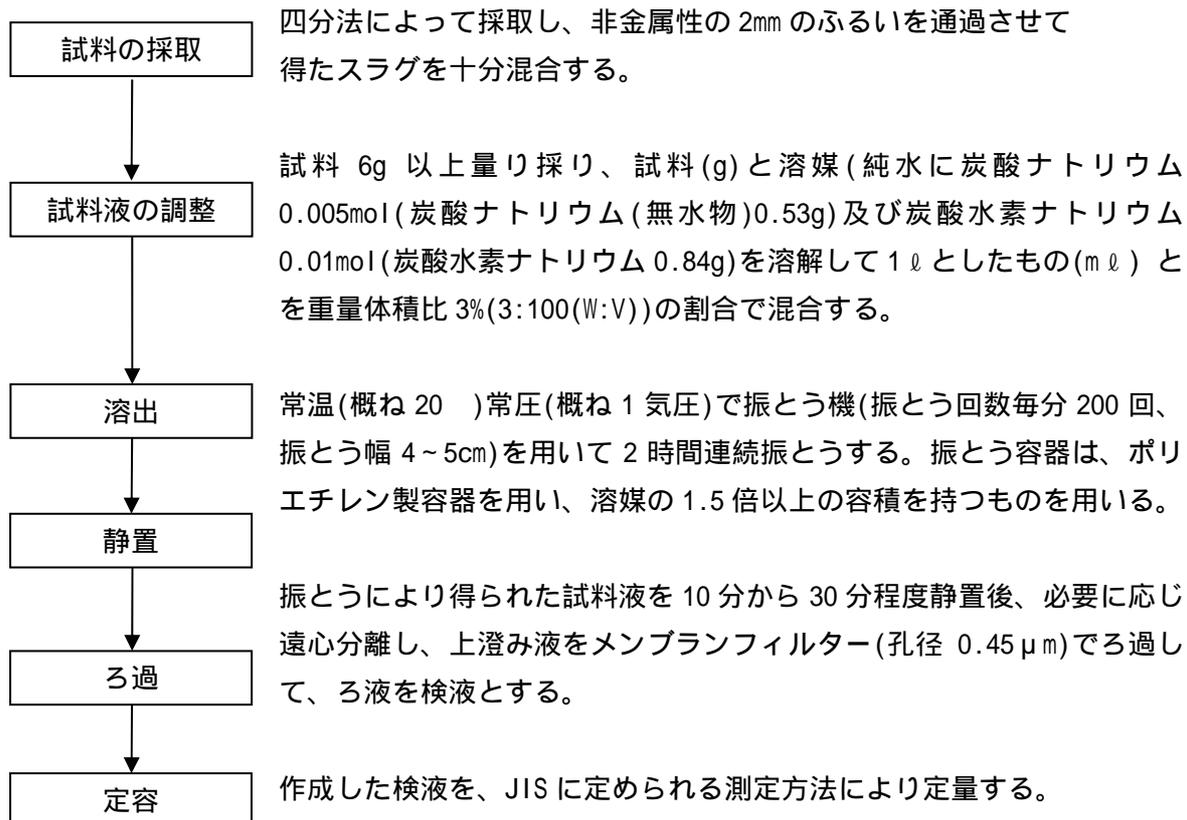
2 重金属含有量試験

含有量基準は、「土壤汚染対策法施行規則第 18 条第 2 項」で定める土壤に含まれる特定有害物質の量とし、試験方法は、「土壤含有量調査にかかる測定方法(平成 15 年環境省告示第 19 号)」に定める方法とする。

(1) カドミウム、水銀、セレン、鉛、砒素



(2) 六価クロム



(3) 試料の採取方法

試験に供する試料の採取方法は、原則として「JIS K 0060 産業廃棄物のサンプリング方法」による四分法で行う。

「JIS K 0060 産業廃棄物のサンプリング方法」は、産業廃棄物 (汚泥、鉱さい、廃酸、廃アルカリ、燃えがら、ばいじん、コンクリート固化物等) を対象とする各試験の実施にあたり、ロットの平均的な性状を得るためのサンプリング方法、試料の縮分方法について規定したものである。

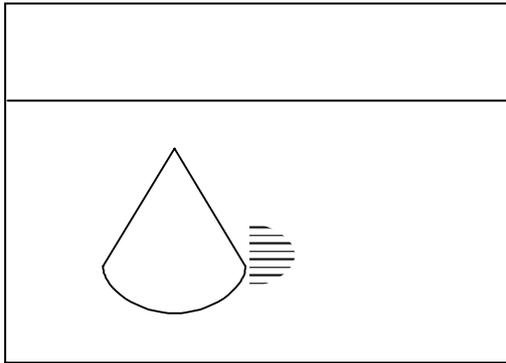
試料の採取

ストックヤード等に保管されている溶融スラグについては、一般に山の縁の部分に粒度の粗いものが多く、中央部に細かい粒度のものが集まっている場合が多い、この時は、山の縁、頂上、中間から全体に渡って平均的に採取し、計 5 ~ 10kg を採取して代表試料とする。

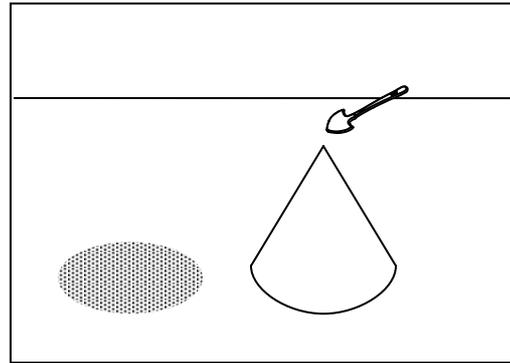
試料の縮分

溶出試験には 100g 程度の試料が必要となるため、採取した代表試料を縮分して試料調整を行うものとする。縮分の方法は、「円錐四分法」を原則とする。

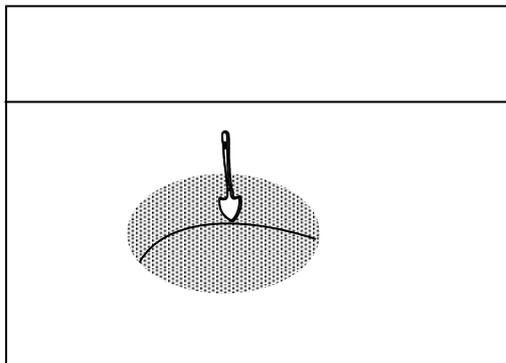
円錐四分法



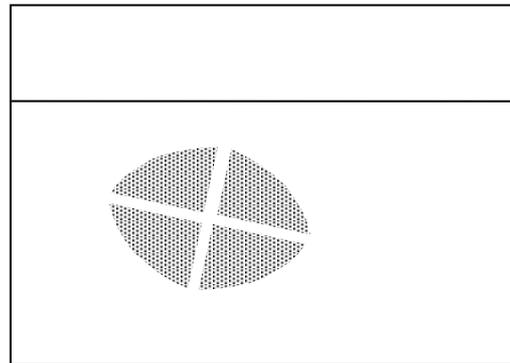
粉碎した大口試料を固い清浄な平面上で円すい形に積み上げる。



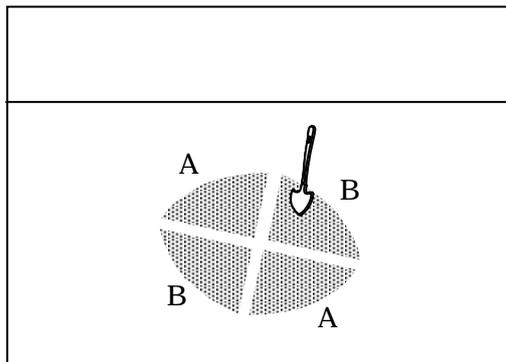
の円すいを平らにし、場所を変えての操作を更に1、2回繰り返す。



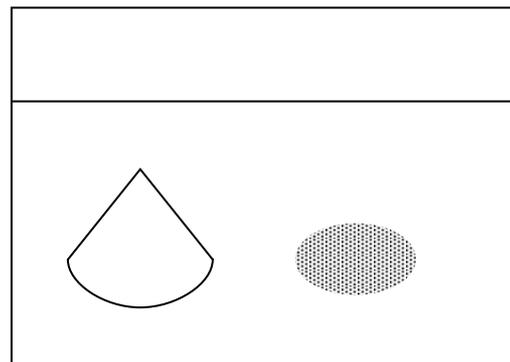
円すいを頂点から垂直に押し下げるようにして平らにし、これを扇形に4等分する。



4等分した試料



対角のA、Aをとり、B、Bを捨てる。



半減した試料で ~ の操作を繰り返して行う。

第3節 溶融スラグの利用用途

1 道路舗装の構成

日本の道路延長約 115 万 km の約 70% が舗装されており、そのうちアスファルト舗装が 90% を超えている。従って道路用骨材としてスラグの用途を考える場合、アスファルト舗装への利用が第一に挙げられる。アスファルト舗装の構成と各層の名称は図 15 のとおりである。

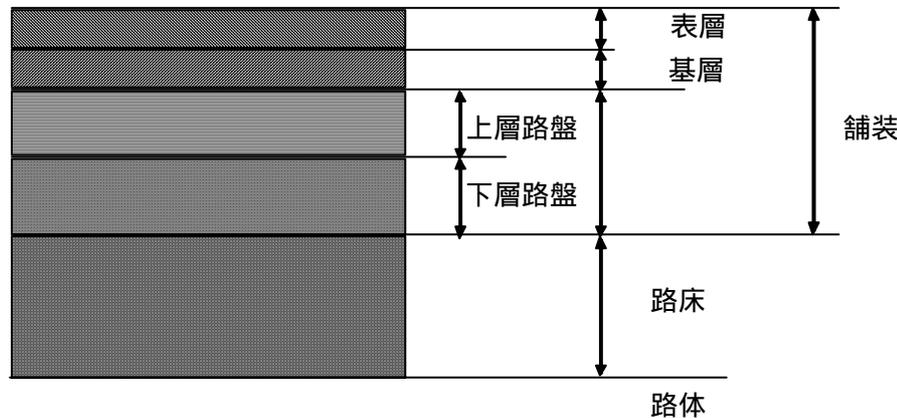


図 15 舗装の構成と各層の名称

2 路床材としての利用

路床は舗装の下の厚さ約 1m の部分をいう。路床の役割は、舗装と一体となって交通荷重を支持し、さらに、路床の下部にある路体に対して、交通荷重をほぼ一定に分散することである。また路床は、その上に築造される舗装の施工基盤としての役割ももつ。

路床の築造工法には、在来地盤を整正または切り下げる切土、良質土等による盛土、セメント、石灰等による安定処理工法および良質土等で置き換える置換工法がある。

スラグの用途としては、盛土方式で路床を築造する場合の盛土材、または路床改良のための安定材としての利用が考えられるが、それぞれの路床として所要の支持力を確保する必要がある。

3 路盤材としての利用

路盤は一般的に下層路盤と上層路盤に区別し、十分に引き締まった所定厚の層を通じて上層から伝えられた交通荷重を均一に支持し、これを分散して路床に伝えることを主な役割とする。上層路盤は下層路盤に比べて比較的強く、良質な材料を用いる。

従って、路盤材は使用目的から下層路盤用、上層路盤用に区別し、材質的には粒状路盤材及び路盤用安定処理混合物に大別される。これらの路盤材は試料目的別に強度及び材質等について規格が設けられており、スラグを路盤材として利用する場合にはこれらの規格を満足する必要がある。従って単一的な粒度で製造される溶融スラグは他種の骨材と混合して利用しなければならない。

4 アスファルト混合物としての利用

道路表層部は交通荷重を分散して下層に伝達する機能とともに、交通車両による流動、摩耗ならびにひび割れに抵抗し、平坦で滑りにくく、かつ快適な走行が可能な路面を確保する役割をもつ。また基層は路盤の凹凸をならし、表層に加わる荷重を路盤に均一に伝達する役割を有する。これらの表層および基層には、所定の品質を確保するように配合設計され、製造された加熱アスファルト混合物が用いられる。

すなわち、表層及び基層に用いる加熱アスファルト混合物は事前に、材料の規格試験及びマーシャル安定度試験により配合設計を行い品質が規格に適合していることを確かめる必要がある。

5 コンクリート用骨材としての利用

骨材は、コンクリート、アスファルト、道路用舗装に使用する砂、砂利、碎石等の総称である。骨材は粒の大きさにより、細骨材と粗骨材に分類される。また、天然骨材と人工骨材にも分類され、前者には川砂、川砂利、海砂、海砂利、山砂、山砂利、後者には、採石、砕砂、高炉スラグ、人工軽量骨材等がある。コンクリート骨材としては、年間約6億tが消費されている。スラグをコンクリート用骨材として利用する場合、その性状は、コンクリート用碎石及び砕砂の規格を準用するものとする。

溶融スラグは、コンクリート用碎石としては、粒度やすりへり減量の基準について満足しない場合が多く、その場合は粒度調整が必要となる。基準を満たすことが出来ない場合には、他の適切な材料を混合し、調整することにより使用することができる。混合材としては、碎石、砂、再生骨材等がある。

6 盛土材、埋め戻し材料

スラグを盛土材、埋め戻し材等の土木用材として利用する場合は、クラッシュラン相当の品質を求めることが考えられる。また、埋め立て処分場における覆土材としての利用は、天然材料の削減に役立つ。

第4節 溶融スラグの利用に際しての関連規格

1 道路用砕石(JIS A 5001)

1-1 **適用範囲** この規格は、道路の敷砕石、路盤、れき青舗装の表層・基層などに使用する道路用砕石(以下、砕石という)について規定する。

備考 この規格の引用規格を、次に示した。

JIS A 1102 骨材のふるい分け試験方法

JIS A 1103 骨材の洗い試験方法

JIS A 1110 粗骨材の比重及び吸水率試験方法

JIS A 1121 ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験方法

JIS A 1205 土の液性限界・塑性限界試験方法

JIS Z 8801 標準ふるい

JIS Z 9001 抜取検査通則

1-2 **種類及び呼び名** 砕石の種類及び呼び名は、表 10 のとおりとする。

表 10 種類及び呼び名

種類	呼び名
単粒度砕石	S-80(1号)、S-60(2号)、S-40(3号)、S-30(4号)、S-20(5号)、S-13(6号)、S-5(7号)
クラッシャラン	C-40、C-30、C-20
スクリーニングス	F-2.5
粒度調整砕石 ⁽¹⁾	M-40、M-30、M-25

注(1): 粒度調整砕石は、粒度調整工法に使用するもので、所定の粒度及び含水比になるように単粒度砕石、クラッシャランに他の材料を加え、含水比の調整ができる装置によって混合したもの。

1-3 品質

1-3-1 **外観** 砕石は、清浄堅硬、耐久的で、ごみ、泥、薄い石片、細長い石片、有機不純物などを有害量含んではならない。

1-3-2 **物理的性状** 砕石は、1-5-2～1-5-5 によって試験を行い、次の項目に適合しなければならない。

(1) **粒度** 粒度は、表 11 に適合しなければならない。

(2) **絶乾比重、吸水率及びすりへり減量** 絶乾比重、吸水率及びすりへり減量は、表 12 に適合しなければならない。

(3) **塑性指数** スクリーニングス及び粒度調整砕石の塑性指数は、NP でなければならない。

(4) **含水比及び修正 CBR** 粒度調整砕石の含水比及び修正 CBR は、締め固めのときに所要の密度が得られるよう受渡当事者間の協議によって定めることができる。

1-4 製造方法

(1) **原石** 原石は、表土その他の不純物を除去したものを使用しなければならない。

また、原石は、堅硬、耐久的な石質を持ち、破碎時にへん平な形状、結晶間にひび割れを生じるおそれがないものとする。なお、原石の大きさは、砕石の最大粒径の3倍以上とする。

(2) **貯蔵** 砕石の貯蔵は、大小の粒が分離しないように、かつ、不純物が混入しないように貯蔵しなければならない。

1-5 試験方法

1-5-1 **試料の採り方** 試料は、全体を代表するように採取し、合理的な方法で縮分する。

1-5-2 **粒度試験** 試験は、JIS A 1102 に規定する方法による。ただし、スクリーニングス及び粒度調整砕石が呼び寸法 0.074mm ふるいを通過する量についての試験は、JIS A 1103 に準じて行う。ふるい分け試験の試料は、洗い試験をした後のふるい残留分とし、その質量は、乾燥後においてスクリーニングスでは 500g、粒度調整砕石では 15,000g を標準とする。

表 11 粒度

種類	呼び名	ふるいを通るものの質量百分率 (%)																
		ふるいの呼び寸法 (mm)																
		106	75	63	53	37.5	31.5	26.5	19	13.2	4.75	2.36	1.18	0.6	0.425	0.3	0.15	0.075
単 粒 度 砕 石	S-80 (1号)	100	85~100	0~15														
	S-60 (2号)			85~100	-	0~15												
	S-40 (3号)				100	85~100	0~15											
	S-30 (4号)					100	85~100	-	0~15									
	S-20 (5号)							100	85~100	0~15								
	S-13 (6号)								100	85~100	0~15							
	S-5 (7号)									100	85~100	0~25	0~5					
ク ラ ッ ク ア ン	C-40				100	95~100	-	-	50~80	-	15~40	5~25						
	C-30					100	95~100	-	50~85	-	15~40	5~30						
	C-20							100	95~100	60~90	20~50	10~35						
ス ク リ ン グ ス	F-2.5									100	85~100	-	25~55	-	15~40	7~28	0~20	
粒 度 調 整 砕 石	M-40				100	95~100	-		60~90	-	30~65	20~50	-	-	10~30	-	-	2~10
	M-30					100	95~100	-	60~90	-								
	M-25						100	95	-	55~85								

表 12 絶乾比重、吸水率及びすりへり減量

種別	絶乾比重	吸水率 (%)	すりへり減量 (%)
1種	2.45以上	3.0以下	35以下
2種 ⁽¹⁾	-	-	40以下

注(1):2種は、れき青舗装の表層又は基層に使用してはならない。

1-5-3 **絶乾比重及び吸水率試験** 試験は、JIS A 1110 に規定する方法による。ただし、試料は、呼び寸法 13mm ふるいを通過し、呼び寸法 5mm ふるいに残留するものであって、その全質量は約 2,000g とする。

1-5-4 **すりへり減量試験** 試験は、JIS A 1121 に規定する方法による。ただし、試料は、呼び寸法 13mm ふるいを通過し、呼び寸法 5mm ふるいに残留するものであって、その全質量は 5,000±10g とする。試験に用いる球数は、8 個とし、その全質量は、3,330±25g とする。なお、試験機の回転速度は、毎分 30~33 回とし、回転数は、500 回とする。

1-5-5 **塑性試験** 塑性指数は、JIS A 1205 に規定する方法による。

1-6 **検査方法** 検査方法は、JIS Z 9001 又は受渡当事者間の協議によってロットの大きさを決定し、合理的な抜取検査方法によって試料を抜き取り、1-5 によって試験を行い、1-3 の規定に適合したものを合格とする。

1-7 **表示** 道路用砕石の送り状には、次の事項を表示しなければならない。

- (1) 種類、呼び名及び種別(例 クラッシュラン C-201 種)
- (2) 製造業者名及び工場名
- (3) 出荷年月日
- (4) 数量(質量又は容積)
- (5) 納入先工場名又は工場現場名

1-8 **報告** 製造業者は、購入者から要求があった場合には、試験成績表を提出しなければならない。

2 アスファルト舗装要綱(砕石)

2-1 品質

(1)粒度 JIS A 5001 と同様

表 13 修正 CBR

材料名	修正CBR
粒度調整砕石	80以上
クラッシュラン	20以上

表 14 有害物含有量の目標値

含有量	含有量 (全試料に対する質量百分率 %)
粘土、粘土塊	0.25以下
軟らかい切片	5.0以下
細長、あるいは偏平な切片	10.0以下

(2)その他の目標値

表 15 物性の目標値

	表層・基層	上層路盤
表乾比重	2.45以上	-
吸水率 (%)	3.0以下	-
すり減り減量 (%)	30以下	50以下

表 16 耐久性の目標値

用途	表層・基層	上層路盤
損失量(%)	12以下	20以下

注(1):表層、基層用砕石のすりへり減量試験は、粒径13.2～4.75mmのものについて実施する。

3 コンクリート用砕石及び砕砂(JIS A 5005)

3-1 **適用範囲** この規格は、工場で岩石を破砕して製造するコンクリート用の砕石及び砕砂について規定する。

3-2 **種類** 砕石・砕砂の種類は、粒の大きさによって表 17 のとおり区分し、アルカリシリカ反応によって表 18 のとおり区分する。

3-3 品質

3-3-1 **不純物** 砕石・砕砂は、ごみ、泥、有機不純物などを有害量含んでいてはならない。

3-3-2 **物理的性質** 砕石・砕砂は、3-5-2～3-5-8 によって試験を行い表 19 の規定に適合しなければならない。

3-3-3 **アルカリシリカ反応性** 区分 A の砕石・砕砂は 3-5-6 によってアルカリシリカ反応性試験を行い、その結果が無害でなければならない。ただし、原石の採取地が同じ場合に限り、砕石の試験結果を砕砂に用いること及び砕石 2005 の試験結果を他の種類の砕石にも用いることができる。

表 17 粒の大きさによる区分

粒の大きさによる区分	粒の大きさの範囲 (mm)
砕石5005	50 ~ 5
砕石4005	40 ~ 5
砕石2505	25 ~ 5
砕石2005	20 ~ 5
砕石1505	15 ~ 5
砕石8040	80 ~ 40
砕石6040	60 ~ 40
砕石5025	50 ~ 25
砕石4020	40 ~ 20
砕石2515	25 ~ 15
砕石2015	20 ~ 15
砕砂	5以下

表 18 アルカリシリカ反応性による区分

アルカリシリカ反応性による区分	摘要
A	アルカリシリカ反応性試験結果が無害と判定されたもの
B	アルカリシリカ反応性試験結果が無害と判定されないもの又はこの試験を行っていないもの

表 19 物理的性質

試験項目	砕石	砕砂
絶乾比重	2.5以上	2.5以上
吸水率 (%)	3.0以下	3.0以下
安定性 (%)	12以下	10以下
すりへり減量 (%)	40以下	-
洗い試験で失われる量 (%)	1.0以下	7.0以下
粒径判定実績率 (%)	55以上	53以上

3-3-4 粒度

(1) **粒度** 砕石・砕砂の粒度は、3-5-7 によって試験を行い、表 20 に示した範囲のものでなければならない。

表 20 粒度

骨材の大きさによる区分		ふるいを通るものの質量百分率 (%)														
		ふるいの呼び寸法 (mm)														
		106	75	63	53	37.5	26.5	19	16	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15
碎石	5005	-	-	100	95~100	-	35~70	-	10~30	-	0~5	-	-	-	-	-
	4005	-	-	-	100	95~100	-	35~70	-	10~30	-	-	-	-	-	-
	2505	-	-	-	-	100	95~100	-	35~70	-	0~10	-	-	-	-	-
	2005	-	-	-	-	-	100	95~100	-	20~55	0~10	0~5	-	-	-	-
	1505	-	-	-	-	-	-	100	90~100	40~70	0~15	0~5	-	-	-	-
	8040	100	90~100	45~70	-	0~15	-	0~5	-	-	-	-	-	-	-	-
	6040	-	100	90~100	35~70	0~15	-	0~5	-	-	-	-	-	-	-	-
	5025	-	-	100	90~100	-	0~15	-	0~5	-	-	-	-	-	-	-
	4020	-	-	-	100	90~100	20~55	0~15	-	0~5	-	-	-	-	-	-
	2515	-	-	-	-	100	90~100	-	0~10	0~5	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	100	90~100	-	0~10	0~5	-	-	-	-	-	
碎砂	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90~100	80~100	50~90	25~65	10~35	2~15

(2) **粗粒率** 碎砂の粗粒率の許容差は、生産者と購入者が協議によって定めた粗粒率に対して±0.15以下とする。

(3) **隣接するふるいに留まる量** 碎砂は、表 20 に示したいずれのふるいでも、隣接するふるいに留まる量との差が 45%以上になってはならない。

3-3-5 粒径 粒径は次による。

(1) 碎石は、薄い石片又は細長い石片を有害量含んではならない。

(2) 碎石の粒径判定実績率は、3-5-8 によって試験を行い、その結果は 55%以上でなければならない。

(3) 碎砂の粒径判定実績率は、3-5-8 によって試験を行い、その結果は 53%以上でなければならない。

3-4 製造方法

(1) 碎石・碎砂の原石は、表土、その他の不純物を除去したものを使用しなければならない。また、原石は、強硬で耐久的な石質をもつものとし、破碎時にへん平に変形したり結晶間にひび割れを生じるおそれのないものとする。

(2) 洗浄水には、海水を使用してはならない。

(3) 碎石・碎砂の貯蔵に当たっては、分離しないように、かつ、不純物の混入を防ぐようにしなければならない。

3-5 試験方法

3-5-1 **試料の採り方** 試料は、碎石・碎砂の代表的なものを採取し、合理的な方法で縮分する。

3-5-2 **絶乾比重及び吸水率試験** 絶乾比重及び吸水率の試験は、JIS A 1109 及び JIS A 1110 による。

- 3-5-3 **安定性試験** 安定性試験は、JIS A 1122 による。ただし、操作の回数は 5 回とする。
- 3-5-4 **すりへり試験** 碎石のすり減り試験は JIS A 1121 による。
- 3-5-5 **洗い試験** 洗い試験で失われる量の試験は、JIS A 1103 による。
- 3-5-6 **アルカリシリカ反応性試験** アルカリシリカ反応性の試験は、JIS A 5308 の付属書 7(省略)又は付属書 8(省略)に規定する方法による。
- 3-5-7 **粒度試験** 骨材のふるい分け試験は、JIS A 1102 による。
- 3-5-8 **粒径判定実績率試験** 粒径判定実績率の試験は次による。
- (1) 碎石の試験は、碎石 2005 を用い、絶乾状態になるまでよく乾燥して、20～10mm の粒 24kg、10～5mm の粒 16kg にそれぞれふるい分け、これを合わせてよく混合したものとする。砕砂の試料は、十分に水洗いを行いながらふるい分け、呼び寸法 2.5mm のふるいを通し、呼び寸法 1.2mm のふるいに留まるものを採り、絶乾状態としたものとする。
- (2) JIS A 1104 に規定する方法によって、試料の単位容積質量を求める。
- (3) 粒径判定実績率は、次の式によって算出する。
- $$\text{粒径判定実績率(\%)} = \text{試料の単位容積質量(kg/ℓ)} / \text{絶乾比重} \times 100$$
- 3-6 **検査方法** 検査は、JIS Z 9001 又は受渡当事者間の協定によってロットの大きさを決定し、合理的な抜取検査方法によって試料を抜き取り、3-5 によって試験を行い、3-3 の規定に適合したものを合格とする。
- 3-7 **表示** 碎石・砕砂の送り状には、次の事項を表示しなければならない。
- (1) 用途及び種類(例 コンクリート用碎石 2005A)
- (2) 製造業者名及び採取地の地名・地番
- (3) 出荷年月日
- (4) 質量又は容積
- (5) 納入先会社・工事名
- 3-8 **報告** 生産者は、購入者から要求があった場合には試験成績書を提出しなければならない。試験成績書の標準様式は表 5(省略)又は表 6(省略)による。

4 インターロッキングブロック(インターロッキングブロック協会規格)

表 21 品質規格

工種	項目	標準的な管理の限界			頻度	試験方法	
インターロッキングブロック	外観 ⁽¹⁾	有害なひび割れ	異常のないこと			全数検査	目視
		有害なカドカケ	"			"	
		有害な変形	"			"	
		有害なきず	"			"	
	品質	種類	記号	曲げ強度 ⁽⁴⁾	透水係数	試験成績表によらない場合は、測定個数は1,000m ² 未満は2個、1,000m ² 毎にまたはその端数につき2個を加えることを標準とする	インターロッキングブロック協会方法による
		普通 インターロッキングブロック	N-1 ⁽²⁾	50kgf/cm ²	-		
			N-2 ⁽³⁾	以上			
		透水性 インターロッキングブロック	P-1 ⁽²⁾	30kgf/cm ²	1×10 ⁻⁷		
			P-2 ⁽³⁾	以上	cm/sec		
		植生用 インターロッキングブロック	G-1 ⁽²⁾	40kgf/cm ²	-		
G-2 ⁽³⁾			以上				
厚さ	普通、植生用 インターロッキングブロック	±3cm					
	透水性 インターロッキングブロック	+5、-1mm					
寸法	普通、透水性、植生用 インターロッキングブロック	±3cm					
色	"	設計図書と相違のないこと		目視			
テクスチャー	"	"					
	形状	"					

注1: (1)インターロッキングブロックは、荷造りや運搬の際に損傷をきたすことがあるので受入れにあたっては外観を確かめることが必要である。

(2)一層型インターロッキングブロック

(3)二層型インターロッキングブロック

(4)インターロッキングブロックの形状その他により曲げ強度試験ができない場合はコアによる圧縮強度試験を行い、圧縮強度が普通インターロッキングブロック及び化粧インターロッキングブロックにおいては、170kgf/cm²(17N/mm²)以上でなければならない。

注2: 品質管理については、現場ごとに行うことが望ましいが、強度の確認については日時を要するため、製造者の試験成績表をもってこれに代えることができる。

5 インターロッキングブロック(日本建築学会規格 JASS7 M-101)

表 22 種類及び規格

種類	記号	曲げ強度	透水係数
普通インターロッキングブロック	N	50kgf/cm ² (4.9N/mm ²) 以上	-
透水性インターロッキングブロック	P-1 ⁽¹⁾	30kgf/cm ² (3.0N/mm ²) 以上	1×10 ⁻² cm/S 以上
	P-2 ⁽²⁾		

注(1): 1層型インターロッキングブロック

(2): 2層型インターロッキングブロック

(3): インターロッキングの形状その他の理由により、曲げ強度試験ができない場合は、コアによる圧縮強度試験を行い、圧縮強度が普通インターロッキングブロックにおいては、330kgf/cm²(32N/mm²)以上、透水性インターロッキングブロックにおいては、170kgf/cm²(17N/mm²)以上でなければならない。

6 建築用コンクリートブロック(JIS A 5406)

主として建築物に用いられ、配筋のための空洞をもつコンクリートブロックについて、以下のよう規定されている。

6-1 種類

ブロックの種類は、外部形状、断面形状、圧縮強さ、化粧の有無、寸法精度及び透水性によって次のとおり区分する。

表 23 外部形状による区分

外部形状による区分	備考
基本形ブロック	
異形ブロック	異形ブロックとは隅用、半切、横筋用などの用途によって外部形状の異なるブロックの総称をいい、基本形ブロックに組み合わせて使用できるものとする。

表 24 断面形状による区分

断面形状による区分	備考
空洞ブロック	フェイスシェルとウェブとで構成され、空洞部に充てん材を部分充てんして使用するタイプ。
型枠状ブロック	フェイスシェルとウェブとで構成され、縦横の2方向に連続した充てん材が充てんできる全充てんタイプ。

表 25 圧縮強さによる区分

圧縮強さによる区分の記号	空洞ブロック	型枠状ブロック	呼び方 ⁽¹⁾
08		-	A種又はA
12		-	B種又はB
16		-	C種又はC
20			-
25			-
30			-
35			-
40			-

注(1): この呼び方は、当分の間認めるものとする。

備考 は常備品、 は特注品

表 26 化粧の有無による区分

化粧の有無による区分	備考
有り	化粧とは、着色、塗装、研磨、切削、洗い出し、たたき、スプリット、スランプ、リブ付きなど意匠上有効な仕上げを施すことをいう。
無し	-

表 27 寸法精度による区分

寸法精度による区分	記号
標準精度ブロック	-
高精度ブロック	E

表 28 透水性による区分

透水性による区分	記号
防水性ブロック	W
普通ブロック	-

6-2 品質

表 29 品質規格

圧縮強さによる区分の記号	圧縮強さ ⁽¹⁾ N/mm ² (kg/cm ²)	気乾かさ比重	吸水率 %	透水性 ⁽³⁾ m l / m ³ · h
08	8(82)以上	1.7未満	-	-
12	12(122)以上	1.9未満	-	
16	16(163)以上	-	10以下	300以下
20	20(204)以上	-		
25	25(255)以上	-	8以下	
30	30(306)以上	-		
35	35(357)以上	-	6以下	
40	40(408)以上	-		

注(1):空洞ブロックの圧縮強さは、当分の間、次に示す全断面積⁽²⁾に対する圧縮強さで代用してもよい。

表 30 空洞ブロックの全断面積に対する圧縮強さ

圧縮強さによる区分の記号	圧縮強さ ⁽¹⁾ N/mm ² (kg/cm ²)	呼び方
08	4(41)以上	A種又はA
12	6(61)以上	B種又はB
16	8(82)以上	C種又はC

(2):全断面積とは、次のいずれかをいう。

ブロック全形を圧縮強さ試験体を用いた場合は“ブロックの長さ×ブロックの厚さ”、ブロックの長さを切り詰めて圧縮強さ試験体を用いた場合は、“試験体の長さ×ブロックの厚さ”とする。

ただし、いずれも化粧部分を除くこととする。

(3):透水性は、防水ブロックだけに適用する。

7 陶磁器質タイル(JIS A 5209)

陶磁器質タイル(以下、タイルと呼ぶ)について、以下のように規定されている。

7-1 種類

きじの質、呼び名、うわぐすりの有無により次のとおり区分する。

表 31 きじの質による区分と呼び名による区分との組み合わせ

きじの質	呼び名
磁器質	内装タイル・外装タイル・床タイル・モザイクタイル
せつ器質	内装タイル・外装タイル・床タイル
陶器質	内装タイル

表 32 うわぐすり有無による区分

うわぐすりの有無による区分	備考
施ゆうタイル	うわぐすり有
無ゆうタイル	うわぐすり無

7-2 品質

(1) 反り及びばち

表 33 反り及びばち

単位(mm)

項目	タイルの寸法 ⁽¹⁾					
	50以下	50を越え 105以下	105を越え 155以下	155を越え 355以下	355を越え 605以下	
でこ反り ⁽²⁾	磁器質	-	1.2	1.6	0.2	2.4
	せっき質	-	0.9	1.2	1.5	1.8
	陶器質	-	0.9	1.2	1.5	1.8
へこ反り ⁽²⁾	磁器質	-	0.9	1.2	1.5	1.8
	せっき質	-	0.6	0.8	1.0	1.2
	陶器質	-	0.6	0.8	1.0	1.2
ねじり ⁽²⁾	磁器質	-	0.9	1.2	1.5	1.8
	せっき質	-	0.6	0.8	1.0	1.2
	陶器質	-	0.6	0.8	1.0	1.2
側反り ⁽³⁾	磁器質	-	1.0	1.5	2.0	2.5
	せっき質	-	1.0	1.5	2.0	2.5
	陶器質	-	1.0	1.5	2.0	2.5
ばち	磁器質	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5
	せっき質	1.2	1.6	2.0	2.4	2.8
	陶器質	-	0.6	0.8	1.5	2.0

注(1):タイルの寸法とは、反りの場合は長辺を意味し、ばちの場合は対象となる長辺又は短辺を意味する。なお、タイルが正方形の場合は、常にその一辺を意味する。

(2):でこ反り、へこ反り及びねじれについては、表面を人為的にでこぼこにしたものには適用しない。

(3):側反りは、長方形のタイルの長辺及び一辺が155mmを超える正方形のタイルの各辺に適用する。

(2) 吸水率

表 34 吸水率

	磁器質	せっき質	陶器質
吸水率 (%)	1.0以下	5.0以下	22.0以下

(3) **耐貫入性**:施ゆうタイルは、圧力 1Mpa(10.20kgf/cm²)で、耐貫入性試験を行ったとき、貫入が生じてはならない。ただし、装飾上特に施した貫入を有するタイルには適用しない。

なお、磁器質の場合は、通常この規定に満足するので、試験を省略することができる。

(4) **耐摩耗性**:床タイル以外で屋外の床に使用するタイルは、摩耗試験を行ったとき、摩耗減量が 0.1g 以下でなければならない。

なお、磁器質の場合は、通常この規定に満足するので、試験を省略することができる。

(5) **曲げ強さ**:タイルは曲げ試験を行ったとき、幅 1cm 当たりの曲げ破壊荷重が、次に示したとおりでなければならない。ただし、各辺が 35mm 以下のモザイクタイルには適用しない。

表 35 曲げ強さの基準

呼び名になる区分		幅1cm当たりの曲げ破壊荷重 N/cm ² (kgf/cm ²)
内装タイル	壁用	12(1.23) 以上
	床用	60(6.12) 以上
外装タイル	タイルの寸法 ⁽¹⁾ が155mm以下の場合	80(8.16) 以上
	タイルの寸法 ⁽¹⁾ が155mm以下の場合	100(10.20) 以上
床タイル		120(12.24) 以上
モザイクタイル		60(6.12) 以上

注(1):タイルの寸法とは、長方形のタイルの長辺又は、正方形のタイルの一辺を意味する。

(6) **耐凍害性**:外装タイル及び床タイルの耐凍害性については、受渡しの当事者間の協定による。

(7) **耐薬品性**:タイルの耐薬品性については、受渡しの当事者間の協定による。

8 普通れんが(JIS R 1250)

粘土を原料として、混練、成形、乾燥、焼成した普通れんがについては以下のように規定されている。

8-1 種類

(1) **品質による区分**:2種、3種、4種

(2) **形状による区分**:中実、孔あき

8-2 品質

表 36 品質

品質	種類	2種	3種	4種
吸水率 (%)		15以下	19以下	10以下
圧縮強さ N/cm ² (kgf/cm ²)		1471(150)以上	1961(200)以上	2942(300)以上

第3章 試験結果

第1節 安全性試験結果

1 酸性域溶出試験

現在、長崎県下では3カ所の施設から溶融スラグが発生している。これらのスラグの安全性試験は、各事業者によって定期的に自主検査が行われている。

衛生公害研究所において、溶融スラグからの重金属溶出特性について確認するために、3種の溶出試験を行い、カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、セレンの6項目の金属について分析した。

1-1 試験検体

試験サンプルは、諫早市環境センター、南高南部衛生福祉組合、佐世保市下水処理場の3カ所の事業所で製造されたスラグを用いた。スラグは各事業所のストックヤードからサンプリングした。以下、諫早スラグ、南高スラグ、佐世保スラグと呼ぶ。

1-2 試験方法

環境庁告示第46号試験、シリアルバッチ試験、アベイラビリティ試験、含有量試験を実施した。これらの溶出試験条件を表37にまとめた。また、定量はICP/MS、原子吸光光度計を用いて行った。

(1) 環境庁告示第46号試験

土壤環境基準の判定の際に行う溶出試験で、重金属、農薬、揮発性有機物等の有害物質の基準が定められている。溶融スラグについては、溶融過程が概ね1,200以上の高温条件下であり有機物は分解されることから、また銅は農用地に限る項目であることから、これらを除いた6項目(カドミウム、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、セレン)について目標基準が平成10年3月26日厚生省通知付「一般廃棄物の溶融固化物に係る目標基準」に定められている。

試験は、試料粒径が2mm以下のスラグ50gとpH6.0に調整した塩酸溶液500mlを混合し、1ℓポリエチレンボトル容器を用いて6時間平行振とうによる溶出を行った。

(2) シリアルバッチ試験変法

シリアルバッチ試験は、定められた時間と同じ液固比で破碎した試料から溶出を繰り返し行う。溶出液は、溶出時間が完了してから、固体と分けられ新しい溶媒に交換されるため、各分画毎の溶出量と累積溶出量を把握することが可能である。今回の試験では、2mm以下のスラグ40gに対しpH4.0の硝酸溶液800mlを溶出液として、24時間のスターラー攪拌を5回繰り返した。



図16 環境庁告示第46号試験



図17 ビーカーでの溶出の様子

(3) アベイラビリティ試験

アベイラビリティとは、過酷な溶出条件(粉碎された状態で、酸性の強い溶媒と無限量に接触する条件)のもとで溶出する最大量もしくは可溶成分として定義される。これらの条件は、理論上1,000~10,000年の時間枠のもとで溶出できる物質の最大量を評価できるとされている。今回実施したアベイラビリティ試験は、初めに乳鉢で粉状に粉碎したスラグを125 μ mのふるいにかけてものを16g秤り取り、800mlの硝酸溶液をpH7.0に3時間維持して溶出を行い、さらに、3時間pH4.0に酸性度を保ち溶出を行った。

表 37 溶出試験条件

国名	日本	オランダ	
試験名称	環境庁告示46号	SerialBatch	Availability
試料粒径	<2mm		<125 μ m
溶媒	塩酸溶液	硝酸溶液	
pH	6.0	4.0	7.0/4.0
試料量(g)	50	40	16
溶媒量(ml)	500	800	1600(800+800)
液固比(L/S)	10	20、40、60、80、100	100(50+50)
溶出容器	1 ℓ ポリエチレンボトル	1 ℓ ビーカー	
溶出方法	平行振とう(200回/min)	スターラー攪拌	
溶出時間(h)	6h	24h \times 5回	3h \times 2回
溶出回数	1	5	2
固液分離法	0.45 μ mメンブランフィルター濾過		
備考	公定法		最大溶出可能量試験

1-3 結果

表 38 に分析結果を示した。環境庁告示第 46 号試験、シリアルバッチ試験の二つの溶出試験では、3 種のスラグともすべての項目が検出下限値以下であった。

アベイラビリティ試験においても定量下限値以下の値であった。この試験法は、スラグを粉状に粉碎して、強い酸によって強力に溶出を行う含有量試験に近い検査法のため、分析結果の単位を含有量試験結果と同じ mg/kg で表示している。

表 38 酸性域溶出試験結果

(a) 諫早

		溶出試験 (mg/ℓ)					最大溶出可能試験 (mg/kg)		
諫早		環境庁告示 46号試験	シリアルバッチ試験					指針値	ア ^h イ ^h リ ^h 試験
			1回目	2回目	3回目	4回目	5回目		
	カドミウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.5
	鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<5
	六価クロム	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	
	砒素	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01	<0.5
	総水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.1
	セレン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01	

(b) 南高

		溶出試験 (mg/ℓ)					最大溶出可能試験 (mg/kg)		
南高		環境庁告示 46号試験	シリアルバッチ試験					指針値	ア ^h イ ^h リ ^h 試験
			1回目	2回目	3回目	4回目	5回目		
	カドミウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.5
	鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<5
	六価クロム	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	
	砒素	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01	<0.5
	総水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.1
	セレン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01	

(c) 佐世保

		溶出試験 (mg/ℓ)					最大溶出可能試験 (mg/kg)		
佐世保		環境庁告示 46号試験	シリアルバッチ試験					指針値	ア ^h イ ^h リ ^h 試験
			1回目	2回目	3回目	4回目	5回目		
	カドミウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<0.5
	鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01	<5
	六価クロム	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	
	砒素	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01	<0.5
	総水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.1
	セレン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01	

2 含有量試験

重金属の含有量は、「土壌含有量調査に係る測定方法(平成 15 年環境省告示第 19 号)」に定められている方法に従い測定した。試験条件を表 39 に結果を表 40 に示した。

含有量試験では、全てのスラグにおいて鉛が検出されたが指針値以下であった。カドミウム、六価クロム、砒素、総水銀、セレンは定量下限値以下であった。

表 39 含有量試験条件

試験名称	環境省告示第19号試験	
項目	カドミウム,水銀,セレン,鉛,砒素	六価クロム
試料粒径	<2mm	
溶媒	1mol/ℓ 塩酸溶液	0.01mol/ℓ 炭酸水素ナトリウム
液固比(L/S)	100/3	
溶出容器	1ℓ ポリエチレンボトル	
溶出方法	平行振とう(200回/min)	
溶出時間(h)	2	
固液分離法	0.45 μmメンブランフィルター濾過	

表 40 含有量試験結果 単位(mg/kg)

	諫早	南高	佐世保	指針値
カドミウム	<1.0	<1.0	<1.0	<150
鉛	45	7.3	1.7	<150
六価クロム	<1.0	<1.0	<1.0	<250
砒素	<1.0	<1.0	<1.0	<150
総水銀	<0.1	<0.1	<0.1	<15
セレン	<1.0	<1.0	<1.0	<150

3 アルカリ性域溶出試験

アルカリ性域での重金属溶出特性を把握するために、公定法である環境庁告示第46号試験を基本として重金属の溶出実験を行った。

今回行った溶出条件を表41に示した。実施した環境庁告示第46号の変法は、水酸化ナトリウム溶液を用いて、溶媒のpHを12.0に変更して溶出を行った。変法では、変法と同じ条件で6時間溶出操作を行った後、さらにpH4.0の塩酸溶液で6時間溶出を行った。試験結果を表42に示した。

結果は、いずれの試験法においても重金属は定量下限値以下であり、厚生省指針値を満足していた。

表41 アルカリ性域重金属溶出試験条件

試験名称	環境庁告示第46号	環境庁告示第46号変法	環境庁告示第46号変法
試料粒径	<2mm		
溶媒	塩酸溶液	水酸化ナトリウム溶液	水酸化ナトリウム溶液 塩酸溶液
pH	6.0	12.0	12.0 4.0
溶出時間(h)	6h		6h+6h
溶出回数	1		
試料量(g)	50		
溶媒量(ml)	500		
液固比(L/S)	10		20
溶出容器	1ℓポリエチレンボトル		
溶出方法	平行振とう(200回/min)		
固液分離法	0.45μmメンブランフィルター濾過		
備考	公定法	公定法変法	

表42 アルカリ性域重金属溶出試験結果

単位(mg/ℓ)

溶出pH	諫早			南高			佐世保			指針値
	46号試験	変法	変法	46号試験	変法	変法	46号試験	変法	変法	
振とう後のpH	6.0	12.0	12.0・4.0	6.0	12.0	12.0・4.0	6.0	12.0	12.0・4.0	-
振とう後のpH	6.3	12.0	12.0・10.0	7.1	11.9	12.0・9.5	6.0	12.0	12.0・9.3	-
カドミウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01
鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.01
六価クロム	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05
砒素	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01
総水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
セレン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01

4 カラム溶出試験結果

4-1 目的

長期間酸に暴露された状態での溶出特性を把握するためカラム試験を行った。

4-2 試験方法

試験方法は以下に示したとおりで、pH4.0の硝酸溶液を25日間スラグに接触させ溶出を行った。溶出諸条件は以下のとおり。

試験溶融スラグ：諫早市、南高南部衛生福祉組合、佐世保市

スラグ試料量：300g(2mm以下)

カラム容量：内径30mm×長さ500mm

溶 媒：pH4.0 硝酸溶液

接 触 時 間：600時間(25日間)



図 18 カラム試験の様子

表 43 カラム溶出試験条件

液固比	0.2	0.5	1	2	5	10
通過溶媒量(mℓ)	60	150	300	600	1,500	3,000
採取検体量(mℓ)	30	90	150	300	900	1500
接触時間(h)	12	30	60	120	300	600
接触日数(day)	0.5	1.25	2.5	5	12.5	25

4-3 試験結果

カラム溶出試験結果を表44に示した。いずれのスラグも25日間に渡る溶出期間中において、重金属類は検出下限値以下であった。

表 44 カラム溶出試験結果

単位(mg/ℓ)

接触日数(days)	0.5	1.25	2.5	5	12.5	25	
諫早	カドミウム	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	六価クロム	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	砒素	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	総水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	セレン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
南高	カドミウム	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	六価クロム	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	砒素	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	総水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	セレン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
佐世保	カドミウム	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
	鉛	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
	六価クロム	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
	砒素	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
	総水銀	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
	セレン	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002

第2節 骨材試験結果

1 目的

溶融スラグの物理性状を把握するため、溶融スラグ単体の骨材試験を行った。試料は、諫早市、南高南部衛生福祉組合、佐世保市下水処理場のストックヤードから採取した。

2 試験方法

試験方法及び試験項目を表 45 に示した。試験は JIS に基づき(財)長崎県建設技術研究センターにおいて行った。

表 45 骨材試験項目

	試験名	規格	試験概要
骨材	ふるい分け試験	JIS A 1102	試験用ふるいを用いて、骨材の大小粒の混合している程度(粒度)を求めるために行う試験。 細骨材：10mmふるいを全部通り、5mmふるいを質量で85%以上通過する骨材 粗骨材：5mmふるいに質量で85%以上とどまる骨材 また、ふるい分け試験の結果を用いて、粗粒率(F.M.)を算出する。一般に、骨材の平均粒径が大きければ粗粒率の値が大きくなる。一般に粗粒率の適当な範囲は、細骨材で2.3～3.1、粗骨材の最大粒径が40mmの場合6～8である。
	表乾密度	細骨材：JIS A 1109 粗骨材：JIS A 1110	この試験は、骨材の一般的性質を判断し、コンクリートの配合設計における絶対容積を知るために行う。また吸水率試験は細(粗)骨材粒の空隙を知ったり、コンクリートの配合の計算において使用量を調節するために行う。
	吸水率		
	単位容積質量および実積率	JIS A 1104	単位容積質量は容器に骨材を満たした場合の絶対状態における質量をいう。単位容積質量は骨材の密度、粒度、空隙率および含水の程度により変化する。実積率とは、容器に満たした骨材の絶対容積がその容器に占める百分率をいう。
	骨材の微粒子試験(洗い試験)	JIS A 1103	この試験は、骨材中に含まれている粒子のうち、微粒子(ふるい175μmを通過するもの)の量を求めるために行う。骨材中に含まれる微細な物質が多くなるとコンクリートを配合する際に必要とする水量が多くなりまた、微細な物質が骨材表面に付着している場合には、骨材粒子とセメントペーストとの付着を妨げ、強度を低下させることもある。
	塩化物イオン含有量試験	JSCE-C502-1999	この試験は通常海砂の塩化物イオン含有率を測定する試験である。海砂を用いた鉄筋コンクリート構造物においては、海砂に含まれる塩化物の量が許容限度を超えると、コンクリート中の鉄筋の発錆によって場合によっては構造物の耐力を低下させることがある。
	密度1.95g/cm ³ の液体に浮くもの	JIS A 1141	この試験はコンクリート骨材中の密度1.95g/cm ³ より軽い粒子を近似的に測定する試験である。密度の小さい骨材が混入することにより、コンクリートの品質が低下する恐れがある。
	すりへり減量	JIS A 1121	この試験は、ロサンゼルス試験機によって、粗骨材のすりへり(摩擦・摩削作用)抵抗性を試験するために行う。舗装コンクリート・ダムコンクリート等すりへり抵抗性が必要な場合には、強い骨材が求められる。一般に粗骨材のすりへり減量が少ないほど、コンクリートのすりへり減量は少ない。
	硫酸ナトリウムによる骨材の安定性試験	JIS A 1122	この試験は骨材内部へ浸透した硫酸ナトリウムの結晶圧による破壊作用に対する抵抗性を見るものであり、気象作用に対する骨材の耐久性および耐凍害性の目安を判断する。
	有機不純物試験	JIS A 1105	この試験は、モルタルおよびコンクリートに用いる天然の細骨材中に含まれる有機不純物が水酸化ナトリウムによって褐色に着色反応を示すことを利用し、有害量の概略を調べるものである。有機不純物は、泥炭質、腐植土に含まれ、その量が1%に満たない場合でもコンクリートの硬化を妨げ、コンクリートの強度、耐久性、安定性を害することがある。
アルカリ骨材反応(化学法)	JIS A 1145	アルカリシリカ反応とは、骨材中の反応性のあるシリカとコンクリートに含まれるアルカリが反応することによって生じた生成物が吸水・膨脹し、コンクリートにひび割れなどを生じさせる現象である。アルカリ濃度減少量(Rc)とは骨材との反応によって消費されたアルカリの量、溶解シリカ量(Sc)とは骨材とアルカリによって溶出したシリカの量である。 判定基準(無害でない判定) ・Sc 10 mmol/ℓ、Rc < 700 mmol/ℓのとき ・Sc Rcのとき	
路盤材	突固めによる土の締固め試験(最大乾燥密度・最適含水比)	JIS A 1210	土を締め固める際、同じ土を同じ方法で突き固めてもその程度は土の含水比によって異なる。そこで、この試験によって含水比・乾燥密度曲線を求め、最大となる乾燥密度(最大乾燥密度)およびそのときの含水比(最適含水比)を求めるための試験である。
	修正CBR	JIS A 1211	CBR(路床土支持力比)試験は、路床および路盤の強さを評価するための相対的な強度を表す。CBRは「所定の貫入量における荷重強さを標準荷重強さで除した百分率」と定義され単位は%で表す。修正CBR試験は、路盤材料の材料の評価や選定のために行う。すなわち現場で締め固めた際に期待できるCBRの値を意味する。
その他	呈色判定試験	JIS A 5015 付属書1	スラグから黄濁水発生の有無を知るための試験。判定は0.006g/ℓのニクロム酸カリウム溶液と比較して目視で行う。

3 試験結果

骨材試験結果を表 46 に示し、ふるい分け試験結果を表 47、図 19 に示した。各溶融スラグの考察は次のとおり。

(1) 諫早市スラグ

ふるい分け試験の結果、1.2mm～5.0mm の粒径のものが大半を占め(約 80%)、特に 2.5mm～5.0mm の粒径のものが全体の約半分(53%)を占めている。このため、粗粒率も高い値を示している。したがって平均粒径が大きいといえる。また密度試験においては、表乾・絶乾密度とも通常の細骨材に比べかなり高い値を示していた(通常 2.6～2.7)。

すりへり減量においては通常の骨材に比べ大きく(43.5%、通常の粗骨材においては平均 20%未満)非常に脆いといえる。道路用砕石、コンクリート用骨材の JIS 規格値を満足しない結果となった。これは水砕スラグが水中に直接投入して急冷・固化されるため微細なひび割れが生じるためと考えられた。他の試験については規格値を十分に満足しており、通常の骨材とあまり変わらない結果となった。

突き固め試験を行った結果、通常の砕石に比べ最大乾燥密度が若干大きい結果となった。

修正 CBR 試験については、アスファルト舗装要綱に規定されている下層路盤としての砕石の規格値(修正 CBR20%以上)をスラグ単独では満足しなかった。

(2) 南高スラグ

コンクリート用骨材としての物理性状は、通常の細骨材(砕砂)の規格値を満たしていた。洗い試験(微粒分量試験：JIS A 1103)については他の 2 つの試料に比べて微粒分が多く、コンクリート用砕石の規格である 1.0 以下を満足しなかった。全体として、諫早と同様に 10mm 以下の細粒分が多かった。

修正 CBR 試験については下層路盤材の規格(CBR20%)を満足する結果であった。

(3) 佐世保スラグ

コンクリート用骨材としての物理性状は、通常の細骨材(砕砂)の規格値を満たしているが、ふるい分け試験の結果、粒度分布が細骨材の規格には満足していない。また他の 2 つの試料に比べ針状のスラグが多く、使用上問題となり強度的にも不利になるものと思われた。

修正 CBR 試験については下層路盤材の規格(CBR20%)を満足する結果であった。

4 まとめ

- ・いずれのスラグも道路用砕石として基本的に求められる絶乾比重、吸水率の基準を満足していた。
- ・溶融スラグ単体は強度的に脆いため、路盤材やコンクリート骨材として利用する場合は、他種骨材と混合して利用することが望ましい。

表 46 骨材試験結果

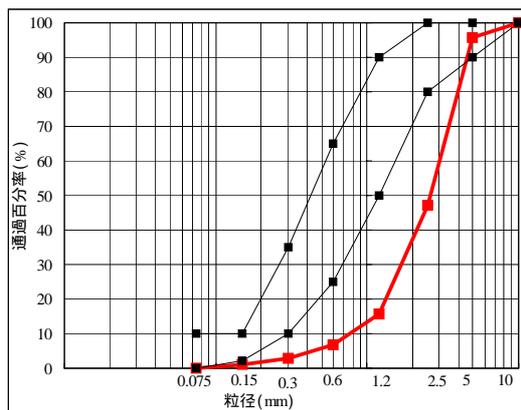
試験名	規格	単位	諫早	南高	佐世保	道路用碎石		
						(JIS A 5001)	碎石	砕砂
ふるい分け試験	JIS A 1102	-	表47、図19					
	粒径10mm以上	%	0.35	1.03	11.31			
	粒径10mm未満	%	99.65	98.97	88.69			
	粗粒率(F.M.)		4.31	3.04	3.40			
表乾密度	JIS A 1110	g/cm ³	2.972	2.790	2.687			
絶乾密度	JIS A 1110	g/cm ³	2.965	2.766	2.673	2.45以上	2.5以上	2.5以上
吸水率	JIS A 1110	%	0.246	0.862	0.533	3.0以下	3.0以下	3.0以下
単位容積質量	JIS A 1104	kg/ℓ	1.744	1.697	1.537			
実積率	JIS A 1104	%	58.8	61.4	57.5		55以上	53以上
洗い試験	JIS A 1103	%	0.25	2.57	0.73		1.0以下	7.0以下
塩化物含有量試験	JSCE- C502	%	0.007	0.010	0.008			
密度1.95g/cm ³ の液体に浮くもの	JIS A 1141	%	0.00	0.08	0.00			
すり減り減量	JIS A 1121	%	43.5	-	-	35以下	40以下	
安定性	JIS A 1122	%	1.5	0.6	2.6		12以下	10以下
有機不純物試験	JIS A 1105		淡い	淡い	淡い			
アルカリ骨材反応(化学法)	JIS A 1145	Rc	29	23	39		A(無害)	A(無害)
		Sc	6	10	23			
		判定	無害	無害	無害			
最大乾燥密度	JIS A 1210	g/cm ³	1.955	1.861	1.788			
最適含水比	JIS A 1210	%	2.7	3.7	2.8			
修正CBR	JIS A 1211	%	10.8	22.8	20.5	20以上()		
呈色判定試験	JIS A 5015	判定	なし	なし	なし			

下層路盤

表 47 ふるい分け試験結果

(a) 諫早

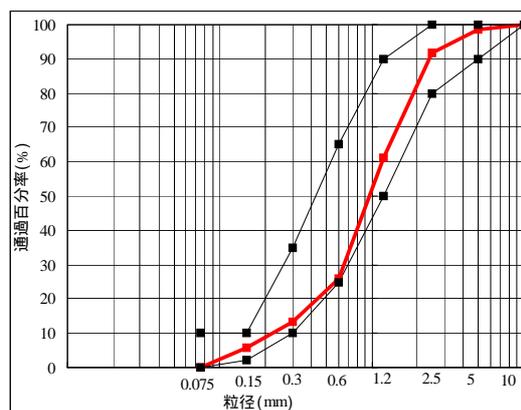
ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
10	0	0	100	100.0	100
5	21	21	100	95.8	90
2.5	244	265	100	47.0	80
1.2	156	422	90	15.6	50
0.6	45	466	65	6.7	25
0.3	19	485	35	3.0	10
0.15	10	495	10	1.1	2
0.075	5	500	10	0.0	0



(a) 諫早

(b) 南高

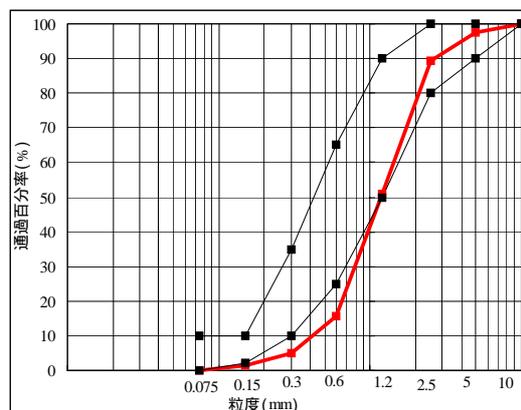
ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
10	0	0	100	100.0	100
5	20	7	100	98.7	90
2.5	244	42	100	91.6	80
1.2	156	195	90	61.1	50
0.6	45	370	65	26.0	25
0.3	19	434	35	13.3	10
0.15	10	471	10	5.9	2
0.075	5	500	10	0.0	0



(b) 南高

(c) 佐世保

ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
10	0	0	100	100.0	100
5	2	12	100	97.5	90
2.5	41	54	100	89.3	80
1.2	192	246	90	50.9	50
0.6	177	422	65	15.6	25
0.3	53	475	35	5.1	10
0.15	18	493	10	1.5	2
0.075	7	500	10	0.0	0



(c) 佐世保

図 19 ふるい分け試験結果

第3節 アスファルト配合設計試験

1 目的

アスファルト合材の骨材として、溶融スラグの利用可能性を評価する試験を行った。試験した溶融スラグは、諫早市、南高南部衛生福祉組合、佐世保市のスラグの3種類である。

混合割合は、再生密粒度アスコン(13)を標準配合として、溶融スラグ混入率 10%、20%、30%の試料を作成して試験を行った。

2 配合割合について

溶融スラグの混入率毎における骨材の配合割合は、表 48 のとおりとした。

表 48 骨材の配合割合

品名	配合	スラグ混入量	6号砕石	4号砕石	再生骨材 13~0	中目砂	石粉
再生密粒(13)	A	0.0	34.0	18.5	10.0	31.5	6.0
	B	10.0	34.0	13.0	10.0	27.0	6.0
	E	20.0	34.0	7.5	10.0	22.5	6.0
諫早スラグ	H	30.0	34.0	2.0	10.0	18.0	6.0
	C	10.0	34.0	18.0	10.0	22.0	6.0
	F	20.0	34.0	17.5	10.0	13.0	5.5
南高スラグ	I	30.0	34.0	16.5	10.0	4.0	5.5
	D	10.0	34.0	17.5	10.0	22.5	6.0
佐世保スラグ	G	20.0	34.0	17.0	10.0	13.0	6.0
	J	30.0	34.0	16.0	10.0	4.0	6.0

3 合成粒度について

アスファルト混合物の合成粒度は、表 49 に示したとおりである。粒度は、再生密粒度アスコンの粒度範囲規定の中央値を目標として骨材を配合している。特に粒度規格判定がある 2.36mm 目と 0.075mm 目の分布を重要とし、中央値になるように設定した。

表 49 合成粒度一覧表

種類別	ふるい目mm							
	19.0	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
再生密粒(0)	100	99.8	62.8	42.4	24.8	16.7	8.5	6.0
諫早スラグ(10)	100	99.8	62.7	42.5	23.2	15.7	8.4	6.0
諫早スラグ(20)	100	99.8	62.7	42.5	21.5	14.8	8.3	6.0
諫早スラグ(30)	100	99.8	62.5	42.5	19.9	13.8	8.2	6.1
南高スラグ(10)	100	99.8	62.7	42.4	22.6	15.3	8.6	6.2
南高スラグ(20)	100	99.8	62.6	42.2	20.2	13.7	8.4	5.9
南高スラグ(30)	100	99.8	62.5	42.6	18.3	12.5	8.6	6.1
佐世保スラグ(10)	100	99.8	62.7	42.6	21.9	14.7	8.3	6.0
佐世保スラグ(20)	100	99.8	62.4	42.2	18.6	12.5	8.0	5.9
佐世保スラグ(30)	100	99.8	62.3	42.4	15.7	10.5	7.8	5.9
粒度範囲		95	55	35	18	10	6	4
		100	-100	- 70	- 50	- 30	- 21	- 16

4 マーシャル供試体作製条件

マーシャル供試体は、予測される最適アスファルト量を中心に 0.5%きざみで表 50 に示したとおり供試体を各 3 本ずつ作製した。

表 50 アスファルト 5 点法

項目 \ アスファルト量(%)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
マーシャル両面50回突き					

供試体作製条件

突き固め回数 50 回

混合温度 152～158

締め固め温度 140～145

スラグ・石粉 加熱混合

1 配合でアスファルト量が 5 点 × 3 本 = 15 本

10 配合で(A配合～J配合) 15 本 × 10 配合 = 150 本

条件をもとに、10 配合のマーシャル供試体を作製する

5 マーシャル安定度試験結果

再生密粒度アスコン(13)を標準配合(A配合)とし、マーシャル安定度試験結果(50回)を行った。結果は表 51 に示したとおりである。

南高スラグ、佐世保スラグの 30%については、最適アスファルト量が求められなかったため、アスファルト量 = 7.0%の追加試験を実施し最適アスファルト量を求めた。今回、10 配合の最適アスファルト量の比較を図 20 に示した。

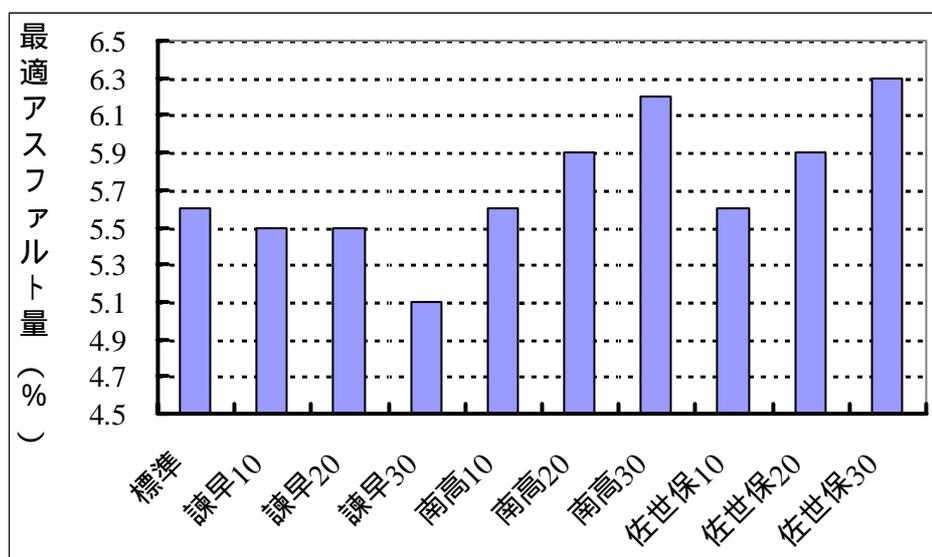


図 20 最適アスファルト量の比較図

表 51 マーシャル安定度試験結果表

配合	アスファルト量 (%)	加密度 (g/cm ³)	理論密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kN)	70-値 (1/100cm)	スライズ (100kN/cm)	備考 (OAC)
A 標準 0%	4.5	2.317	2.495	7.1	58.7	10.93	24	46	5.6
	5.0	2.337	2.477	5.7	66.5	11.26	25	45	
	5.5	2.356	2.459	4.1	75.3	10.84	26	42	
	6.0	2.371	2.441	2.9	82.5	10.92	28	39	
	6.5	2.365	2.423	2.4	86.0	10.45	31	34	
B 諫早 10%	4.5	2.346	2.520	6.9	59.6	10.20	23	44	5.5
	5.0	2.369	2.501	5.3	68.3	10.19	26	39	
	5.5	2.385	2.482	3.9	76.5	10.29	27	38	
	6.0	2.400	2.464	2.6	84.2	10.04	31	32	
	6.5	2.388	2.446	2.4	86.2	9.38	36	26	
C 南高 10%	4.5	2.321	2.512	7.6	57.1	9.50	22	43	5.6
	5.0	2.345	2.493	5.9	65.7	9.66	24	40	
	5.5	2.371	2.475	4.2	75.0	10.03	26	39	
	6.0	2.382	2.457	3.1	81.7	9.87	28	35	
	6.5	2.376	2.439	2.6	85.1	9.36	31	30	
D 佐世保 10%	4.5	2.315	2.502	7.5	57.4	9.11	24	38	5.6
	5.0	2.343	2.484	5.7	66.5	9.30	25	37	
	5.5	2.365	2.466	4.1	75.4	9.51	25	38	
	6.0	2.370	2.448	3.2	81.5	9.40	28	34	
	6.5	2.369	2.430	2.5	85.6	8.98	32	28	
E 諫早 20%	4.5	2.379	2.545	6.5	61.3	9.37	24	39	5.5
	5.0	2.387	2.525	5.5	67.6	9.13	24	38	
	5.5	2.410	2.506	3.8	77.1	8.91	27	33	
	6.0	2.415	2.488	2.9	82.8	8.73	27	32	
	6.5	2.411	2.469	2.3	86.8	8.12	30	27	
F 南高 20%	4.5	2.350	2.529	7.1	59.0	10.25	22	47	5.9
	5.0	2.362	2.510	5.9	65.9	9.38	25	38	
	5.5	2.365	2.491	5.1	71.2	8.99	26	35	
	6.0	2.372	2.473	4.1	77.0	8.88	26	34	
	6.5	2.382	2.455	3.0	83.2	8.41	27	31	
G 佐世保 20%	4.5	2.313	2.510	7.8	56.2	8.31	22	38	5.9
	5.0	2.336	2.491	6.2	64.6	8.47	25	34	
	5.5	2.352	2.473	4.9	71.8	8.10	26	31	
	6.0	2.361	2.455	3.8	78.3	8.12	27	30	
	6.5	2.364	2.437	3.6	83.1	7.92	32	25	
H 諫早 30%	4.5	2.426	2.570	5.6	65.2	8.01	21	38	5.1
	5.0	2.447	2.551	4.0	74.7	7.69	23	33	
	5.5	2.462	2.531	2.7	82.9	7.52	26	29	
	6.0	2.454	2.512	2.3	86.1	7.15	30	24	
	6.5	2.447	2.493	1.8	89.5	7.20	36	20	
I 南高 30%	4.5	2.348	2.546	7.8	56.7	8.14	22	37	6.2
	5.0	2.354	2.527	6.8	62.6	7.95	23	35	
	5.5	2.369	2.508	5.5	69.6	7.73	23	34	
	6.0	2.376	2.489	4.5	75.4	7.44	25	30	
	6.5	2.384	2.471	3.5	81.1	7.80	27	29	
J 佐世保 30%	7.0	2.381	2.452	2.9	84.7	7.48	29	26	6.3
	4.5	2.296	2.517	8.8	53.2	5.57	22	25	
	5.0	2.333	2.498	6.6	63.1	6.26	24	26	
	5.5	2.347	2.480	5.4	69.8	6.13	25	25	
	6.0	2.352	2.462	4.5	75.1	6.44	26	25	
	6.5	2.357	2.444	3.6	80.4	6.46	27	24	
	7.0	2.354	2.426	3.0	84.1	6.78	27	25	

6 最適アスファルト量におけるマーシャル特性値

最適アスファルト量における各スラグ 10%、20%、30%混入のマーシャル特性値を表 52 に示した。

表 52 最適アスファルト量における各試料のマーシャル特性値

配合	アスファルト量 (%) (OAC)	かさ密度 (g/cm ³)	理論密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kgf)	フロー値 (1/100cm)	ステイフネス (100kgf/cm)
スラグ無し	5.6	2.359	2.455	3.9	76.6	10.86	26	42
諫早10%	5.5	2.385	2.482	3.9	76.5	10.29	27	38
南高10%	5.6	2.373	2.471	4.0	76.2	10.00	26	38
佐世保10%	5.6	2.366	2.462	3.9	76.6	9.49	26	37
諫早20%	5.5	2.410	2.506	3.8	77.1	8.91	27	33
南高20%	5.9	2.370	2.476	4.3	75.8	8.90	26	34
佐世保20%	5.9	2.359	2.458	4.0	77.0	8.11	27	30
諫早30%	5.1	2.450	2.547	3.8	76.1	7.66	24	32
南高30%	6.2	2.379	2.482	4.1	77.6	7.58	26	29
佐世保30%	6.3	2.355	2.451	3.9	78.5	6.45	26	25
規格値	-	-	-	3~6	70~85	4.9以上	20~40	20~50

最適アスファルト量におけるかさ密度を図 21 に、安定度を図 22 に示した。

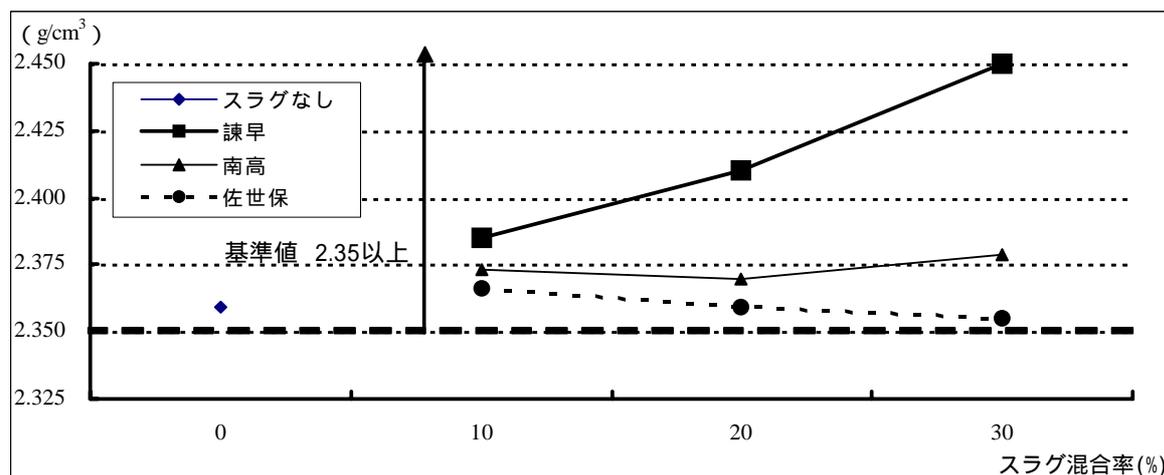


図 21 最適アスファルト量におけるかさ密度

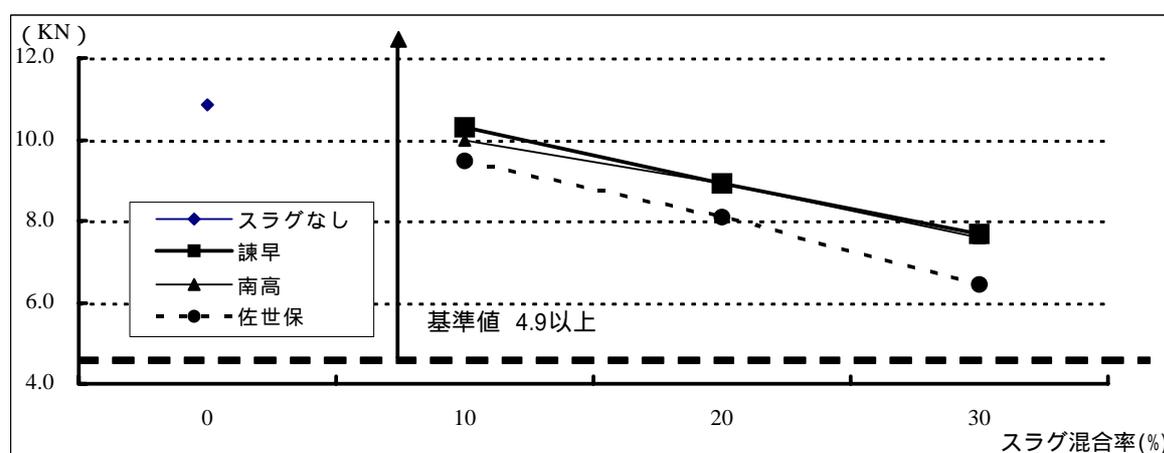


図 22 最適アスファルト量における安定度

7 まとめ

- ・密度について

密度は、各配合とも最適アスファルト量で設計密度 = $2.350(\text{g}/\text{cm}^3)$ を満足している。

諫早スラグ 20%、30%混合合材では、密度が $2.400(\text{g}/\text{cm}^3)$ 以上と高く混入率と比例して密度が上昇した。南高と佐世保スラグは、標準配合とほぼ同一な値を示し混入率が増えてもほとんど変化は見られなかった。

- ・安定度について

安定度は、各スラグとも混入率が増えると低下は見られるが規格値の $4.9(\text{KN})$ 以上を満足していた。

- ・最適アスファルト量について

標準配合の最適アスファルト量に対して混入率 10%は、諫早スラグで 0.1%少ないが、他スラグは、同一な結果であり問題ないと思われる。混入率 20%では、諫早スラグは 0.1%少なく、他スラグは 0.3%多い結果であった。

混入率 30%では、諫早スラグは、最適アスファルトが 5.1%と 0.5%少ない結果であり、スラグ 30%の混合でも問題ないと思われた。

南高と佐世保スラグの最適アスファルト量は、6.0%以上という結果であるが、混合物の目視観察では、アスファルト量が、多く感じられあまり好ましくないと思われた。したがって、諫早スラグは、今回混入率 30%を満足したが、南高と佐世保スラグは、20%までが混入可能量と考えられた。

第4節 コンクリート骨材試験

1 目的

県下の溶融スラグは、単体の骨材試験結果からコンクリート用砕石及び砕砂(JIS A 5005)の品質条件を満足していることが確かめられていた。そこで、レディミクストコンクリートの細骨材の一部に溶融スラグを用いて試験練りを実施し、標準配合の供試体との強度比較を行った。

2 試験方法

試験は、スラグ無しの配合を標準対象として、諫早、南高、佐世保のスラグそれぞれについて10%、20%、30%スラグを混合した試料をJIS A 1132 に準じて作成した。

供試体は、水中にて養生させ3日後、7日後、28日後、91日後の圧縮強度を測定した。供試体の寸法は、10×20cmである。コンクリート配合条件を表53に、練り混ぜ条件を表54に示した。表55に使用材料を示した。

表53 コンクリート配合条件

水セメント比	60 %
目標スランブ	9.0±1.5 cm
目標空気量	4.5±1.0 %

表54 練り混ぜ条件

ミキサ	100 ℓ パン型強制練り
材料投入方法	(セメント+細骨材) 水 粗骨材
練り混ぜ時間	粗骨材投入後90秒
練り混ぜ量	30 ℓ

表55 使用材料

セメント	太平洋セメント(株) 普通ポルトランドセメント	密度	3.16 g/cm ³	
水	諫早市上水道水			
細骨材	諫早スラグ	諫早市環境センター	密度	2.97 g/cm ³
	南高スラグ	南高南部衛生福祉組合	密度	2.79 g/cm ³
	佐世保スラグ	佐世保市下水処理場	密度	2.69 g/cm ³
	海砂	長崎県壱岐郡 FM=2.56	密度	2.58 g/cm ³
粗骨材	砕石2005	長崎県北高来郡高来町 実績率58.0%	密度	2.61 g/cm ³
AE減水剤	(株)エヌエヌビー ポゾリスNo.70			

3 試験結果

供試体作成時の試験結果を表56に示した。スラグを混合した試料は標準と比較し若干スランブ値が低い傾向がみられたが、空気量に関しては大差無かった。

表57に水中養生を経過した日数毎の圧縮強度値を示した。全体的スラグの混合量と比例して標準配合より強度が劣る傾向があった。その差は最大で標準配合の88%であった。

表 56 コンクリート供試体の試験結果

スラグ (%)		水	細骨材率	水	セメント	細骨材 (kg/m ³)		粗骨材	混和剤	スランブ	空気量	温度
産地	混入率	比 (%)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	スラグ	海砂	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(cm)	(%)	()
標準	0	60	45.9	165	275	0	834	992	0.688	9.5	4.7	20.0
諫早	10	60	46.1	164	273	97	755	992	0.683	8.5	4.7	20.0
	20	60	46.2	163	272	194	673	992	0.680	9.5	4.7	20.5
	30	60	46.3	162	270	293	593	992	0.675	7.5	4.8	20.0
南高	10	60	46.2	163	272	91	757	992	0.680	7.5	4.7	20.0
	20	60	46.4	161	268	184	680	992	0.670	8.5	4.7	20.5
	30	60	46.6	159	265	278	600	992	0.663	7.5	4.9	20.0
佐世保	10	60	46.1	164	273	88	755	992	0.683	8.5	4.7	20.0
	20	60	46.2	163	272	176	673	992	0.680	7.5	4.9	20.0
	30	60	46.3	162	270	265	593	992	0.675	8.5	4.8	20.0

表 57 硬化コンクリートの圧縮強度

(N/mm²)

スラグ (%)		材齢3日		材齢7日		材齢28日		材齢91日	
産地	混入率	強度	比 (%)	強度	比 (%)	強度	比 (%)	強度	比 (%)
標準	0	15.9	100	25.0	100	32.0	100	37.1	100
諫早	10	16.9	106	23.9	96	33.5	105	38.1	103
	20	15.2	96	23.4	94	31.5	98	37.0	100
	30	15.2	96	22.7	91	30.8	96	35.8	96
南高	10	16.1	101	24.0	96	32.3	101	38.0	102
	20	15.3	96	22.9	92	30.2	94	36.1	97
	30	14.9	94	22.1	88	30.3	95	36.3	98
佐世保	10	16.0	101	23.6	94	31.8	99	37.2	100
	20	14.9	94	21.9	88	30.2	94	37.0	100
	30	15.1	95	22.5	90	32.2	101	38.8	105

4 まとめ

・フレッシュコンクリート試験について

ワーカビリティ(作業性)はスラグ混入率 30%までは標準配合と比較して相違なかった。
フレッシュ(生コンクリート)状態で、スラグの黒色は目立たなかった。

・硬化コンクリート試験について

初期の材齢では、標準配合に劣る強度であったが、材齢 91 日目における強度比は、最大 96%であった。

スラグの黒色は表面では目立たなかった。

今回試験したスラグは、混合率 30%程度の使用においては作業性、強度面において問題なかった。

第5節 路盤材試験

1 クラッシュラン混合骨材試験

溶融スラグ単体での物理性状試験結果を参考にして、下層路盤材等の材料として最も多く用いられているクラッシュラン 40 に溶融スラグを混合した試料の試験を実施した。

1-1 試験方法

試験は、諫早市環境センタースラグ、南高南部衛生福祉組合スラグ、佐世保市下水道局スラグをそれぞれ、クラッシュラン 40 に 10%、20%、40% 混合した試料を作成して骨材試験を実施した。なお、混合するクラッシュランは全てバージン材で構成されているものである。

1-2 試験結果

(1) 諫早市スラグ

ふるい分け試験の結果は、配合率 10% 及び 20% については規格値の中心付近にあり、粒度分布の状態としては非常に良好である。配合率 40% については 10mm 以下が 60% 程度を占めるため上限境界付近にある。このことは、バージン材の粒度によっては規格値を満足しなくなる事も予想されるため、品質管理を十分行う事が必要と考える。

配合率とすりへり減量の関係は、25.0～27.7 の範囲にあり、配合率の増加とともにすりへり減量も大きくなるが規格値は十分満足する結果となった。

突き固めによる締め固め試験結果によると、最大乾燥密度(d_{max})は 2.213g/cm³(配合率 10%)、2.221g/cm³(配合率 20%)、2.196g/cm³(配合率 40%) であり、配合率 20% がわずかではあるが配合率 10% を上回る結果となった。修正 CBR 試験結果については、141.9(配合率 10%)、103.0(配合率 20%)、90.5(配合率 40%) と、アスファルト舗装要綱に規定されている下層路盤材の規格値(CBR20% 以上) 及び上層路盤材(CBR80% 以上) としての規格値をも満足する結果であった。最適含水比(W_{opt})は、5.4～5.7% とほぼ同様な値を示した。

(2) 南高スラグ

ふるい分け試験の結果は、配合率 20%、40% では 2.36mm 以下において規格値の上限値付近または上限値を外れる結果であった。南高スラグは、4.75mm のふるいの通過率が 97.7% であり、他の 2 種と比較して粒度が小さいことからクラッシュラン 40 に混合できる量は 10% 程度の混合が適当であると考えられた。

粒度基準を満たさなかった配合率 20%、40% の試料については、路盤材の試験は行わなかった。粒度基準を満足した配合率 10% の試料の修正 CBR 値は 148.3% で規格値を十分満足するものであった。

(3) 佐世保スラグ

ふるい分け試験の結果は、配合率 10%、20%、40% についてともに規格値の中心付近にあり、粒度分布の状態としては非常に良好である。傾向的には、4.75mm 以下は規格値の上限値に近づく傾向にある。バージン材の粒度によっては規格値を満足しなくなる事も予想されるため、品質管理を十分行う事が必要と考える。

配合率とすりへり減量の関係は、24.6～25.1% の範囲にあり、諫早市環境センター同様に配合率の増加とともにすりへり減量も大きくなるが規格値は十分満足する結果となった。

突き固めによる締め固め試験結果によると、最大乾燥密度(d_{max})は 2.221g/cm³(配合率 10%)、2.234g/cm³(配合率 20%)、2.160g/cm³(配合率 40%) であり、諫早市環境センター同様に配合率 20% がわずかではあるが配合率 10% を上回る結果となった。修正 CBR 試験結果については、126.2% (配

合率 10%)、138.0%(配合率 20%)、77.3%(配合率 40%)と、配合率 20%が配合率 10%をわずかではあるが上回った。アスファルト舗装要綱に規定されている下層路盤材としての規格値(CBR20%以上)を十分満足する結果となった。また、配合率 10%、20%については上層路盤材(CBR80%以上)の規格値を満足する結果となった。最適含水比(Wopt)は、5.8～6.5%とほぼ同様な値を示した。

表 58 スラグ混合クラッシュラン 40 骨材試験結果

(a) 諫早

試験項目	試験方法	単位	10%スラグ 混合C-40	20%スラグ 混合C-40	40%スラグ 混合C-40	規格値等	
						上層路盤	下層路盤
ふるい分け試験	JIS A 1102	-	適合	適合	適合		
液性・塑性限界試験	JIS A 1205		NP	NP	NP	4以下	6以下
最大乾燥密度	JIS A 1210	g/cm ³	2.213	2.221	2.196		
最適含水比	JIS A 1210	%	5.4	5.7	5.5		
修正CBR試験	JIS A 121 1	%	141.9	103.0	90.5	80以上	20以上
すり減り試験	JIS A 1121	%	25.0	25.4	27.7	50%以下	

(b) 南高

試験項目	試験方法	単位	10%スラグ 混合C-40	20%スラグ 混合C-40	40%スラグ 混合C-40	規格値等	
						上層路盤	下層路盤
ふるい分け試験	JIS A 1102	-	適合	不適	不適		
液性・塑性限界試験	JIS A 1205		NP	-	-	4以下	6以下
最大乾燥密度	JIS A 1210	g/cm ³	1.93	-	-		
最適含水比	JIS A 1210	%	11.0	-	-		
修正CBR試験	JIS A 1211	%	148.3	-	-	80以上	20以上
すり減り試験	JIS A 1121	%	28.7	-	-	50%以下	

(c) 佐世保

試験項目	試験方法	単位	10%スラグ 混合C-40	20%スラグ 混合C-40	40%スラグ 混合C-40	規格値等	
						上層路盤	下層路盤
ふるい分け試験	JIS A 1102	-	適合	適合	適合		
液性・塑性限界試験	JIS A 1205		NP	NP	NP	4以下	6以下
最大乾燥密度	JIS A 1210	g/cm ³	2.221	2.234	2.160		
最適含水比	JIS A 1210	%	5.8	5.8	6.5		
修正CBR試験	JIS A 1211	%	126.2	138.0	77.3	80以上	20以上
すり減り試験	JIS A 1121	%	24.6	24.8	25.1	50%以下	

表 59 諫早スラグ 100%ふるい分け試験結果

ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	0	0	100	100.0	95
19.0	0	0	80	100.0	50
4.75	45	45	40	95.5	15
2.36	487	533	25	46.7	5

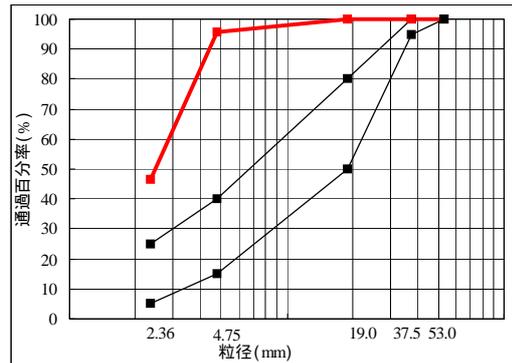
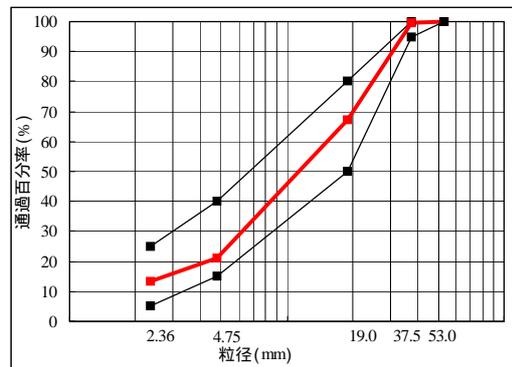


図 23 諫早スラグ 100%ふるい分け試験結果

**表 60 諫早スラグ混合クラッシュラン
ふるい分け試験結果**

(a) 10%

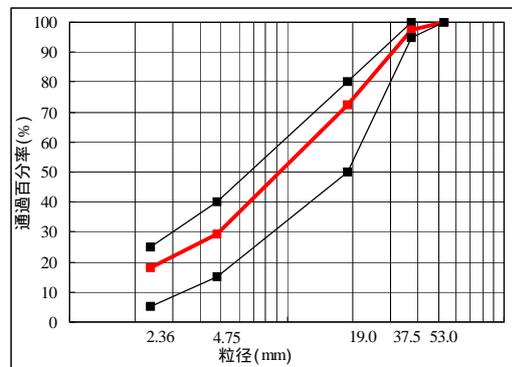
ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	53	53	100	99.6	95
19.0	2,538	4,892	80	67.4	50
4.75	10,491	11,828	40	21.1	15
2.36	11,438	12,998	25	13.3	5



(a) 10%

(b) 20%

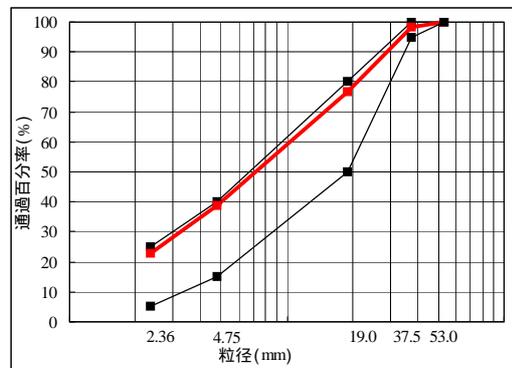
ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	361	361	100	97.6	95
19.0	3,799	4,160	80	72.3	50
4.75	6,436	10,596	40	29.4	15
2.36	1,674	12,270	25	18.2	5



(b) 20%

(c) 40%

ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	271	271	100	98.2	95
19.0	3,206	3,477	80	76.8	50
4.75	5,717	9,194	40	38.7	15
2.36	2,386	11,580	25	22.8	5



(c) 40%

**図 24 諫早スラグ混合クラッシュラン
ふるい分け試験結果**

表 61 南高スラグ 100%ふるい分け試験結果

ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	0	0	100	100.0	95
19.0	0	0	80	100.0	50
4.75	23	23	40	97.7	15
2.36	70	93	25	90.7	5

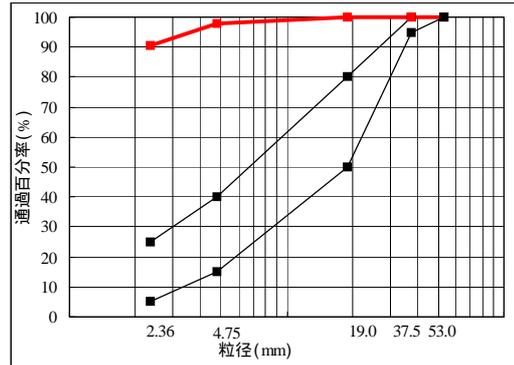
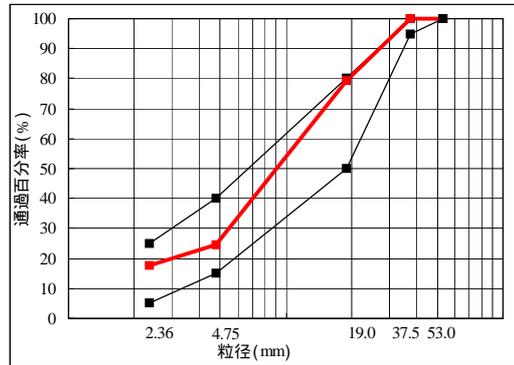


図 25 南高スラグ 100%ふるい分け試験結果

表 62 南高スラグ混合クラッシュラン
ふるい分け試験結果
(a)10%

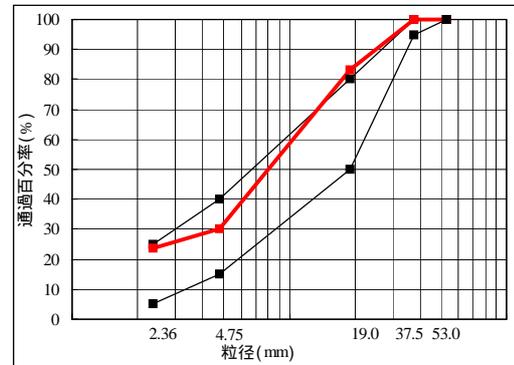
ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	0	0	100	100.0	95
19.0	3,113	3,113	80	79.3	50
4.75	8,191	11,304	40	24.6	15
2.36	1,050	12,353	25	17.6	5



(a)10%

(b)20%

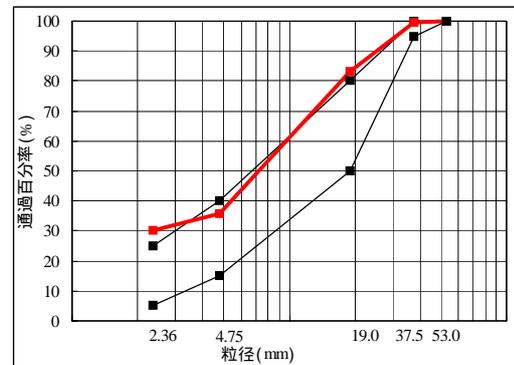
ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	0	0	100	100.0	95
19.0	2,538	2,538	80	83.1	50
4.75	7,959	10,497	40	30.1	15
2.36	941	11,438	25	23.7	5



(b)20%

(c)40%

ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	70	70	100	99.5	95
19.0	2,419	2,489	80	83.4	50
4.75	7,145	9,634	40	35.8	15
2.36	867	10,501	25	30.0	5



(c)40%

図 26 南高スラグ混合クラッシュラン
ふるい分け試験結果

表 63 佐世保スラグ 100%ふるい分け試験結果

ふるい目 (mm)	各ふるい に止まる 質量 (g)	ふるいに 止まる総 重量 (g)	上限値 (%)	通過百分 率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	0	0	100	100.0	95
19.0	0	0	80	100.0	50
4.75	135	135	40	86.5	15
2.36	73	208	25	79.2	5

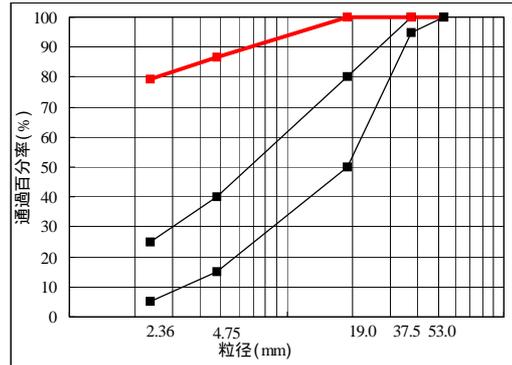
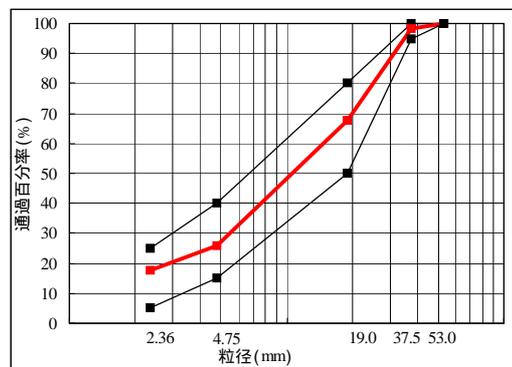


図 27 佐世保スラグ 100%ふるい分け試験結果

表 64 佐世保スラグ混合クラッシュラン
ふるい分け試験結果

(a) 10%

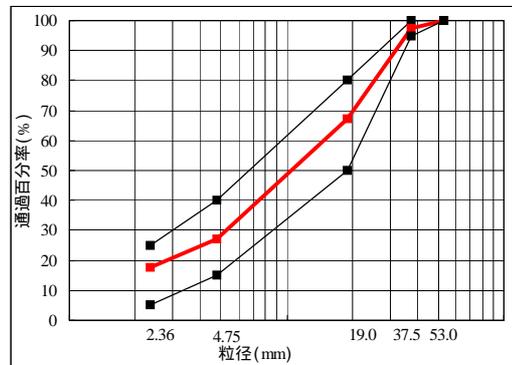
ふるい目 (mm)	各ふるい に止まる 質量 (g)	ふるいに 止まる総 重量 (g)	上限値 (%)	通過百分 率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	278	278	100	98.1	95
19.0	4,553	4,831	80	67.8	50
4.75	6,299	11,129	40	25.8	15
2.36	1,209	12,338	25	17.8	5



(a) 10%

(b) 20%

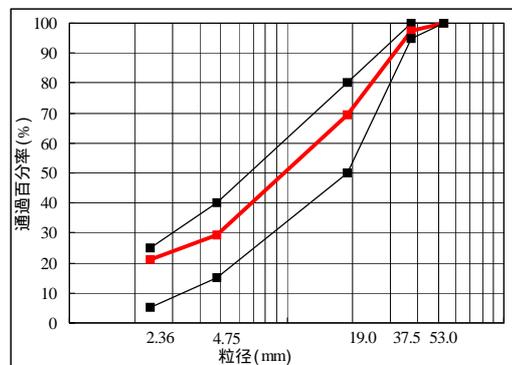
ふるい目 (mm)	各ふるい に止まる 質量 (g)	ふるいに 止まる総 重量 (g)	上限値 (%)	通過百分 率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	418	418	100	97.2	95
19.0	4,520	4,938	80	67.1	50
4.75	5,982	10,920	40	27.2	15
2.36	1,421	12,341	25	17.7	5



(b) 20%

(c) 40%

ふるい目 (mm)	各ふるい に止まる 質量 (g)	ふるいに 止まる総 重量 (g)	上限値 (%)	通過百分 率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	387	387	100	97.4	95
19.0	4,238	4,624	80	69.2	50
4.75	6,008	10,632	40	29.1	15
2.36	1,208	11,840	25	21.1	5



(c) 40%

図 28 佐世保スラグ混合クラッシュラン
ふるい分け試験結果

1-3 まとめ

- ・ 諫早スラグ 10%、20%、40%それぞれ混合したクラッシュランの試験結果は、下層路盤材と上層路盤材の基準を満たしていた。
- ・ 南高南部スラグは、20%、40%混合の試料でクラッシュラン 40 の粒度分布基準を満たさなかった。これは、19mm の通過率から混合元のクラッシュランの粒度分布が不良であったことが考えられた。
- ・ 佐世保スラグは、10%、20%混合試料において下層路盤材、上層路盤材共に基準を満足することができたが、40%混合試料では上層路盤材の修正 CBR 値 80% 以上を満足しなかった。(佐世保 40%混合修正 CBR 値:77.3%)
- ・ 溶融スラグの混合割合が高くなるにつれ、修正 CBR の値は低くなり、すりへり減量値が高くなった。
- ・ 溶融スラグ単体で満たすことができなかった路盤材基準は、他種骨材と混合することで容易に改善できた。溶融スラグを混合したクラッシュランは、下層路盤材、上層路盤材の一部として十分、利用可能であることが確認できた。
- ・ 路盤材の一部として混入できる溶融スラグの量は、それ単体でも骨材の強度基準を概ね満たしているため、骨材の強度基準よりも、利用目的の粒度分布基準に支配される。
- ・ スラグの粒度は、溶融施設によって異なるので、スラグの性状に見合った利用先を確保すると共に、スラグの粒度を分級して供給体制を整えることが望ましい。

2 溶融スラグ混合クラッシュラン下層路盤試験施工

2-1 目的

溶融スラグを 20% 混合したクラッシュランを作成し、下層路盤を構築し、その時の作業性の確認と締め固め度の測定を行い、溶融スラグ混合したクラッシュランの製品評価を行う。

2-2 試験方法

試験には、諫早市環境センターの溶融スラグを用い、スラグを 20% 混合したクラッシュランを調整して、幅員 5m × 長さ 20m 施工厚さ 20cm の下層路盤を施工した。

表 65 再生クラッシュランの配合率

材料名	配合率%
新規クラッシュラン	60
溶融スラグ	20
コンクリート塊	10
アスファルト塊	10

表 66 粒度試験結果

ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる 質量 (g)	ふるいに止まる総 重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	410	410	100	97.3	95
19.0	3,883	4,293	80	71.4	50
4.75	6,651	10,944	40	27.0	15
2.36	2,458	13,402	25	10.7	5

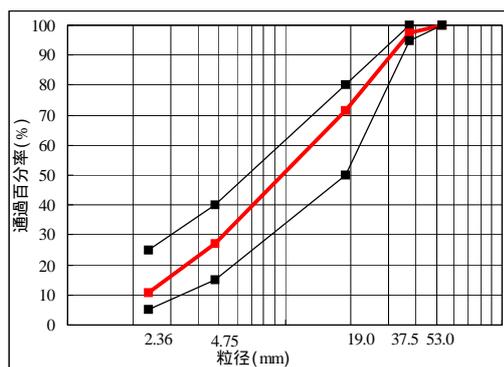


図 29 粒度試験結果

試験施工に先立ち、溶融スラグを 20% 混合したクラッシュランの粒度分布試験、修正 CBR 試験を行い下層路盤材の材料として適当であるか判断した。

試験の結果クラッシュランの粒度範囲に適合し、修正 CBR は 75.4% であった。これらの結果から、下層路盤材の材料として適当であると判断できた。

2-3 試験施工要領

表 67 試験施工要領

建設機械名	規格	摘要
モーターグレーダー	3.1m 級	施工面積により控除する(人力)
ロードローラー	両輪駆動 10 ~ 12 t	5 回転圧
タイヤローラー	8 ~ 20 t	10 回転圧

2-4 施工時の現場管理試験

表 68 施工時の現場管理試験

試験項目	測定回数	試験方法
現場密度の測定	5 回	舗装試験法便覧
路盤材粒度試験	5 回	舗装試験法便覧
プルーフローリング	全線	目視による観察

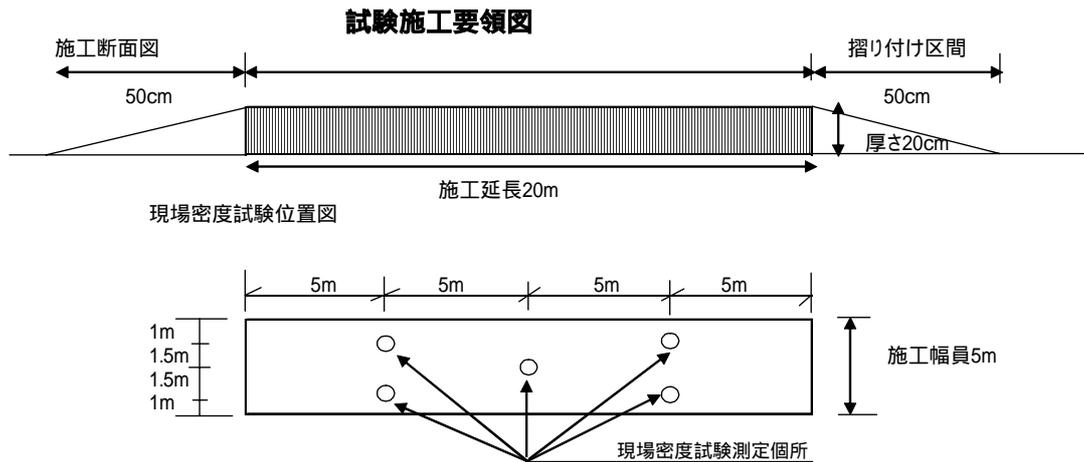


図 30 試験施工要領図

2-5 試験結果

重機による敷きならし作業を終えた後、現場密度と粒度試験の試料を 5 地点から採取し測定を行った。結果を表 69、表 70、図 32 に示した。また、プルーフローリングは目視にて不良箇所は無いと判断された。

表 69 現場密度測定結果

測定位置	含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)	乾燥密度 (g/cm ³)	締固め度 (%)
	4.6	1.978	1.891	94.3
	5.3	2.038	1.935	96.5
	5.2	2.078	1.975	98.5
	5.0	2.090	1.991	99.3
	4.7	2.052	1.960	97.8
平均値	5.0	2.047	1.950	97.3
最大値	5.3	2.090	1.991	99.3
最小値	4.6	1.978	1.891	94.3



図 31 試験施工の様子

表 70 現場粒度試験結果

ふるい目 (mm)	各ふるいに止まる質量 (g)	ふるいに止まる総重量 (g)	上限値 (%)	通過百分率 (%)	下限値 (%)
53.0	0	0	100	100.0	100
37.5	0	0	100	100.0	95
19.0	4,120	4,120	80	72.5	50
4.75	5,301	9,421	40	37.2	15
2.36	2,083	11,504	25	23.3	5

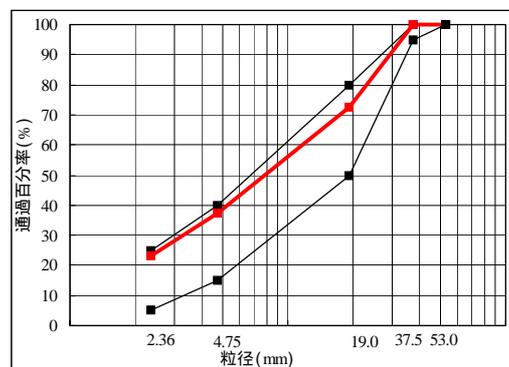


図 32 現場粒度試験結果

2-6 まとめ

締め固め度は、5点の結果に多少のバラツキがあったが、通常の道路施工時の試験結果と大差なく問題なかった。県施工管理基準値の締め固め度93%以上を満足していた。

材料の粒度に関しては、締め固め前の結果と比較して、粒度範囲の上限に近い細目の粒度となっているが各粒度範囲を満足していた。

プルーフローリングの目視観察では、不良箇所は見あたらなかった。

これらのことから、熔融スラグを20%混合したクラッシュランは、下層路盤材として利用するにあたり問題となる事項はなかった。

付 録

1 用語集

〔あ行〕

1 アーク式灰溶融

電気溶融方式の一種で、炉内に配した人造黒鉛電極に交流電流を印加し、アーク放電を発生させ、その際生じる高熱を利用してベースメタル上の灰を溶融するシステム。製鋼用アーク炉を利用したものである。

2 圧縮強度

圧縮荷重によって破壊するときの最大応力を表したものであり、破壊時の荷重を供試体の断面積で割った値で表わす。

3 洗い試験(損失量)

骨材中に含まれる 0.074mm ふるいを通過する微粉量を洗い分析によって測定する試験をいう。この試験によって失われる量のことを洗い試験損失量といい、粘土やシルト量の目安になる。

4 アルカリ骨材反応

骨材中のある種のシリカ物質とセメント中のアルカリ金属イオンが、化学反応を起こすと、アルカリシリケートゲルを生成する。このゲルは水分を吸収すると著しく膨張し、コンクリートにひび割れを生じる。この一連の現象をアルカリ骨材反応という。

コンクリート用骨材の同反応の試験には、骨材のアルカリシリカ反応性試験方法(化学法)JIS A 5308(レデーミクストコンクリート)付属書 7、または付属書 8 同(モルタルバー法)がある。

5 安定処理

地盤の耐久性、支持力などを増すための処理。路盤材における安定処理としては、石灰、セメント及びれき青安定処理がある。

6 安定性(試験)

コンクリート中の骨材が物理的作用を受け、凍結融解繰り返し作用や温湿度の変化で骨材自身の体積変化によってコンクリートを破損したり、破壊したりしないかどうかということが骨材の安定性で判断される。JIS A 1122 では、硫酸ナトリウムの結晶圧による破壊作用を応用し、骨材の安定性を調べるものとしている。

7 一般廃棄物

廃棄物の処理及び清掃に関する法律第 2 条で定められた産業廃棄物以外の固形状または液状の廃棄物をいう。 産業廃棄物

8 うわぐすり

陶磁器表面に施した硬質のガラス層をいう。製品に美観を与えるのみならず、汚染防止、電気または化学的抵抗性および機械的強度などを付与するのに役立つ。

9 AE 減水剤

セメントの分散作用により、コンクリートのワーカビリティを向上させるとともに空気連行作用を併用することにより、所定のコンシステンシを得るのに必要な単位水量を大幅に減少させることのできる混和剤をいう。

10 A 交通(道路)

道路の設計における交通量の区分で、大型車両の 1 日 1 方向当たりの交通量が 100 台以上 250

台未満の道路をいう。なお、アスファルト舗装要綱では交通区分を下表に示したように五段階に区分している。

交通量の区分	大型車交通量(台/日・方向)	
L 交通	100 未満	
A 交通	100 以上	250 未満
B 交通	250 以上	1,000 未満
C 交通	1,000 以上	3,000 未満
D 交通	3,000 以上	

11 L/S 比(液固比)

溶出試験での溶媒と試料の質量との商をいう。

12 塩基度

通常、酸化カルシウムと二酸化けい素の重量比($\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$)で表わす。一般的に塩基性スラグは融点が高く粘性は低い。一方、酸性スラグの融点は低いが高い粘性性質を持つ。灰の塩基度は、排ガス処理方式により大きく異なる。

13 遠心力集じん器(サイクロン)

排ガスに高速の旋回を与え遠心力によってダストを分離する方法で、バッチ燃焼式などの小規模の焼却炉に採用されたり、電気集じん器との併設などで使用されてきたが、新設炉での使用例は減少している。

〔 移行 〕

14 加圧成形

タイル、レンガなどの製造において粘土などの原料を型の中へ入れ、圧力をかけて成形する工程をいう。成形時の材料の状態から、乾式と湿式がある。なお、一般的には乾式のほうが高い成形圧力を必要とする。

15 回転式表面溶融

燃料燃焼式溶融方式の一種であり、灰は回転式の外筒と内筒からなる炉本体の外筒と内筒の間に供給され、バーナによる燃焼熱によって灰の内側表面が溶融する。外筒が回転することで灰は炉の全周から供給され、炉体を保護する断熱材の役割も果たす。

16 化学組成

焼却灰、スラグの化学分析により求めた含有成分の構成割合をいう。組成を表わす方法としてはカルシウム、けい素、鉄、アルミニウムなどの含有成分をすべて酸化物の形態に変えて分離し、その重量を測定し、個々の酸化物の重量を測定された全酸化物の重量の合計に対する百分率で表わすのが一般的である。

17 下層路盤 路盤

18 ガラス質

融液を急速に冷却すると、凝固点に達しても特に異常な体積変化を起こさずに冷却されて、過冷却液体となる。この過冷却液体はある温度(ガラス転移点)まで冷却されると結晶しないまま固化してガラス状態の液体になる。したがって、融液を水中や空気中で急速に冷却した場合そのスラグはガラス質になる。

19 乾式処理(排ガス)

集じん装置(電気集じん器またはバグフィルター)の上流側のダクト内あるいは反応塔に粉末の排ガス処理剤を噴霧することによって排ガス中の HC_ℓ、SO_x と反応させる処理方式をいう。その反応生成物と未反応の処理剤、さらに排ガス中に含まれていたダストは集じん装置でばいじんとして捕集される。排ガス処理剤(アルカリ剤)としては消石灰が多く用いられている。

20 含水比(率)

ある物質を水分と固形分に分けた時の水分と固形物の比を含水比、水分と(水分 + 固形分)の比を含水率といい、ともに百分率で表わす。

21 基準密度

路盤材料やアスファルト混合物の締め固め度の基準とする密度をいう。通常、工事の初期に、実際に使用する材料の締め固め試験を行い、このときの密度を基準密度とする。

22 基層

たわみ性舗装の路盤と表層の間に位置する層をいう。表層を支持し、表層とともに車両の荷重を分散させて路盤に伝える目的を持つ。

23 吸水率

絶乾状態の試料を表面乾燥状態まで吸水させた時の水量と絶乾状態の試料との比を百分率で表わしたものをいう。

24 強熱減量(熱灼減量)

灰などの蒸発残留物を 600 ±25 、一時間強熱灰化したときに揮散する物質の量の蒸発残留物に対する比を百分率で表わしたものをいう。主に有機物質量の目安となる。

25 空冷スラグ

溶融スラグを空气中に放冷し、冷却することにより得られたスラグをいう。形状は塊状となり、ガラス質となることが多い。

26 結晶化(スラグ)

液体を徐々に冷却すると、融点で液体は固化し、結晶体となる。理想的な結晶では原子はどこまでも規則的に配列している。結晶化スラグは、融液を温度制御しながら徐冷するか、冷却後のスラグを再加熱することにより得られるスラグをいう。

27 減水剤 AE 減水剤

28 コークスベッド方式ごみ溶融

製鉄用の高炉をベースに開発されたごみの直接溶融システム。炉頂部よりコークスと石灰石とともに入れられたごみは、ごみ中の可燃物とコークスの燃焼熱により乾燥、熱分解し残った灰分は、炉下部に形成したコークスベッド層で溶融する。不燃ごみや焼却残さの一括処理も可能である。

29 コークスベッド方式灰溶融

コークスを燃料とし、灰を溶融するシステム。灰はコークスと石灰石とともに炉上部より供給され、炉下部からの熱風により燃焼したコークスの燃焼熱で溶融される。

30 固定式表面溶融(反射式、輻射式)

燃料燃焼式溶融方式の一種であり、溶融炉室頂部のバーナからの火炎輻射熱により灰を表面から溶融させる。

31 コーン指数

コーンペネトロメータを地中に押し込むときの抵抗をコーン断面積で除した値であり、トラ

フィカビリティを表わすのに用いられる。

32 混和剤

コンクリートに使用する混和材料のうち、使用量が比較的多くて、それ自体の体積がコンクリートの配合の計算に関するものをいう。

〔さ行〕

33 最大乾燥密度

ある一定の締め固め仕事量のもとで、含水量を変えながら土を締め固めるときに得られる最大の乾燥密度をいう。

34 最適含水比

土の締め固め試験を行い、締め固め曲線(含水比と乾燥密度との関係)を作成した場合の最大乾燥密度となるときに含水比をいう。

35 再燃焼室

バッチ燃焼式焼却炉では間欠的かつ不均等なごみ供給に起因して、時間の経過とともに燃焼に起伏が生じがちであるため、燃焼負荷が上昇した際に燃焼室容積の不足を補って未燃ガスの燃焼完結を図る目的と同時に、焼却炉の始動時やごみ質の低下時、あるいは漏入空気の影響によって炉温が低下した場合には室内に設けた助燃バーナによってその出口温度を 700 以上に保ち、悪臭の防止を図る目的で設置される。

36 材令

コンクリートを練り混ぜてからの経過時間をいう。

37 産業廃棄物

事業活動に伴って生じた廃棄物のうち、燃えがら、汚泥、廃油、廃酸、廃アルカリ、廃プラスチック類等 19 種類の廃棄物のことで、廃棄物の処理及び清掃に関する法律及び同施行令で定められている。

38 三成分

ごみの物理的性質を表す項目の 1 つで、可燃分、水分、灰分のことをいう。3 成分からごみの性状や燃焼性の概略を認識することができる。

39 自然含水比

土が自然状態で保持している含水量を表したものである。自然含水比は土質、地下水位との相対位置などにより、気乾状態から飽和状態までの広い範囲に変化する。

40 湿式処理(排ガス)

通常、電気集じん器などで排ガス中のダストを除去した後、HC₀、SO_xなどの酸性ガスを苛性ソーダ溶液等によって中和除去する排ガス処理法。苛性ソーダが酸性ガスとほぼ当量比で済むため医薬品使用量が少なく、かつ高い除去率が得られる。この方式では、中和塩の溶液が生成物として排出される。

41 実績率

骨材を単位容積重量試験の容器に満たした骨材の絶対容量と、容器との比の百分率をいう。

42 地盤改良土

硬化材としてセメント等を添加し軟弱地盤を適正強度に改良した土。

43 締め固め度(特性)

盛土の締め固めの程度であり、一般には、JIS A 1210 に規定する突き固め試験により求めた最

大乾燥密度に対する比を百分率で表わしたものをいう。

44 シャトルキルン

窯業分野で使用されているバッチ式焼成炉、熱源はプロパン等を使用。

45 重金属

一般に比重が4又は5以上の金属をいう。

水銀(13.6)、カドミウム(8.65)、亜鉛(7.14)、銅(8.93)、クロム(6.92)、鉄(7.8)、鉛(11.34)等が重金属に属する。

46 修正 CBR

路盤材料や盛土材料の品質基準を示す強度の指標として用いられ、粒度などの材料固有の性質のほか、締め固め程度にも支配される。JIS A 1211 に示した方法に準じて、3層に分けて各層92、42 および 17 回突き固めた供試体の4日水浸後のCBRを測定し、この値と所要の締め固め度に相当する乾燥密度から求める。「アスファルト舗装要綱」では、上層路盤、下層路盤とも締め固め度95%を推奨しているので、特に断らずに修正CBRという時は、最大乾燥密度の95%密度におけるCBRを指す場合が多い。

47 焼却残さ

ごみ焼却施設から排出される残さで、焼却灰、飛灰、排水処理残さ、排ガス処理残さ等の総称。

48 焼却施設

ごみの焼却処理を行う施設のことをいい、施設は受入れ、供給設備、燃焼設備、燃焼ガス冷却設備、排ガス処理設備、余熱利用設備、通風設備、灰出し設備、排水処理設備から構成されている。

49 焼却灰

焼却炉の炉底から排出される焼却残留物で、焼却灰、落下灰(ストーカ炉にあっては、火格子間から落下するもの)の総称。

50 焼成飛灰

焼成固化施設の集じん装置等で集められた飛灰。

51 上層路盤

上層路盤 路盤

52 徐冷スラグ

熔融液の温度制御を行いながら放冷を抑えてゆっくり冷却することにより得られるスラグをいう。形状は、岩石状、碎石状となり結晶質で強度は大きい。

53 水硬性鉱物

セメントを構成する鉱物結晶で水と反応して硬化する性質を持つ。ポルトランドセメントは C_3S (トライカルシウムシリケート)、 C_2S (ダイカルシウムシリケート)を主成分としている。

54 水砕スラグ

熔融液を水中に投入することによって得られるガラス質の細粒状スラグ。

55 ストーカ式焼却炉

ごみをストーカ上で乾燥して燃焼させて灰にする焼却炉。火格子及び駆動伝達機器からなる。

56 スランプ

まだ固まらないコンクリートの軟らかさの程度を評価するものである。測定は、鉄製スランプコーンに3層に分けてコンクリート固め、その後スランプコーンを鉛直に引き上げたときの

コンクリートの下がりを cm で計測しこれをスランプ何 cm と表現する。

57 すりへり減量(試験)

骨材の磨耗強さを表わす指標の 1 つで、一般的には、ロサンゼルス試験機を用いて、軸のついた円筒内に骨材と鋼製の球を入れ、円筒を回転し、すりへりにより磨耗した重量を測定し、全試料重量との比を百分率で表し、すりへり減量とする。したがって、すりへり減量が大きい程磨耗に対する抵抗性が弱いことを示す。

58 石灰安定処理工法

路盤の施工方法の 1 つであり、現地材料などに石灰を添加することで、材料中の粘土鉱物と石灰を化学反応させて硬化させるものである。硬化の発現はセメント安定処理に比べ遅いが、長期的には耐久性、安定性が期待できる。

59 セメント安定処理工法

路盤の施工方法の 1 つであり、現地材料などにセメントなどを添加することで、材料の強度を増加させるとともに塑性指数を改良して路盤材としての規格を満足させるものである。また、路盤の不透水性を増し、乾燥、湿潤、凍結などの気象作用に対して耐久性を与えるなどの特徴を有する。

60 セメント固比

灰の固化処理の 1 つで、重金属溶出防止及び飛散防止を図るため、灰にセメントと水を加え、混合攪拌後、成型する方法をいう。

61 旋回流式灰溶融

燃料燃焼式溶融方式の一種であり、燃料には重油、灯油、ガスなどが利用できる。飛灰を処理対象とし、バーナによる加熱溶融と遠心力により粒子とガスを分離するサイクロン集じん機能の特徴を応用している。

62 塑性指数

繰り返した細粒土が塑性を示す含有比の範囲を表す指数のことで、液性限界から塑性限界を引いた値で表わす。

63 粗粒率

骨材の粗粒率は、コンクリート用ふるい規格の網ふるい 80、40、20、10、5、2.5、1.2、0.6、0.3、0.15 の一組のふるいを用いて、ふるい分け試験を行い、各ふるいにとどまる全試料の重量百分率の和を 100 で割った値をいう。粗粒率は、骨材の粒度を示す一つの手段となるだけでなく、これによってコンクリートの配合割合の決定や骨材粒度の均等性の判断を行う際用いられる。

〔た行〕

64 ダイオキシン類

一般に 75 種類の異性体を持つポリ塩化ジベンゾパラジオキシン(PCDDs)、135 種類の異性体を持つポリ塩化ジベンゾフラン(PCDFs)及びコプラナ PCB の総称をダイオキシン類という。ダイオキシン類は、他の多くの化学物質と異なり、製造を目的として生成されたものでなく、物の燃焼や化学物質の合成等の過程で副産物として生成される。環境の中では極めて安定で、生物に対する毒性の強いものが多い。

65 耐ひび割れ性

タイルなどの品質検査で行う試験であり、JIS A 5209 では、水と供試体をオートクレーブに入

れ、所定の圧力以上に保持した後取り出したときのひび割れの有無で判断することとしている。

66 耐摩耗性

タイルなどの品質検査で行う試験であり、JIS A 5209 では、供試体の上から研削材を落下させたときの磨耗減量で評価するものとしている。

67 耐薬品性

タイルなどの品質検査で行う試験であり、JIS A 5209 では、供試体を塩酸溶液及び水酸化ナトリウム溶液に浸した場合の異状の有無で判断するものとしている。

68 たわみ試験

車両荷重によって路面に生じる鉛直変位を測定し、アスファルト舗装の構造評価及び路床、路盤の支持力評価を目的とした試験をいう。一般的にはベンゲルマンたわみ試験をいう。この試験はベンゲルマンビームと呼ばれる装置を用いて、輪荷重による路面のたわみ量を測定するものである。

69 単位容積重量

試料を円筒形の容器の中に所定の方法で突き固めて入れた時の体積当たりの重量をいう。なお、この場合の重量とは絶乾状態の重量で表わす。

70 中間処理

ごみ処理の過程は一般に 収集運搬、 中間処理、 最終処分の段階に区分される。したがって、中間処理とは、最終処分に先立って行われる人為的な操作のすべてを意味し、廃棄物を無害化、安定化、減量化する操作全てが含まれる。

71 直接溶融

ごみを直接溶融炉に投入し、スラグ化することで、コークスベッド式、熱分解旋回流式、内部式溶融炉等が該当する。

72 通過百分率

ふるい分け試験において、あるふるいを通過した試料の全試料に対する重量を百分率で表わしたものを。

73 電気集じん器(EP)

ダストをコロナ放電により荷電し、クーロン力を利用して集じんする方法であり、湿式と乾式の二種類がある。ごみ焼却施設では一般に乾式の電気集じん器が用いられ、信頼性が高く現在最も多く使用されている。

74 電気抵抗式灰溶融

炉内の電極間に電流を流すことにより、電気不良導体である灰を電気抵抗体(溶融状態)にして抵抗熱(ジュール熱)を発生させ、その熱で灰を溶融するシステムである。

75 透水係数

岩石または土壌などの多孔性物質の単位断面積を通る水の流動速さをいう。標準温度(JIS では 15)のもとで、単位導水勾配を与え試験を行い求める。

76 特別管理一般廃棄物

一般廃棄物のうち、爆発性、毒性、感染性その他人の健康または生活環境に係る被害を生ずるおそれがある性状を有するものとして廃棄物の処理及び清掃に関する施行令(以下「政令」という)で定められている。具体的には、平成 4 年 6 月の政令改正により、 PCB を使用した部品、ごみ焼却施設から生じたばいじん、 感染性一般廃棄物が指定されている。

77 特別管理一般廃棄物としてのばいじん

ばいじんを焼却灰として分離して排出し、貯留することができる灰出し設備及び貯留設備が設けられている焼却施設であって、1日当たりの処理能力が5t以上(焼却施設にあっては、1時間あたりの処理能力が200kg以上又は火格子面積が2m²以上)の施設の集じん施設によって集められたばいじん。

〔な行〕

78 内部式灰溶融

灰中の未燃分として含まれる残留炭素の燃焼熱を主熱源として焼却灰を溶融するシステム。ごみ焼却炉(回転式ストーカ炉)と直結型の焼却灰溶融炉である。

79 二次加工

無加工スラグを利用して二次製品を製造すること。

80 二次加工施設

無加工スラグを利用して二次製品を製造する施設。

81 燃焼ガス冷却設備

燃焼ガスの温度を低下して排ガス処理設備または通風設備に適合した温度にするための設備一式をいい、ボイラなどの熱交換器または水噴射冷却器とその付属設備からなる。

〔は行〕

82 配合

コンクリートの作成にあたってのセメント、骨材、水などの割合をいう。

83 灰出し設備

焼却灰を炉外に出し、これを灰搬出車に直接積み込むまでに必要な設備一式で、灰出しシュート、灰冷却装置、灰搬出装置、灰ピット、灰バンカなどからなる。

84 排ガス処理設備

排ガス、排気中に含まれるばい煙、粉じんなどを除去するための設備で、集じん装置その他からなる。

85 灰バンカ

焼却残さを一時貯蓄するとともに、灰搬出車に直接積み込むための装置をいい、通常ホッパ状貯蓄槽の高架上に設けられ、下部に排出装置が設けられる。

86 灰ピット

焼却残さを灰クレーンによって灰搬出車に積み込むために、一時貯留するための槽をいう。灰バンカに比べて、大規模な貯留容量を持たせる場合に設ける。

87 灰分組成 化学組成

88 灰冷却装置

焼却灰等の消火と冷却を行うとともに、炉内に漏入する空気を遮断できるよう水を張った水槽であり、内部に灰搬出装置を設置してある。形式にはスクレーパコンベヤのトラフに水を張った湿式と水槽下部に灰押し出し装置を設けた半湿式がある。

89 半乾式処理(排ガス)

消石灰をスラリーとしてノズルまたは回転ディスクを使ったアトマイザにより反応塔内に噴霧し、酸性ガスとの中和反応を促進する排ガスの処理方式。反応塔を出た排ガスからは、通常、電気集じん器やバグフィルターで反応生成物およびダストがばいじんとして捕集される。

90 比重

ある物質の単位体積の質量と標準物質の単位体積の質量との比。標準物質としては普通 3.98 の純粋な水である。

91 飛灰

焼却施設の集じん装置で集められたばいじん及びボイラ、ガス冷却室、再燃焼室等において捕集された飛灰の総称。

92 引張強度

供試体の引張強度試験を行ったときの強度をいう。

93 表乾比重(骨材の)

表面乾燥飽和状態の骨材の質量を同じ容量の質量で除したときの値。試験方法は JIS A 1109(細骨材)および JIS A 1110(粗骨材)に規定されている。

94 副生成物

溶融固化等の再生施設から排出される溶融飛灰等の処理残さの総称。

95 プラズマ式灰溶融

電気エネルギーにより作動ガスを高温高密度のプラズマ化し、被溶融物(灰)を溶融するシステム。プラズマの発生方式(交流方式、直流方式)やプラズマトーチの材質(銅、黒鉛)あるいは通電方式などの異なった数種の炉形式がある。

96 フリージング(率)

まだ固まらないコンクリート、あるいはモルタルにおいて、水分が上昇し、表面に浮上する現象をいう。浮き上がった水分の全試料に対する体積比をフリージング率という。フリージングを減ずるには、減水剤または AE 剤を用いる。

97 プルーフローリング

路床や路盤に一定荷重の車両やローラーを走行させて、輪荷重による沈下量を測定して、支持力や施工の均一性を試験すること。

98 フロー(値)

れき青混合物のマーシャル安定度試験で、供試体に載荷したときの最大荷重における変形量をいう。

99 平坦性試験

車両の走行時における乗心地に影響する道路の縦横方向の凸凹の度合いを測定することを目的とした試験である。測定方法はプロフィールメータによる方法、直線定規による方法(精密な調査を必要としない場合や、比較的小規模の調査を行う場合に用いられる)及び路面性状測定車による方法(数 km 以上の延長にわたって、高速かつ大量の測定を行う場合に用いられる)がある。
〔ま行〕

100 曲げ強度(強さ)

材料の曲げ試験における最高荷重時の公称最大応力をいう。

101 水セメント比

練りたてのコンクリートまたはモルタルにおいて、骨材が表面乾燥飽和状態であるとしたときのセメントペースト中のセメントの重量比のことで、W/C で表わす。

102 無加工

溶融固化施設で製造されたスラグをそのまま又は、強度、粒度等の改質を行ったのち、利用

すること。

103 無加工スラグ

スラグで二次加工されていないもの。

〔や行〕

104 山元還元

ごみに含まれる金属の回収資源化を図るため製錬等の資源として再利用すること。

105 融液

溶融において、灰中の無機物が融点以上に加熱されて液状になったもの。

106 誘導式灰溶融

鉄鋼用の誘導炉を応用したもので、本体は耐火物製の炉体と誘導コイルから構成される。誘導コイルに低周波電流を通電すると電磁誘導作用で炉内の導電体(鉄銑やメタル)にジュール熱が発生する。この導電体と被溶融物(灰)を接触させ溶融するシステムである。

107 溶出試験

固形物中に含まれる物質を、一定の条件で溶出させ、定量する試験をいう。都市ごみ処理分野では、一般的には灰または溶融スラグ中に含まれる重金属類を定量する試験をいう。

108 養生

コンクリートの打設後、セメントの水和が十分に進みコンクリートが十分硬化して、以降の環境作用や外力に対して十分機能するように、打設後のある期間、日光や風雨または衝撃などからコンクリートを保護することや適当な湿度や温度を保つことをいう。

109 溶融固化

燃焼熱や電気から得られた熱エネルギー等により、焼却残さ等の一般廃棄物を概ね 1,200 以上の高温条件下で無機質の溶融固化物にする処理技術。

110 溶融固化施設

スラグを製造する施設。

111 溶融固化物(スラグ)

燃焼熱や電気から得られた熱エネルギー等により、焼却残さ等の一般廃棄物を概ね 1,200 以上の高温条件下で無機質を溶融した後、冷却した固形物。

112 溶融飛灰

溶融固化施設の集じん施設等で集められた飛灰。

113 溶融方式

都市ごみ焼却灰などの溶融に使用されている溶融炉方式は、溶融用熱源に燃料を用いる方式と電気を用いる方式に大別される。これら以外にコークスやガス化キルン装置を用い直接溶融する方式がある。

114 流動砂

流動床式焼却炉の流動媒体として用いられる砂をいう。適切な粒度分布と耐磨耗性、耐熱性が必要であり、一般には粒径 0.4 ~ 20mm 程度の珪砂(山砂、川砂、細砂)が多く用いられている。

115 流動床式焼却炉

珪砂などの不活性粒子層(流動砂)の下部から、加圧した空気を分散供給して、不活性粒子を流動させ、その中でごみを燃焼させて灰にする焼却炉。

116 粒度

骨材の大小粒が混粒している程度を粒度という。

粒度分布

117 粒度調整

骨材の粒度をその使用目的に合わせて改善することをいう。

118 粒度分布

土を構成する土粒子を粒径によって区分けしたときの分布状態のことをいう。粒径加積曲線によって知ることができる。

119 冷却速度

溶融において、融液を冷却しスラグとする際の温度低下の大きさをいう。通常一分間に下がる温度で示す。

120 れき青安定処理法

れき青材料を混合した安定処理工法で舗装の路盤や基層に用いられる。

121 ロータリーキルン

水平よりやや傾斜した円筒型の炉を緩やかに回転させることにより、上部より供給したごみを下部へ移動しつつ乾燥燃焼させ、下端より灰を排出させる焼却炉。

都市ごみ用の場合には、機械式スト - カ炉と組み合わせて用いられることがある。

122 ろ過式集じん器(バグフィルター)

排ガスがろ布(フィルター)を通過することにより、ダストを分離する方法であり、産業用に多用されているのに比較し、従来ごみ焼却施設には採用されていなかったが、SO_xなどの除去とも関連し近年採用実績が増加している。

123 路床

舗装の下の約1mの土の部分を行い、盛土区間では盛土の最上層、少なくとも1mの厚さの部分、切土区間では自然状態の地盤面より少なくとも深さ1mまでの部分をいう。

124 路盤

道路舗装の一部であり、路床の上部にある層で、路床に大きなせん断力や変形を生じさないために上部(表層、基層)から伝達された荷重を均一に広く分散させる部分であり、耐久性に富む材料を、必要な厚さに締め固めたものである。路盤は通常、上層路盤、下層路盤に分けられる。上層路盤には支持力の大きい良質な材料を用い、下層路盤には比較的支持力の小さい安価な材料を用いる。

〔わ行〕

125 わだち掘れ

路面の1ヶ所を車両が集中して通過するため、表層材料が磨耗され流動を起こし、圧密作用によって生ずる路面の浅い溝をいう。

(出典:スラグの有効利用マニュアル (財)廃棄物研究財団)

2 参考資料

- 焼却灰処理システム技術研究会:資源循環型社会をめざして・ごみ焼却灰の再生利用に関する報告書(1996)
- 土木研究所:公共事業における試験施行のための他産業再生資材試験評価マニュアル案(1999)
- 溶融技術研究会:溶融スラグの再生利用に関する調査報告書(2000)
- 実教出版株式会社:図説土木用語事典(2000)
- 日報企画販売:最先端のごみ処理溶融技術 - 熱分解ガス化溶融技術と焼却残渣溶融技術 - (2001)
- 日本規格協会:JIS ハンドブック 土木 コンクリート製品(2001)
- 日本規格協会:JIS ハンドブック 土木 土木資材/建設用機械・用具(2001)
- 日本工業標準調査会:TR 一般廃棄物、下水汚泥等の溶融固化物を用いたコンクリート用細骨材(コンクリート用溶融スラグ細骨材)(2002)
- 日本工業標準調査会:TR 一般廃棄物、下水汚泥等の溶融固化物を用いた道路用細骨材(道路用溶融スラグ)(2002)
- (財)廃棄物研究財団:スリムウェイスト推進研究総合報告書(1995)
- (財)廃棄物研究財団:焼却灰の適正な処理及び有効利用に関する研究 平成7年度報告書(1996)
- (財)廃棄物研究財団:焼却灰の適正な処理及び有効利用に関する研究 平成8年度報告書(1997)
- (財)廃棄物研究財団:スラグの有効利用マニュアル(1999)
- (財)建材試験センター:建設資材関連のリサイクルシステムに関する標準化調査成果報告書(2000)
- (財)滋賀県下水道公社:下水汚泥溶融スラグ有効利用マニュアル(2002)
- (社)日本産業機械工業会:平成10年度エコスラグ利用普及に関する調査研究(その1.利用普及の実態調査)報告書(1999)
- (社)日本産業機械工業会:平成11年度エコスラグ利用普及に関する調査研究(その2.普及システムの検討調査)報告書(2000)
- (社)日本産業機械工業会:エコスラグ自治体通信(2002)
- (社)日本産業機械工業会:ごみ・下水汚泥等の再資源化(2002)
- (社)日本産業機械工業会:循環社会の輪をつなぐごみと下水の溶融スラグ(エコスラグ)有効利用の課題とデータ集(2002)
- (社)日本産業機械工業会:平成13年度汚泥や焼却灰の減容化・循環に関する研究 報告書(2002)
- 群馬県:溶融スラグ資源化指針・マニュアル(2001)
- 東京都:焼却灰溶融スラグの有効利用マニュアル
- 東京都:東京都溶融スラグ資源化指針(2001)
- 千葉県:千葉県溶融スラグ利用促進指針(1996)
- 千葉県:千葉県溶融スラグ有効利用研究会報告 - 骨材としての溶融スラグ - (1998)
- 埼玉県:埼玉県廃棄物広域溶融計画(1995)
- 埼玉県:溶融スラグ有効利用検討調査報告書(1997)
- 埼玉県:溶融スラグ有効利用等推進対策事業報告書(1999)
- 鳥取県:鳥取県溶融スラグ有効利用促進指針集(2001)
- 長崎県:一般廃棄物処理の現況 データブック(1996年度版)
- 長崎県:第4次長崎県産業廃棄物処理計画(平成8年度～平成17年度)(1996)

長崎県:長崎県ごみ処理広域化計画(1999)

長崎県:一般廃棄物処理の現況 データブック(1996年度版)

長崎県:一般廃棄物処理の現況 データブック(1997年度版)

長崎県:一般廃棄物処理の現況 データブック(1998年度版)

長崎県:一般廃棄物処理の現況 データブック(1999年度版)

長崎県:一般廃棄物処理の現況 データブック(2000年度版)

長崎県:長崎県廃棄物処理計画(2002)

3 長崎県溶融スラグ有効利用マニュアル作成委員会名簿

	氏名	所属団体・職名等	備考
委員長	棚橋 由彦	長崎大学工学部 社会開発工学科教授	大学
委員	阿部 清一	(株)クボタ リサイクルエンジニアリング技術第1部長	産業界
〃	西川 進	(株)三菱重工業 横浜製作所環境装置技術部 担当部長	産業界
〃	本田 哲郎	諫早市生活環境部 環境センター所長	行政機関
〃	長橋 忠裕	南高南部衛生福祉組合 副管理者	行政機関
〃	田中 勉	(財)長崎県建設技術研究センター 試験研究課課長	試験研究機関
〃	大脇 博樹	長崎県工業技術センター 海洋・環境科研究員	試験研究機関
〃	永石 雅基	長崎県窯業技術センター 材料開発科研究員	試験研究機関
〃	香月 幸一郎	長崎県衛生公害研究所 公害研究部大気科長	試験研究機関
〃	野田 健治	長崎県土木部技術情報室 技術情報班課長補佐	行政機関
〃	黒岩 義文	長崎県土木部技術情報室 技術基準班課長補佐	行政機関
〃	山下 敬則	長崎県廃棄物・リサイクル対策課 一般廃棄物・リサイクル対策班課長補佐	行政機関

長崎県溶融スラグ有効利用マニュアル作成委員会事務局

事務局	山内 康生	長崎県廃棄物・リサイクル対策課 一般廃棄物・リサイクル対策班 技術吏員	行政機関
〃	伊豫屋 偉夫	長崎県衛生公害研究所 所長	試験研究機関
〃	白井 玄爾	長崎県衛生公害研究所 公害研究部長	試験研究機関
〃	竹野 大志	長崎県衛生公害研究所 大気科研究員	試験研究機関

長崎県溶融スラグ有効利用指針・解説

- 平成 15 年 12 月発行 -

発行 長崎県廃棄物・リサイクル対策課

〒850-8570 長崎市江戸町 2 番 13 号

TEL:095-821-4499

FAX:095-824-4781

編集 長崎県衛生公害研究所

〒852-8061 長崎県長崎市滑石 1 丁目 9 番 5 号

TEL:095-856-8613

FAX:095-857-3421

<http://www.pref.nagasaki.jp/eiken/>

Nagasaki Institute of Public Health and Environmental Sciences

1-9-5 Nameshi, Nagasaki, Nagasaki Prefecture 852-8061, JAPAN

再生紙を使用しています

