１．目的

ごみ焼却施設から排出されるダイオキシン類の削減、最終処分場の延命等のため、県内各地で溶融固化施設が新規稼動又は整備が進められている。これらの施設から排出される溶融スラグの有効利用を図ることも循環型社会の構築を推進する上で有効である。

本ガイドライン(案)は、県内で排出される溶融スラグを土木資材として利用するための適用範囲及び環境安全性・品質などの各種基準を統一的に策定し、その有効利用を促進することを目的とする。

【解説】

岐阜県においては、平成 11 年４月に県内初の一般廃棄物の溶融固化施設として「ささゆりクリーンパーク」が稼動し、その後現在（平成１６年３月）までに６施設が新規稼動している。さらに２施設が整備または計画中であり、現段階では県内で９施設が稼働中もしくは稼動予定となっている。このため、溶融スラグの排出量は増大する傾向にあり、現時点で約 20,000ｔ/年に達し２～３年後には 25,000ｔ/年を越すことが予想される。

溶融固化技術は、①ゴミの減容化、②重金属の溶出防止及び③ダイオキシン類の分解・削減に極めて有効な技術である。厚生省では、溶融スラグの有効利用の促進を図る目的で、「一般廃棄物の溶融固化物の再生利用の実施の促進について」（平成 10 年３月 26 日付け）を通知するとともに、「一般廃棄物の溶融固化物の再生利用に関する指針」（以下「一般廃棄物の再生指針」という）を策定している。

溶融スラグには重金属が含有する恐れがあるが、岐阜県では一部の分野で廃棄物リサイクル認定製品制度等の推進策を受け、安全性を評価した上で活用が図られており、今後は他分野への活用拡大を図る必要がある。

本ガイドライン(案)は、溶融スラグに対するさらなる環境安全性の確保を念頭に利用基準を定め、その上で県並びに県下各自治体において、土木資材としての溶融スラグの有効利用の促進を図るための技術指針として取り扱うものである。

（別表－１）溶融炉の分類

炉形式		中区分	分　　類	県内稼働（予定）施設
灰溶融炉		電気式	アーク式溶融炉	
			電気抵抗式溶融炉	
			プラズマ式溶融炉	ささゆりクリーンパーク（可茂衛生施設利用組合）
			誘導式溶融炉	
		燃料燃焼式	回転式表面溶融炉	
			反射式表面溶融炉	
			輻射式表面溶融炉	
			旋回流式溶融炉	
			ﾛｰﾀﾘｰｷﾙﾝ式溶融炉	
			ｺｰｸｽﾍﾞｯﾄﾞ式溶融炉	
			酸素ﾊﾞｰﾅｰ火炎式溶融炉	
ごみ直接溶融炉	ガス化溶融炉	一体方式	シャフト炉式溶融炉	瑞浪市クリーンセンター（瑞浪市） 各務原市北清掃センター（各務原市） 多治見市三の倉センター（多治見市） 西濃環境保全センター（西濃環境整備組合）
		分離方式	キルン式溶融炉	
			流動床式溶融炉	恵南クリーンセンター（恵南福祉保健衛生施設組合） クリーンプラザ中濃（中濃地域広域行政事務組合） 中津川・恵北清掃センター（中津川・恵北環境施設組合）
		炉方式未定		郡上クリーンセンター（郡上広域連合）

２．適用範囲

（１）本ガイドライン(案)は、溶融スラグを土木資材として有効利用するための技術的基準を示すものである。

（２）本ガイドライン(案)は、溶融スラグを舗装材料（アスファルト混合物、路盤材）、レディーミクストコンクリート資材、及びプレキャストコンクリート製品を製造するための細骨材として用いる場合について適用する。

（３）本ガイドライン(案)で適用する溶融スラグは、他施設で製造された溶融スラグが混合されていないものとする。

【解説】

本ガイドライン(案)における溶融スラグは、舗装材料（アスファルト混合物、路盤材)、レディーミクストコンクリート資材、及びプレキャストコンクリート製品を製造するための細骨材（以下「溶融スラグ細骨材」という）として用いる場合に適用するもので、各種品質基準を満足していなければならない。

また、本ガイドライン(案)で適用する溶融スラグは、品質の確保のため、他の溶融固化施設で製造された溶融スラグが混合されていない単一の溶融固化施設で製造されたものとする。

溶融スラグ細骨材は、溶融固化施設において、破砕・磨砕等の整粒処理及び磁力選別等による金属除去の改質加工が行われているものを標準とする。

ただし、改質加工の有無にかかわらず、溶融スラグ細骨材と他の骨材（材料）を混合したものが用途ごとに規定した所定の粒度及び基準値等を満足し、かつ溶融スラグの化学的組成が所要の規格内であるものについては、これらの溶融スラグ細骨材の利用を妨げるものではない。

※ 本ガイドライン（案）で使用する用語の解説

用語名	解　　説
溶融スラグ	廃棄物や焼却灰等を概ね1200℃以上の高温下で溶融した後、冷却して生成されるガラス質の固化物
溶融スラグ細骨材	舗装材料（アスファルト混合物、路盤材)、レディーミクストコンクリート資材、及びプレキャストコンクリート製品を製造するために使用する溶融スラグ
溶融スラグ発生者	溶融固化施設管理者
溶融スラグ使用者	溶融スラグ細骨材を使用するアスファルト混合物等の製造者
知事登録機関	計量法第107条により規定された計量証明事業登録機関
トレーサビリティー	溶融スラグの発生から使用、製品の施工に至る履歴や適用、所在などを追跡出来るように明確にすること

３．溶融スラグの品質

３．１　安全性の確認

溶融スラグ細骨材は、事前に溶融固化施設管理者（発生者）により安全性の確認が行われたものとする。

安全性の確認は、知事登録機関において行われなければならない。

なお、溶融スラグ細骨材は、表－３．１、表－３．２の基準を満足するものでなければならない。

表－３．１　重金属等の溶出基準

項　　目	溶出基準	確認頻度	試験方法
カドミウム	0.01mg/L 以下	月一回	「土壌の汚染に係る環境基準について（平成３年８月２３日環境庁告示第４６号）」に定める方法
鉛	0.01mg/L 以下		
六価クロム	0.05mg/L 以下		
砒素	0.01mg/L 以下		
総水銀	0.0005mg/L 以下		
セレン	0.01mg/L 以下		
フッ素	0.8mg/L 以下		
ホウ素	1.0mg/L 以下		

表－３．２　重金属等の含有量基準

項　目	含有量基準	確認頻度	試験方法
カドミウム	150mg/kg 以下	半年に一回	土壌汚染対策法施行規則第５条第４項第２号の環境大臣が定める「土壌含有量調査に係る測定方法（平成１５年３月６日環境省告示第１９号）」に定める方法
鉛	150mg/kg 以下		
六価クロム	250mg/kg 以下		
砒素	150mg/kg 以下		
総水銀	15mg/kg 以下		
セレン	150mg/kg 以下		
フッ素	4000mg/kg 以下		
ホウ素	4000mg/kg 以下		

【解説】

重金属等の溶出基準については、「一般廃棄物の再生指針」において６項目が定められているが、平成 13 年改正の「土壌の汚染に係る環境基準について（平成 3 年 8 月 23 日環境庁告示第 46 号）」によりフッ素、ホウ素の２項目が新たに規制物質として追加された。このような状況を踏まえて、本ガイドライン（案）に規定する溶出基準項目を、従来の６項目に新たな２項目を加えた８項目とする。

重金属等の含有量基準については、「一般廃棄物の再生指針」、「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）TR A 0016（平成 14 年 7 月 20 日公表）」（以下「TR A 0016」という）及び「一般廃棄物、下水汚泥等の溶融固化物を用いた道路用骨材（道路用溶融スラグ骨材）TR A 0017（平成 14 年 7 月 20 日公表）」（以下「TR A 0017」という）においても特に規定していない。しかし、廃棄物を利用する上で一般住民の生活環境への不安を少しでも無くすためには、より高い安全性の確保が重要であること、および繰り返し再利用するためのシステムが確立されていない現状においては、原材料中に含まれる重金属等の量を確認する必要があることなどから、「土壌汚染対策法施行規則（平成 14 年 12 月 26 日環境省令第 29 号）」別表第 3 に定められている土壌に含まれる特定有害物質（重金属等の 8 項目）を、含有量基準項目とする。

溶融固化施設管理者（発生者）が行う安全性の確認試験項目および基準値については、今後、土壌環境基準等の各種基準類の変更・追加があった場合、および環境安全性の確保に変更・追加が必要と認められる場合には、基準の見直しを検討するものとする。また、確認試験の頻度については溶出試験を一月に一回、含有量試験を半年に一回行う事を原則とし、今後長期的な安全性が確認できた段階で頻度の見直しを検討するものとする。

３．２　品質諸元の確認

溶融スラグ使用者は、溶融スラグ細骨材の品質諸元が明らかになっていることを確認しなければならない。

溶融スラグ細骨材の品質諸元は、下表の項目により確認を行うものとする。

表－３．３　溶融スラグ細骨材の品質諸元確認事項

番　号	確認事項
①	製造者（発生者）
②	製造工場名
③	製造年月日
④	数量
⑤	安全性（溶出、含有量試験結果）
⑥	整粒処理（破砕・磨砕）の有無
⑦	磁力選別等による金属除去の有無

【解説】

溶融スラグ使用者は、土木資材として使用する溶融スラグ細骨材の品質諸元が明らかになっていることを確認しなければならない。

確認項目の内、安全性に関する各種試験結果については、溶融固化施設が行った直近のデータをもって確認する。なお、物理的・化学的性状に関する品質基準については、各用途ごとに定めたものを満足するものとする。

４．溶融スラグ細骨材の取り扱い

４．１　取り扱い

溶融スラグ細骨材には、針状のものが含まれている可能性がある。そのため、運搬や他の骨材との混合時には、防塵めがね、防塵マスク、手袋等を着用し、溶融スラグ細骨材の取り扱いには注意する必要がある。

【解説】

溶融スラグの生成時には、針状に固化するものが含まれている。それらの針状のスラグは、破砕・磨砕等の整粒処理により粉砕・除去されるが、一部骨材に混入している場合がある。そのため、運搬や他の骨材（材料）と混合する時、品質管理試験を行う時等には、防塵めがね、防塵マスク、手袋等を着用し、溶融スラグ細骨材の取り扱いには注意することが必要である。

４．２　運搬

溶融スラグ細骨材には微粉末が含まれているため、運搬時には飛散防止のため、シートなどにより保護しなければならない。

【解説】

溶融スラグの生成過程において微粉末状のものも生成され、運搬を行う時には飛散する恐れがある。そのため、運搬時にはシート掛けを行うなどの飛散防止対策を講じる必要がある。

４．３　貯蔵

溶融スラグ細骨材は、発生先ごとにそれぞれ区切りをつけて別々に貯蔵しなければならない。また、上屋又はシートなどにより雨水にさらされないような対策を講じなければならない。

【解説】

溶融スラグ細骨材は、一般の骨材と同様に、発生先・種類ごとにそれぞれ区切りをつけて、混じり合わないように貯蔵しなければならない。また、雨水による溶融スラグからの浸透水が場外へ流出する事を極力さけるために、上屋又はシートによる雨水対策を講じる必要がある。

なお、ストックヤードにおいて散水等の除塩作業を行う場合には、排水設備を整備することが必要である。

５．舗装材料への適用

５．１　適用範囲

（１）本ガイドライン（案）は、溶融スラグをアスファルト混合物を製造するための細骨材として用いる場合について適用する。

（２）本ガイドライン（案）は、溶融スラグを路盤材の細骨材として用いる場合について適用する。

【解説】

（１）アスファルト混合物への適用

溶融スラグ細骨材をアスファルト混合物に用いる場合の適用路線は、当面の間設計交通量Ｌ、Ａ交通路線については表層混合物に、Ｂ交通以上の比較的交通量の多い路線については、基層またはアスファルト安定処理に利用することを原則とする。これは、重交通路線での適用事例およびそのデータの蓄積が少ないこと、またＢ交通以上の路線では、表層の打ち変えによる補修工事のサイクルが短く、溶融スラグ細骨材を用いたアスファルト混合物の繰り返し再生利用を少なくするためである。

今後、試験施工を重ねその適用性が確認できた段階で検討を行うものとする。

別表－５．１　設計交通量の区分

交通量区分	大型車交通量（台／日・方向）	備　　考
Ｌ交通	100 未満	中山間部の道路、生活道路
Ａ交通	100 以上　　250 未満	幹線道路
Ｂ交通	250 以上　　1,000 未満	主要な幹線道路
Ｃ交通	1,000 以上　　3,000 未満	重交通幹線道路
Ｄ交通	3,000 以上	超重交通幹線道路

（２）路盤材への適用

溶融スラグを路盤材に用いる場合は、アスファルト混合物のようにスラグ表面をバインダーでコーティングされた状態での利用方法ではないため、地下水位が高く水の影響を受けやすい箇所、工場の周辺、温泉地等の特殊な周辺環境下における施工箇所については、十分な配慮・検討を行う必要がある。また、そのような箇所での施工については継続的な追跡調査を実施することにより環境安全性の確認を行うことが必要である。

５．２　溶融スラグ細骨材の品質基準

溶融スラグ細骨材は、アスファルト混合物及び路盤材の品質に悪影響を及ぼす物質を有害量含んではならない。

また、溶融スラグ細骨材は下表の品質基準を満足するものでなければならない。

表－５．１　溶融スラグ細骨材の品質基準

項　目	基　　準	試験方法
金属鉄	1.0%以下	JIS A 5011-2
絶乾密度	2.45g/cm3 以上	JIS A 1109
吸水率	3.0%以下	JIS A 1109

溶融スラグ使用者は、事前に溶融スラグ発生者において試験を実施した結果、または使用者側において実施した試験結果を確認しなければならない。

なお、試験の頻度は半年に１回とする。

【解説】

（１）外観

溶融スラグ細骨材は、異物の混入がなく、針状固化物、鋭利な破片が少ないことが望ましい。また、十分な強度、耐久性を有していることが必要である。

（２）金属鉄

溶融スラグに含まれる金属鉄（Fe）は、「JIS A 5011-2 フェロニッケルスラグ骨材」に準拠し、1.0%以下とする。

溶融スラグの中に鉄などが含有している場合、単位容積質量が変化し、他の材料との容積配合率が不正確になることがある。

溶融過程で一般廃棄物に含まれる鉄分が混入する場合があるため、溶融固化施設において磁力選別等により金属除去されたものを使用することが望ましい。

（３）絶乾密度・吸水率

現在、県内で稼動中の溶融施設から排出される溶融スラグ細骨材を調査した結果、絶乾密度は 2.7～2.8g/cm3 の範囲であり、吸水率は１％前後であった。

なお、絶乾密度は、「JIS A 1109 細骨材の密度及び吸水率試験方法」に基づき試験を行うものとする。

（４）粒度

溶融スラグ細骨材の粒度については、溶融スラグ細骨材と他の骨材を混合することにより、アスファルト混合物または、路盤材等の各製品の規格に応じた所定の粒度範囲に適合することが原則であり、本ガイドライン（案）には、粒度範囲の基準値を設けていない。そこで、標準的な粒度範囲として「TR A 0017」の規格を別表－５．２に示す。しかし、この粒度範囲以外の溶融スラグ細骨材の利用を妨げるものではない。

アスファルト混合物及び路盤材は、「岐阜県建設工事共通仕様書」、「アスファルト舗装要綱ー(社)日本道路協会」等の関連する指針・基準類に準拠するものとする。

別表－５．２　標準の粒度範囲

ふるいの呼び寸法(mm)	4.9	2.36	0.075
粒度範囲	100	85～100	0～10

（５）引用規格

この規定の引用規格等を以下に示す。

なお、これらの引用規格等は、最新版（追補を含む）を適用するものである。

「アスファルト舗装要綱」（社）日本道路協会

「舗装試験法便覧」（社）日本道路協会

JIS A 1102　骨材のふるいわけ試験方法

JIS A 1109　細骨材の密度及び吸水率試験方法

JIS A 5001　道路用砕石

JIS A 5015　道路用鉄工スラグ

JIS A 5011-2　フェロニッケルスラグ骨材

JIS Z 8801-1　試験用ふるい－第１部：金属網ふるい

JIS Z 9015-0　係数値検査に対する抜き取り検査手順

５．３　アスファルト混合物への適用

溶融スラグ細骨材を用いたアスファルト混合物（表層・基層用及びアスファルト安定処理混合物）の配合設計は、所定の品質の材料を用い、安定性と耐久性に優れ、施工性の良い混合物としなければならない。

（１）溶融スラグ細骨材の混合率

溶融スラグ細骨材の混合率は、全質量比の１０％を限度とする。

（２）配合設計

配合設計は、原則としてマーシャル安定度試験を行い、各マーシャル特性値から最適アスファルト量を求めるものとする。

（３）耐久性

耐流動対策、耐磨耗対策及び耐はく離防止対策等が求められる場合には、所要の検討試験を行い適用性の評価を行うものとする。

【解説】

（１）溶融スラグ細骨材の混合率

溶融スラグ細骨材を混合したアスファルト混合物としての各種試験結果によると 20%の混合率では、標準混合物に比べ強度、耐久性において低下傾向となる。混合率 10%においては、若干の低下が見られるものの標準混合物とほぼ同程度の強度、耐久性を確保することができる。

現在、溶融スラグ細骨材を全質量比 10%混合したアスファルト混合物を表層に使用し試験施工を行った事例では、３年経過しているが、標準混合物と同等の供用性能を維持しており、その適用性を確認している。

また、今後溶融スラグ細骨材を混合したアスファルト混合物の再々生を考慮し、当面本ガイドライン(案)においては、アスファルト混合物への混合率を全質量比の 10%を限度とする。

（２）配合設計

アスファルト混合物に対する骨材配合率は、溶融スラグ細骨材の混合率 10%を限度とし、所定の粒度となるよう設定する。

最適アスファルト量については、マーシャル安定度試験により各種基準値を満足する範囲内より決定する。なお、マーシャル安定度試験方法は、「舗装試験法便覧―(社)日本道路協会」を参照する。

別表－５．３　マーシャル基準値

	粗粒度アスコン	密粒度アスコン	アスファルト安定処理
空隙率　(%)	3～7	3～6	3～12
飽和度　(%)	65～85	70～85	
安定度　(kN)	4.9 以上	4.9 以上	3.43 以上
フロー値(1/100cm)	20～40	20～40	10～40

※ アスファルト舗装要綱―（社）日本道路協会

（３）耐久性

①耐流動性

大型車交通量が多く耐流動対策を考慮しなければならない道路に使用する溶融スラグを用いた表層・基層用アスファルト混合物については、ホイールトラッキング試験により、動的安定度（ＤＳ）を測定し評価する必要がある。なお、対策については、「アスファルト舗装要綱」を参照し、検討を行うものとする。また、ホイールトラッキング試験方法は、「舗装試験法便覧」を参照する。

②耐磨耗性

積雪寒冷地域においては、タイヤチェーン等による路面の磨耗が著しいため耐磨耗性の高い混合物を使用する必要がある。

なお、耐磨耗性を評価するにはラベリング試験により、他の混合物との相対比較により検討を行うことが望ましい。また、ラベリング試験方法は、「舗装試験法便覧」を参照する。

③耐はく離性

アスファルト混合物におけるアスファルトと骨材のはく離は、一度発生すると修復が困難である。したがって、水の影響を受けやすい箇所に舗設するなど、はく離が予想される場合には、はく離防止対策を施す必要がある。

耐はく離性を評価するには、水浸マーシャル安定度試験により残留安定度を算出し評価する。また、対策については「アスファルト舗装要綱」を参照し、検討する。

５．４　路盤材への適用

溶融スラグ細骨材を材料の一部として用いた路盤材料は、所定の品質を満足するものでなければならない。

（１）溶融スラグ細骨材の混合率

溶融スラグ細骨材の混合率は、全質量比の１０％を限度とする。

（２）品質基準

溶融スラグ細骨材を混合した路盤材料の品質基準は、「プラント再生舗装技術指針－(社)日本道路協会」を準用する。

【解説】

（１）溶融スラグ細骨材の混合率

溶融スラグの粒度は、概ね５mm 以下の砂状となっている。「プラント再生舗装技術指針」によるＲＣ－４０の望ましい粒度範囲として示されている 4.75mm 通過質量百分率は 15～40、ＲＭ－４０は 30～65 であり、既存の粒度がその中央値であるとすると、溶融スラグ細骨材は 10～15%程度しか混合できないことになる。また、ガラス質の溶融スラグは、施工性において締固めにくいといった報告もあり、当面本ガイドライン(案)では、路盤材への混合率を全質量比 10%を限度とする。

（２）品質基準

溶融スラグ細骨材を用いた路盤材としての品質については、「プラント再生舗装技術指針」に示されている基準を満足しなければならない。

別表－５．４　再生路盤材の品質

工　　法	材　　料	修正ＣＢＲ(%)	PI	すりへり減量
上層路盤	再生粒度調整砕石	80 以上	4 以下	50%以下
下層路盤	再生ｸﾗｯｼｬﾗﾝ	20 以上	6 以下	〃

※プラント再生舗装技術指針－（社）日本道路協会

別表－５．５　再生路盤材の粒度範囲

ふるい目(mm)		53	37.5	19	4.75	2.36	0.425	0.075
粒度範囲	RC-40	100	95～100	50～80	15～40			
	RM-30	100	95～100	60～90	30～65	20～50	10～30	2～10

※プラント再生舗装技術指針－（社）日本道路協会

５．５　製造・出荷及び工事記録の保存

溶融スラグ細骨材を用いた舗装については、長期的な環境負荷に対する安全性および舗装の安定性・耐久性が検証されるまでの間、使用した溶融スラグ細骨材の品質諸元、配合設計、及び配合決定技術基礎資料等についての製造・出荷記録を品質記録として、また施工個所概要等については工事記録として保存しなければならない。

【解説】

溶融スラグ細骨材を舗装材料として用いることは、まだ実績が少なく長期的な環境安全性や耐久性等について十分な検証が行われていない。また、アスファルト混合物の場合においては、「再生資源の利用の促進に関する法律」の指定副産物にアスファルトコンクリート塊として指定され、繰り返し使用されることを前提として考える必要がある。

このため、溶融スラグ細骨材を用いた舗装については、その溶融スラグ細骨材の品質諸元、配合設計、配合設計を決定した技術基礎資料、計量実績、施工時期、施工場所等の製造・出荷・工事記録を保存し、繰り返し再生利用及び処分に際して利用できるよう備えておくことが重要である。

また、施工現場で発生したアスファルト混合物の残材は、中間処理業者へ持ち込むことを原則とし、その量、業者名等の処理方法についても記録を作成し、保存する。

製造・出荷・工事についての記録は、別表－５．６を参考にできる限り詳しく作成し、保存する。

別表－５．６　製造・出荷・工事記録様式例

溶融スラグ細骨材を用いた舗装工事の記録様式

発注者名							
工事名							
路線名							
工事場所							
施工会社							
施工年月日	年　月　日　～　年　月　日						
溶融スラグ細骨材を混合した材料							
舗装構成	設計交通量：　交通						
配合設計データ	アスファルト混合物						
	材料名						
	配合率						
	基準密度：　g/cm3	安定度：　kN	フロー値：　1/100cm	空隙率：　%			
	飽和度：　%	As量：　%					
	路盤材料						
	材料名						
	配合率						
	修正CBR：　%	最大乾燥密度：　g/cm3	最適含水比：　%				
	PI：						
現場見取り図							
特記事項及び所見							

※溶融スラグ細骨材の品質諸元を別紙に添付する。

※工事で残材が発生した場合には、特記事項欄にその量、処理先業者名等を明記する。

５．６　追跡調査

溶融スラグ細骨材を舗装材料（アスファルト混合物、路盤材）に用いた場合には、長期的な環境負荷に対する安全性及び耐久性を検証するため、追跡調査を実施しなければならない。

その実施頻度は、１年に１回とする。

【解説】

（１）アスファルト混合物（表層）に用いた場合

溶融スラグ細骨材を表層混合物に用いた場合には、交通車両の負荷を直接受け早期に耐久性の適否が確認できるため、発注者は、溶融スラグの発生先や施工条件の異なる数箇所の現場を設定し、定期的な目視による路面状況の確認と写真による観察記録を作成しなければならない。

万が一、調査の中で安全性や耐久性が疑われる場合には、別表－５．７を参考に調査を行い、その結果から大学等の研究機関の指導を受けるものとする。

実施頻度は、安全性や耐久性が検証されるまでの間、１年に１回行うこととする。

また、溶融スラグ細骨材を基層またはアスファルト安定処理の混合物に用いた場合には、次に示す「路盤材に用いた場合」の方法により実施するものとする。

別表－５．７　表層に溶融スラグ細骨材を用いた場合の追跡調査項目および調査数量の例

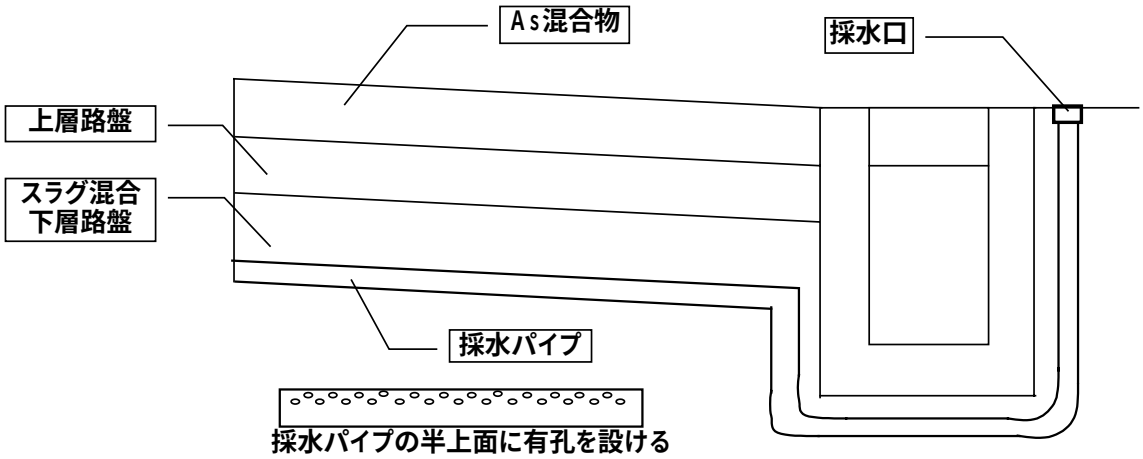
調査項目	調査数量
路面の平坦性測定	各車線全線
わだち掘れ量の測定	各工区３側線以上
クラック調査	全面
路面のすべり抵抗試験	各工区３点以上
路面の粗さ測定	各工区３点以上
混合物の溶出試験	溶融スラグ入り混合物について（８項目）

（２）路盤材に用いた場合

溶融スラグ細骨材を路盤材に用いた場合には確認が難しいため、発注者は、溶融スラグの発生先や施工条件の異なる数箇所の現場を設定し、路面や現場周辺の状況を定期的な目視観察と写真による観察記録として作成すると共に、適宜次のいずれかの調査方法により確認しなければならない。

① 現場周辺の土壌を採取し、重金属等の溶出試験を実施する。

② 路盤内に採水装置を設け、路盤に浸透した水を採水し重金属等の溶出試験を実施する。



別図－５．８　採水装置の設置事例の断面図

万が一、調査の中で安全性や耐久性が疑われる場合には、再試験を実施するものとする。具体的な試験内容については、大学等の研究機関の指導を受け決めることとする。

実施頻度は、安全性や耐久性が検証されるまでの間、１現場当たり１年に１回行うこととする。

６．レディーミクストコンクリート資材への適用

６．１　適用範囲

本ガイドライン(案)は、溶融スラグを、レディーミクストコンクリートを製造するための細骨材の代替材として用いる場合について適用する。

【解説】

溶融スラグ細骨材を使用するレディーミクストコンクリートは､｢岐阜県建設工事共通仕様書｣､「レディーミクストコンクリート JIS A 5308」等の関連する指針・基準類に適合しなければならない。

溶融スラグ細骨材をレディーミクストコンクリートに用いる場合は、JIS 規格外となるが、JIS A 5308 の品質管理規準に準拠することとする。適用するコンクリート構造物は、当面の間設計基準強度が 21N/mm^2 以下の無筋構造物、及びコンクリート舗装とする。なお、耐久性を向上させるため、水セメント比は、岐阜県建設工事共通仕様書に準拠し無筋コンクリートについての規定値 60%以下を適用する。

今後、新分野への利用拡大については、試験施工を重ねその適用性が確認できた段階で検討を行うものとする。

６．２　溶融スラグ細骨材の品質基準

溶融スラグ細骨材は、レディーミクストコンクリートの品質に悪影響を及ぼす物質を有害量含んではならない。

また、溶融スラグ細骨材は表－６．１、表－６．２の品質基準を満足するものでなければならない。

表－６．１　溶融スラグ細骨材の化学成分の規定値

項　目	試験方法	規定値	試験頻度
酸化カルシウム（CaO として）	JIS A 5011-2 附属書 1	45.0%以下	1 回／月
全硫黄（S として）		2.0%以下	
三酸化硫黄（SO_3 として）		0.5%以下	
金属鉄（Fe として）		1.0%以下	
塩化物（NaCl として）		0.04%以下	
金属アルミニウムによる膨張率	JSCE-F 522	2.0%以下	

表－６．２　溶融スラグ細骨材の物理的性質の規定値

項　目	試験方法	規定値	試験頻度
絶乾密度	JIS A 1109	2.5g/cm³以上	1 回／月
吸水率	JIS A 1109	3.0%以下	
安定性	JIS A 1122	10%以下	1 回／年
粒形判定実積率	JIS A 5005	53%以上	1 回／月
骨材の微粒分量試験方法で失われる量（[1]）	JIS A 1103	7.0%以下	
粗粒率	JIS A 1102	購入時に定めた粗粒率の±0.2 以内	
アルカリシリカ反応性	JIS A 1146 JIS A 1804	無害、または無害でないもの	1回／半年

注（[1]）コンクリートの表面がすりへり作用を受けるものは 5.0%以下とする。

溶融スラグ使用者は、事前に溶融スラグ発生者において試験を実施した結果、または使用者側において実施した試験結果を確認しなければならない。

なお、試験は表に示す頻度で行うこととする。

【解説】

（１）外観

使用する溶融スラグ細骨材は、異物の混入がなく、針状固化物及び扁平、鋭利な破片が少ないことが望ましい。また、十分な強度、耐久性を有していることが必要である。

（２）化学成分

溶融スラグ細骨材の化学成分のうち、コンクリートに有害な影響を与えるものとして、酸化カルシウム、全硫黄、三酸化硫黄、金属鉄、塩化物、金属アルミニウムが挙げられる。これらの有害な化学成分は、表－６．１に示す規定に適合しなければならない。

なお、溶融スラグ細骨材の化学分析試験は、「JIS A 5011-2 附属書 1 フェロニッケルスラグ骨材の化学成分分析方法」また、塩化物試験は JIS A 5308 附属書 1 により行うこととする。

金属アルミニウムは、「JSCE‐F 522 プレパックドコンクリートの注入モルタルのブリーディング率及び膨張率試験方法」により試験を行い、モルタル膨張率が２％以下であることを確認することとする。

（３）絶乾密度・吸水率

絶乾密度、及び吸水率は、「JIS A 1109 細骨材の密度及び吸水率試験方法」に基づき試験を行うものとする。

（４）安定性

溶融スラグ細骨材を利用したコンクリートの凍結に対する耐久性を判断するために、硫酸ナトリウムによる安定性試験を行った場合、浸漬、乾燥の操作を 5 回繰り返したときの損失量により合否を判定する。

（５）粒形判定実積率

溶融固化されたスラグがレディーミクストコンクリート用細骨材に適しているかを判断するために、溶融スラグの単位容積質量（JIS A 1104）と絶乾密度（JIS A 1109）の試験方法により、コンクリート砕砂（JIS A 5005）で定められた基準粒形により、レディーミクストコンクリート用細骨材に適しているかの合否を判定する。

（６）微粒分量

溶融スラグ細骨材に含有する微粉末は、通常の天然骨材からの微粒分量試験により失われる粘土、シルト等と異なり、1200℃以上の高温で溶融、固化されたガラス質であり、コンクリートの品質に悪影響を及ぼさず、むしろブリーディングの減少に効果があることが予想され、JIS A 5005 を参考にして微粒分量試験方法で失われる量を表－６．２のように定める。

（７）塩化物量

コンクリート中に一定量以上の塩化物量が存在すると、塩化物イオンの作用によって不働態被膜が破壊され、鉄筋は腐食し始める。コンクリートへの塩化物イオン導入の経路は二つあり、一つは海岸近くに立つ建築物に海からの海水飛沫や海塩粒子によって運ばれた塩化物イオンがコンクリート中に浸透する場合と、レディーミクストコンクリート練り混ぜ時に塩化物イオンが付着する骨材よりもたらされる場合がある。

JIS A 5308（レディーミクストコンクリート）では附属書１「レディーミクストコンクリート用骨材」に細骨材の塩化物に対する許容限度を原則として、0.04%以下と規定されている。

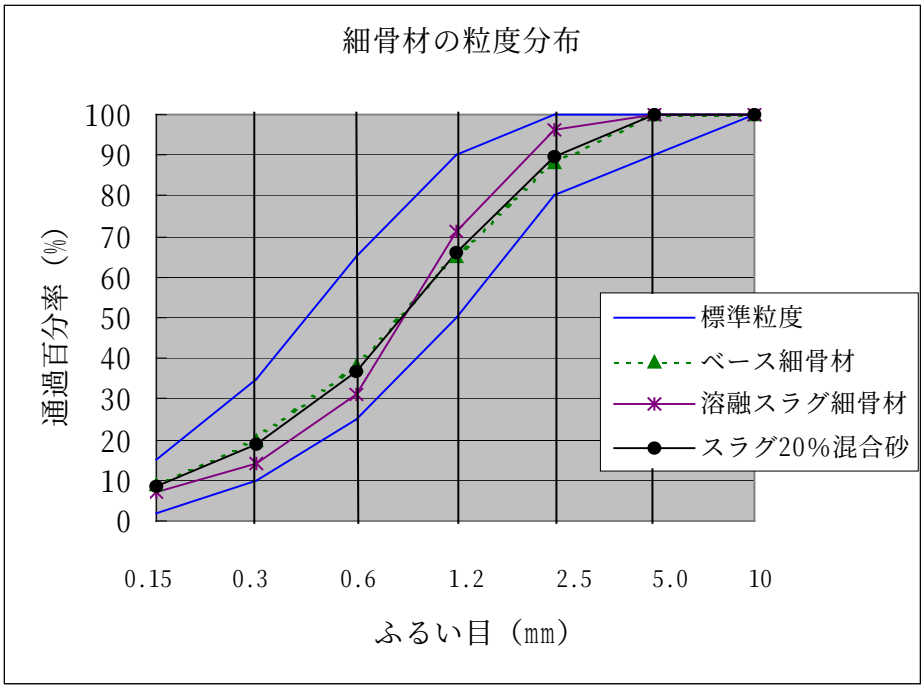
（８）粒度（粗粒率）

溶融スラグ細骨材の粒度については、溶融スラグ細骨材と他の骨材を混合することにより、レディーミクストコンクリート用骨材の使用基準に応じた所定の粒度分布を満足しなければならない。

溶融スラグと他の骨材を混合したものの粒度は、「JISA5005 コンクリート用砕砂及び砕石」に示す砕砂の粒度分布（別表－６．１）を適用し、試験を「JISA1102 骨材のふるい分け試験方法」により行う。

別表－６．１　溶融スラグ混合細骨材の標準粒度

骨材の種類	ふるいの呼び寸法（mm）					
	ふるいを通るものの質量百分率（%）					
	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
溶融スラグ混合細骨材	90～100	80～100	50～90	25～65	10～35	2～15



＜参考＞細骨材粒度分布例

別表－６．２　溶融スラグ細骨材の物理的性質試験結果＜参考＞

	物理的性質						
	絶乾密度 g/cm³	吸水率 %	粗粒率	安定性 %	実積率 %	微粒分量 %	アルカリシリカ反応性
基準値	2.5 以上	3.0 以下		10 以下	53 以上	7.0 以下	
試験結果	2.74～2.84	0.24～0.57	2.49～3.51	3.6	57.0～59.3	0.53～1.4	A

（９）引用規格

この規定の引用規格等を以下に示す。

なお、これらの引用規格等は、最新版（追補を含む）を適用するものである。

JIS A 5308　「レディーミクストコンクリート」

JIS A 5308　附属書 1（規定）レディーミクストコンクリート用骨材

JIS A 1102　骨材のふるい分け試験方法

JIS A 1103　骨材の微粒分量試験方法

JIS A 1104　骨材の単位容積質量及び実積率試験方法

JIS A 1109　細骨材の密度及び吸水率試験方法

JIS A 1122　硫酸ナトリウムによる骨材の安定性試験方法

JIS A 1146　骨材のアルカリシリカ反応性試験方法（モルタルバー法）

JIS A 1804　コンクリート生産工程管理用試験方法
－骨材のアルカリシリ反反応性試験方法（迅速法）

JIS A 5011-2 附属書 1(規定)フェロニッケルスラグ骨材の化学成分分析方法

JIS Z 8801-1　試験用ふるい－第１部：金属網ふるい

６．３　レディーミクストコンクリートへの適用

溶融スラグ細骨材を用いたレディーミクストコンクリートの配合設計は、所定の品質が確認された材料を用い、安定性、耐久性に優れ、かつ、施工性の良い製品とする配合の組み合わせでなければならない。

（４）溶融スラグ細骨材の混合率

溶融スラグ細骨材の混合率は、所定の性能を有するコンクリートが得られるよう、試験練りによって適切に定めなければならない。

なお、溶融スラグ細骨材混合率は、細骨材の質量比２０％を限度とする。

（５）配合設計

配合設計に用いる水セメント比は、試験練りによる水セメント比と圧縮強度の関係より求めることとする。

（６）耐久性

コンクリートの中性化、塩化物イオン、凍結融解作用、化学的侵食、アルカリ骨材反応等が求められる場合には、所要の検討試験を行い適用性の評価を行うものとする。

耐久性については、「コンクリート標準示方書[施工編]土木学会」を参考文献として引用する。

【解説】

（２）溶融スラグ細骨材の混合率

溶融スラグ細骨材を混合したレディーミクストコンクリートとしての各種試結果によると、30％の混合率では標準品に比べ強度において低下傾向となるが、混合率 20％においては、若干の低下が見られるものの標準品とほぼ同程度の強度を確保することができる。

現在、溶融スラグ細骨材を細骨材の質量比 20％混合したレディーミクストコンクリートを使用し、試験施工を行い、その適用性を確認している。

また､今後溶融スラグ細骨材を用いたコンクリートの再生路盤材への再利用を考慮し、当面本ガイドライン（案）においては、細骨材への混合率を質量比の 20％（コンクリート 1m^3 に対する質量比 7％程度）を限度とする。

（２）配合設計

レディーミクストコンクリートに対する細骨材配合率は、溶融スラグ細骨材の混合率 20％を限度とし、所定の粒度となるよう設定する。

所定の粒度が得られる混合率の溶融スラグを用いたコンクリートの試験練りにより単位水量、かさ容積又は s／a を求める。また、試験練りより求めた水セメント比と圧縮強度の関係式より配合強度に対する水セメント比を決定する。

（３）耐久性

①耐中性化

中性化速度係数は、中性化深さが曝露期間の平方根に比例するとした場合の比例定数である。

土木学会では、中性化深さを材齢（年）の平方根で割った値と、水結合材比との関係の直線回帰式を、複数のデータに基づき求めている。この実験では、材齢 14 日まで水中養生した円柱供試体を屋外に曝露し、所定材齢経過後に切断して、フェノールフタレインの吹き付けにより中性化部分を判定し、その結果から中性化深さを算出している。新たに実験等により中性化速度係数を導く場合には、上記方法を参考する。

②耐塩化物イオン

フレッシュコンクリートの塩化物イオンは、主に使用する骨材（溶融スラグを含む）に含まれる塩化物イオン試験により確認できるが、工程検査として定められた期間においても確認する。

③耐凍結融解作用

凍結融解作用条件が JIS A 1148（A 法）において設定している条件と同程度の範囲内であり標準のコンクリート材料を選定した場合には、一般の場合はコンクリートの水セメント比が 60%以下であること、および空気量が 4%～7%であることにより、相対動弾性係数の照査に代える。

なお、空気量の試験は JIS A 1116,　JIS A 1118,　JIS A 1128 により求めることとする。

④耐化学的侵食

耐化学的侵食の照査は、対象となる侵食作用とその程度を考慮した、コンクリート供試体による促進試験､曝露試験あるいはその他の適切な方法において、コンクリートの劣化が顕在化しないこと、若しくは、コンクリートの劣化が構造物の所要の性能に影響を及ぼさない程度であることを確認する。

また、コンクリートの耐化学的侵食性として、コンクリートの劣化が構造物の所要の性能に影響を及ぼさない程度であることを要求される場合は、劣化の環境に応じて、水セメント比を考慮することにより、耐化学的照査に代える。

⑤耐アルカリ骨材反応

供用期間中にアルカリ骨材反応が有害なレベルに達しないようにするため、JIS A 5308 レディーミクストコンクリート　附属書 6（規定）セメントの選定等によるアルカリ骨材反応の抑制対策方法のよる、アルカリ骨材反応抑制効果をもつ混合セメントによる対策又は、コンクリートのアルカリ総量の規制による抑制対策のいずれかを講じなければならない。なお、試験を行い A 又は B と判定する場合には、JIS A 1146（モルタルバー法）又は JIS A 1804（迅速法）により試験を行うものとする。

６．４　製造・出荷及び工事記録の保存

溶融スラグ細骨材を用いた硬化コンクリートについては、長期的な環境負荷に対する安全性および構造物の安定性・耐久性が検証されるまでの間、使用した溶融スラグ細骨材の品質諸元、配合設計、及び配合決定技術基礎資料等についての製造・出荷記録を品質記録として、また施工個所概要等については工事記録として保存しなければならない。

【解説】

溶融スラグ細骨材をレディーミクストコンクリート資材として用いることは、まだ実績が少なく長期的な環境安全性や耐久性等について十分な検証が行われていない。また、レディーミクストコンクリートの場合においては、「資源の有効な利用の促進に関する法律」の指定副産物にコンクリート塊として指定され、繰り返し使用されることを前提として考える必要がある。

このため、溶融スラグ細骨材を用いたレディーミクストコンクリートについては、その溶融スラグ細骨材の品質諸元、配合設計、配合設計を決定した技術基礎資料、計量実績、施工時期、施工場所等の製造・出荷・工事記録を保存し、繰り返し再生利用及び処分に際して利用できるよう備えておくことが重要である。

配合報告書の様式を別表－６．３に示す。

溶融スラグ細骨材を用いたレディーミクストコンクリートにより施工されたコンクリート構造物については、別表－６．４を参考に構造物ごとの記録をできる限り詳しく作成し、保存する。

また、施工現場の荷卸地点で生コンクリートが全量排出され、構造物に全量使用されたことを、あるいは残材が発生した場合の処理方法について確認し、その内容を工事記録に記載し保存する。

別表－６．３

レディーミクストコンクリート配合報告書　No.

殿　　平成　　年　月　日

製造会社・工場名

配合計画者名

工事名称	
所在地	
納入予定時期	
本配合の適用期間	
コンクリートの打込み箇所	

配合の設計条件

呼び方	レディーミクストコンクリートの種類による記号	呼び強度	スランプ 又はスランプフロー cm	粗骨材の最大寸法 mm	セメントの種類による記号

指定事項				
	セメントの種類	呼び方欄に記載	空気量	%
	骨材の種類	使用材料欄に記載	軽量コンクリートの単位容積質量	kg/m³
	粗骨材の最大寸法	呼び方欄に記載	コンクリートの温度	最高・最低　℃
	アルカリシリカ 反応抑制対策の方法		水セメント比の上限値	%
	骨材のアルカリシリカ反応性による区分	使用材料欄に記載	単位水量の上限値	kg/m³
	水の区分	使用材料欄に記載	単位セメント量の下限値又は上限値	kg/m³
	混和材料の種類及び使用量	使用材料欄に記載	流動化後のスランプ増大量	cm
	塩化物含有量	kg/m³以下		
	呼び強度を保証する材齢	日		

使用材料

セメント	生産者名		密度 g/cm³		Na_2Oeq %	
混和材	製品名		密度 g/cm³		Na_2Oeq %	

材骨	No.	種類	産地又は品名	アルカリシリカ反応性による区分		粒の大きさの範囲	粗粒率又は実績率	密度 g/cm³ 絶乾	密度 g/cm³ 表乾
細骨材	①								
	②								
	③								
粗骨材	①								
	②								
	③								

混和剤①	製品名		種類		Na_2Oeq %
混和剤②					
細骨材の塩化物量		%	水の区分		

配合表 kg/m³

セメント	混和材	水	細骨材①	細骨材②	細骨材③	粗骨材①	粗骨材②	粗骨材③	混和剤①	混和剤②

水セメント比	%	水結合材比	%	細骨材率	%

備考

別表－６．４　工事記録様式例

溶融スラグ細骨材を用いたコンクリート構造物の工事記録様式

発注者	
工事名	
路線名	
工事場所	
施工業者	
施工年月日	
構造物の名称	
レディーミクストコンクリートの規格	
使用数量	
残材が発生した場合の処理方法	
現場見取り図	
特記事項及び所見	

※　レディーミクストコンクリートの配合報告書を添付する。

６．５　追跡調査

溶融スラグ細骨材をコンクリート構造物に用いた場合には、施工後における環境負荷に対する安全性及び耐久性を監視するため、追跡調査を実施しなければならない。
その実施頻度は、１年に１回とする。

【解説】

製造者は、製品検査実施の際（150m^{3}に１回）または製造単位ごとに暴露試験用供試体(３本)を採取し、実環境下での長期的な暴露試験に供することとする。

溶融スラグ細骨材をコンクリート構造物に用いた場合には、構造体としての耐久性、安全性の確認が難しいため、発注者は、溶融スラグの発生先や施工条件の異なる数箇所の現場を設定し、定期的な目視外観検査によるひび割れ、表面劣化等の観察と写真による観察記録を作成しなければならない。

万が一、調査の中で安全性や耐久性が疑われる場合には、構造体から採取したコア供試体、または工場内で暴露している同時期に製作した供試体について、必要な試験を実施するものとする。具体的な試験内容については、大学等の研究機関の指導を受け、決めることとする。

追跡調査の実施頻度は、安全性や耐久性が検証されまでの間、１現場当たり１年に１回行うこととする。

７．プレキャストコンクリート製品への適用

７．１　適用範囲

本ガイドライン（案）は、溶融スラグを細骨材として使用するプレキャストコンクリート製品を製造する場合について適用する。

【解説】

プレキャストコンクリート製品（以下、「プレキャスト製品」という。）には、プレキャスト無筋コンクリート製品、プレキャスト鉄筋コンクリート製品およびプレキャストプレストレストコンクリート製品がある。しかし、プレキャストプレストレストコンクリート製品については、クリープ係数等の設計で必要となる物性値のデータが非常に少なく、現在までに、岐阜県内で、実際に使用された実績もないため、当面本ガイドライン（案）からは除外する。

なお、溶融スラグ細骨材を使用するプレキャスト製品は、下表に示すグループに区分することとし、プレキャスト製品に要求される性能を確認するための具体的な検査方法ならびに規定値等を、個別に「７．４　プレキャスト製品に要求される性能」で規定する。

別表－７．１　プレキャスト製品のグループ

	ｸﾞﾙｰﾌﾟ	製　品　種　類	備　考
構造物の重要度 ↓	A	インターロッキングブロック、舗装用平板、積みブロック、建築用ブロック、擬木、道路用境界ブロック、ベース付き歩車道境界ブロック　等	小型の無筋コンクリート製品であり、道路付属物、建築物周辺で用いる場合等
	B	道路用 RC 側溝、フリューム、PU 側溝　等	小型の鉄筋コンクリート製品
	C	可変側溝、大型積みブロック　等	中型の鉄筋コンクリート製品や、大型の無筋コンクリート製品
	D	ボックスカルバート、L 型擁壁、大型フリューム　等	大型の鉄筋コンクリート製品

７．２　溶融スラグの品質

７．２．１　溶融スラグ細骨材の化学成分

溶融スラグ使用者は、事前に溶融スラグ発生者において試験を実施、または使用者側において実施した化学成分の試験結果を確認しなければならない。

その試験頻度は半年に１回を原則とする。

規定値は別表－７．２の値を目標とすることを原則とするが、規定値を超えた結果であっても、溶融スラグ使用者がプレキャスト製品に要求される性能を、後述する手法により確認することで使用できるものとする。

【解説】

溶融スラグ細骨材を用いたプレキャスト製品においても強度、耐久性等に関し、所定の品質を確保することは当然である。そのために、溶融スラグ細骨材の化学成分の規定として別表－７．２を適用することは、コンクリート用スラグ骨材（JIS A 5011）における実績等からも有効な手段である。

溶融スラグ細骨材のプレキャスト製品への利用が、最終処分場の延命化策として有効であることは、これまでの県内での事例から明らかである。しかし、溶融スラグ細骨材の化学成分は､溶融炉の形式や一般廃棄物の質等により異なる傾向にある。このため、本ガイドライン（案）では、溶融スラグの有効利用の観点から、化学成分の規定値のみからではなく、プレキャスト製品となった後の性能を､「７．４　プレキャスト製品に要求される性能」に示す手法により確認することにより、規定値を満足しない溶融スラグ細骨材の使用を妨げないものとする。

別表－７．２　化学成分の規定値（参考値）

項目	規定値	適用 JIS	規定された根拠
酸化カルシウム（CaO として）	45.0%以下	JIS A 5011-2	鉱物安定性への懸念から
全硫黄（S として）	2.0%以下	JIS A 5011-2	・エトリンガイト生成による硬化体の異常膨張への懸念から ・鉄筋腐食への懸念から
三酸化硫黄（SO_3 として）	0.5%以下	JIS A 5011-2	
金属鉄（Fe として）	1.0%以下	JIS A 5011-2	発錆による美観上への配慮から
塩化物量（NaCl として）	0.04%以下	JIS A 5002	鉄筋腐食への懸念から

※プレキャスト製品を製造しない時期は上記試験を実施する必要はない。

７．２．２　膨張率

溶融スラグ使用者は、事前に溶融スラグ発生者において実施、あるいは溶融スラグ使用者において実施した膨張率試験の結果を確認しなければならない。

【解説】

「TR A 0016」附属書１で規定された試験を実施することにより、モルタルの膨張率が 2.0%以下であることを確認しなければならない。

７．２．３　溶融スラグ細骨材の物理的性質

溶融スラグ使用者は、別表－７．３に示す試験を実施するなどして、試験結果を確認しなければならない。

規定値は別表－７．３の値を目標とすることを原則とするが、規定値を超えた結果であっても、溶融スラグ使用者がプレキャスト製品に要求される性能を後述する手法により確認することで使用できるものとする。

【解説】

化学成分の規定と同様に溶融スラグ細骨材に求められる物理的性質は､別表－７．３を適用することで、強度や凍結融解抵抗性の面で不利となるポーラスな溶融スラグ細骨材や、単位水量を増大させるような粒形が悪く、扁平な溶融スラグ細骨材を除去することが可能である。しかし、溶融スラグの有効利用の観点から、プレキャスト製品となった後の性能を､「７．４　プレキャスト製品に要求される性能」に示す手法により確認することにより、規定値を満足しない溶融スラグ細骨材の使用を妨げないものとする。

別表－７．３　溶融スラグ細骨材の物理的性質（参考値）

試験項目	規定値	適用 JIS	試験頻度	規定された根拠
絶乾密度	2.5g/cm³ 以上	JIS A 1109	１回／月	過度にポーラスとなったものを取り除くため
吸水率	3.0%以下	JIS A 1109	１回／月	
安定性	10%以下	JIS A 1122	１回／半年	圧力に対する破壊抵抗性への懸念から（凍結融解）
粒形判定実積率	53%以上	JIS A 5005	１回／月	粒形が悪く、扁平なものによるフレッシュコンクリートのワーカビリティへの悪影響の懸念から
骨材の微粒分量試験方法で失われる量	7.0%以下	JIS A 1103	１回／月	セメント水和物との付着性状が損なわれるとの懸念から

※プレキャスト製品を製造しない時期は上記試験を実施する必要はない。

更に、粒度についても同様な考え方を採用している。溶融スラグ細骨材の粒度については、溶融スラグ細骨材と天然細骨材を混合することにより、所定の粒度範囲に適合させることを基本とし、本ガイドライン（案）では、粒度範囲の基準値を設けないこととした。標準的な粒度範囲として「TR A 0016」の規格を別表－７．４に示すが、この区分に入らない溶融スラグ細骨材の使用をないものとする。

また、アルカリシリカ反応性については、「TR A 0016」に準拠する。

別表－７．４　標準の粒度範囲（参考値）

ふるいの寸法 / 区分	ふるいを通るものの質量百分率（%）						
	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
5mm 細骨材	100	90～100	80～100	50～90	25～65	10～35	2～15
2.5mm 細骨材	100	95～100	85～100	60～95	30～70	10～45	5～20
1.2mm 細骨材		100	95～100	80～100	35～80	15～50	10～30
5～0.3mm 細骨材	100	95～100	45～100	10～70	0～40	0～15	0～10

７．３　コンクリート材料への適用

（１）溶融スラグ細骨材の使用率

溶融スラグ細骨材の使用率は、「７．４　プレキャスト製品に要求される性能」を満足するコンクリートが得られるよう、試験などによって適切に定めなければならない。

（２）水セメント比

溶融スラグ細骨材を使用したプレキャスト製品の水セメント比は、原則として５５％以下とする。

【解説】

（１）溶融スラグ細骨材使用率

岐阜県におけるこれまでの実績等からは、コンクリートの耐久性を確保する上で、様々な品質の溶融スラグ細骨材における使用率の上限値等のデータが少ないため、溶融スラグ細骨材の適切な使用率を規定することが難しい。しかし、過去の文献によると、溶融スラグ細骨材を使用したコンクリートでは、溶融スラグ細骨材の使用率の増加に伴って、ブリーディングやエントラップトエアが増加したり、圧縮強度が低下するなどが指摘されている。このため、プレキャスト製品となった後の性能を、「７．４　プレキャスト製品に要求される性能」に示す手法により確認することにより、溶融スラグ細骨材の使用率を適切に定める必要がある。

（２）水セメント比

所定の圧縮強度や耐久性を確保する等の目的から、水セメント比は、原則として５５％以下とすることを規定する。

７．４　プレキャスト製品に要求される性能

溶融スラグ細骨材を使用したプレキャスト製品は、別表－７．５に示す区分に従い、品質検査項目を選択し、別表－７．６に示した検査方法により試験を実施し、規定値を満足することを確認しなければならない。

【解説】

溶融スラグ細骨材を使用したプレキャスト製品に要求される性能を実現するために、プレキャスト製品の種類を区分したグループと使用される溶融スラグ細骨材が「TR A 0016」で規定された品質を満足するか否かの区分により、個別に品質検査項目および基準値を規定する。

一般的な品質検査項目については、基本的に当該プレキャスト製品の JIS 基準や協会基準等に準じて確認すればよい。しかし、使用する溶融スラグ細骨材が「TR A 0016」で定められた品質を満足しない場合や、現時点では「TR A 0016」の適用範囲を外れるプレキャスト製品については、一般的な項目に加えて、促進条件における耐久性試験を配合決定時に実施し、その品質を確認するなどして、公共工事でプレキャスト製品の利用を図れることとした。また、その一方で実環境下における長期的な暴露試験等により、耐久性等の品質確認を継続して実施していくことを義務付ける。

別表－７．５　溶融スラグ細骨材を使用したプレキャスト製品の品質検査項目

	プレキャスト製品のグループ					
	A		B		C	D
溶融ｽﾗｸﾞ細骨材の品質 / 品質検査項目	TR A 0016 準拠	TR A 0016 準拠しない	TR A 0016 準拠	TR A 0016 準拠しない	－	－
重金属等の溶出量（溶融ｽﾗｸﾞ発生者において実施した試験結果の確認）	●	●	●	●	●	●
重金属等の含有量（溶融ｽﾗｸﾞ発生者において実施した試験結果の確認）	●	●	●	●	●	●
重金属等の溶出量（溶融ｽﾗｸﾞ使用ｺﾝｸﾘｰﾄ）	◎	◎	◎	◎	◎	◎
フレッシュコンクリート試験	◎	◎	◎	◎	◎	◎
コンクリートの圧縮強度試験	◎	◎	◎	◎	◎	◎
コンクリート製品の外観、寸法、外圧試験	◎	◎	◎	◎	◎	◎
促進耐久性試験	－	－	○	○	◎	◎
工場内暴露試験	－	○	◎	◎	◎	◎
現地追跡調査	－	－	－	○	○	◎

●：溶融スラグ発生者において実施した試験結果により確認する項目
◎：溶融スラグ使用者自らが試験実施により確認する項目
○：溶融スラグ使用者自らが試験実施により確認することが望ましい項目

別表－７．６　品質検査項目および規定値

検査項目	検査頻度	検査方法	規定値	備考
重金属等の溶出量 （分析試料：溶融ｽﾗｸﾞ）	１回／月	「３．１　安全性の確認」 参照		溶融ｽﾗｸﾞ発生者が実施した試験結果の確認を行う。
重金属等の含有量 （分析試料：溶融ｽﾗｸﾞ）	１回／半年			
重金属等の溶出量 （分析試料：溶融ｽﾗｸﾞ使用コンクリート） カドミウム 鉛 六価クロム 砒素 総水銀 セレン フッ素 ホウ素	１回／半年	環境庁告示 第 46 号	 0.01mg/L 以下 0.01mg/L 以下 0.05mg/L 以下 0.01mg/L 以下 0.0005mg/L 以下 0.01mg/L 以下 0.8mg/L 以下 1.0mg/L 以下	プレキャスト製品が廃棄された後に路盤材等へ再利用されること、及びセメントによる影響を考慮したものである。 ２㎜ 以下のコンクリート粒に対して溶融ｽﾗｸﾞ使用者が行う。
フレッシュコンクリート試験（スランプ、空気量、塩化物量など）	１回／日	JIS 基準等に準じる		塩化物量試験については１回／週
圧縮強度試験	１回／日	JIS A 1108 など	JIS 基準等に準じる	
製品の外圧試験	JIS 基準等に準じる			
製品の外観、寸法	JIS 基準等に準じる			
促進耐久性試験 促進中性化試験 凍結融解試験	配合決定時	 日本建築学会基準 JIS A 1148	 中性化深さ 25㎜ 以下 相対動弾性係数の最小限界値 60%	
工場内暴露試験 外観 鉄筋の健全性	 １回／年 必要時	 外観の目視 鉄筋の目視	 異常がないこと 腐食がないこと	供試体作製を義務付け（１回／月）
現地追跡調査 外観	 １回／年	 外観の目視	 異常がないこと	

※プレキャスト製品を製造しない時期は上記試験を実施する必要はない。

本ガイドライン（案）では、促進条件における耐久性試験の規定値を暫定的に定めたが、基本的には、溶融スラグ細骨材を使用しない設計基準強度の同じコンクリートとほぼ同等の耐久性が得られることを期待していることを付記する。

実環境下における耐久性を確認するために行うこととした工場内暴露試験で使用する供試体の寸法等については、プレキャスト製品実物または 10cm×10cm×40cm の角柱供試体程度とし、溶融スラグ使用者の独自の判断で決めてよい。ただし、その内部には、プレキャスト製品で使用されるものと同一の鉄筋を同一のかぶり条件で作製する必要がある。また、供試体のかぶりコンクリートを破壊して鉄筋の健全性を直接確認する時期については、供試体表面に錆が生じた場合や、その他の理由により必要性がある場合とする。

発注者は、溶融スラグ細骨材を用いたプレキャスト製品について、溶融スラグの発生先や施工条件の異なる数箇所の現場を設定し、目視による外観の確認と写真による現地追跡調査の記録を作成しなければならない。万が一、調査の中で鉄筋腐食が疑われる場合等には、工場内で暴露している同時期に製作した供試体について、鉄筋の健全性や、その他必要と思われる試験を実施するものとする。また、具体的な試験内容については、大学等の研究機関の指導を受け、決めることとする。なお、現地追跡調査は、安全性や耐久性が検証されるまでの間、１年に１回行うこととする。

７．５　製造

７．５．１　受け入れ

溶融スラグ細骨材の受け入れは、一般の細骨材と同様の管理を行うものとする。
また、フレッシュコンクリート中の塩化物量が規定値を超えると予測される場合には、入荷の都度、溶融スラグ細骨材の塩化物量の測定を行い、必要に応じて散水等の除塩作業を行わなければならない。

【解説】

ダンプトラック等によって受け入れる溶融スラグ細骨材については、一般の骨材の受け入れ以上に細心の目視チェックを行わなければならない。特に、異物の混入や粒度等について注意する必要がある。

また、フレッシュコンクリート中の塩化物イオン（Cl^-）量は、一般的に規定値とされる 0.30kg/m^3 以下としてよい。

７．５．２　計量及び練り混ぜ

溶融スラグ細骨材の計量精度は、一般の骨材と同様（±３％）とする。
また、溶融スラグを使用したコンクリートの練り混ぜについても、一般のコンクリートと同様に行う。

【解説】

溶融スラグ細骨材の計量及びそれを使用したコンクリートの練り混ぜは、一般のコンクリートと同様に行う。

７．５．３　コンクリートの打設

溶融スラグ細骨材を使用したコンクリートの打設は、溶融スラグ細骨材がプレキャスト製品に均一に分散するように、フレッシュコンクリートの品質、投入方法および締固め方法等を組み合わせて検討しなければならない。

【解説】

溶融スラグ細骨材を使用したコンクリートの打設は、一般のコンクリートと同様に行うことが、製造面からは望ましい。しかし、溶融スラグ細骨材は、表面がガラス質であり、一般的な天然骨材より密度がやや大きく、粒形や粒度分布も異なるため、フレッシュコンクリートの材料分離抵抗性が、一般的なコンクリートと異なる可能性がある。このため、それらの特性を考慮して、適切なフレッシュコンクリートの品質や打設方法を決定する必要がある。

過去の文献から、溶融スラグ細骨材の使用量の増加に伴って、コンクリート強度が低下することが報告されており、溶融スラグ細骨材の均一な分散は、プレキャスト製品の構造的性能を確保する上で重要なことである。また、溶融スラグ細骨材の分散性は、プレキャスト製品を切断した断面において、複数の任意ブロック（例えば 5cm×5cm の正方形）を設定し、ブロック間で溶融スラグ細骨材の数を比較する方法で確認してもよい。

７．５．４　養生

プレキャスト製品の蒸気養生を行う際には、前置き時間や、温度上昇勾配等の養生条件は一般のコンクリートと同様に対処する。

しかし、溶融スラグ細骨材を使用したことによって凝結の始発が遅れるような場合は、前置き時間を長くとるようにする。

【解説】

溶融スラグ細骨材を使用することによって、凝結特性やブリーディング特性等、フレッシュコンクリートの品質が変化する可能性がある。このため、可能であれば配合決定時に､フレッシュコンクリートの品質変化を確認しておくことが望ましい。

また、凝結が遅れているような場合には、前置き時間を増加する等の対策をとる必要がある。

７．５．５　表示

溶融スラグ細骨材を使用したプレキャスト製品、又はそのカタログや技術資料には、その旨の表示を行う。

【解説】

岐阜県廃棄物リサイクル認定製品については、県指定表示（エコ丸君）を使用するが、自治体独自による表示指定が存在する場合は、その表示も併用する。

それ以外については、JIS A 5361 6.d)のリサイクル材料の表示を使用する。

７．６　品質管理記録の保存

溶融スラグ細骨材を使用したプレキャスト製品の品質管理記録については、別表－７．５の区分に従い、下記の項目から該当する記録を保存しなければならない。

（１）安全性に関する品質管理結果

１）溶融スラグの重金属等溶出試験結果

２）溶融スラグの重金属等含有量試験結果

３）溶融スラグを使用したコンクリートの重金属等溶出試験結果

（２）溶融スラグ細骨材の品質管理結果

１）成分分析試験結果

２）膨張率試験結果

３）物理試験結果

（３）プレキャスト製品に関する一般的な品質管理試験結果

１）フレッシュコンクリート試験結果

２）圧縮強度試験結果

３）製品の外観、寸法、外圧試験結果

（４）配合決定時における耐久性試験結果

１）促進中性化試験結果

２）凍結融解試験結果

（５）暴露試験結果

１）工場内暴露試験結果

２）現地追跡調査結果

７．７　製品納入記録の保存

溶融スラグ細骨材を使用したプレキャスト製品については、長期的な環境負荷に対する安全性および耐久性等を検証するために、使用したプレキャスト製品名・数量・使用された溶融スラグの使用量・製品使用場所等について工事記録として保存しなければならない。

【解説】

溶融スラグ細骨材を使用したプレキャスト製品のトレーサビリティーを行うために、別表－７．７を参考にできる限り詳しく記録し、保存する。

別表－７．７　工事記録様式例

溶融スラグ使用プレキャスト製品の工事記録様式

番号	年度	発注機関	工事名	路線名等	施工場所	工期(自)	工期(至)	工事の施工者	電話番号	出荷年月日	使用方法	製品使用量	スラグ使用量	単位	溶融スラグ利用者	溶融スラグ発生者	廃材発生時の処理方法	備考
1	12	○○富山村整備事務所			本巣郡糸貫町○○			○○工務店			ボックスカルバート	10	1	t	○○コンクリート	○○組合		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

８．品質確認記録の保存

溶融スラグについての長期的な環境負荷に対する安全性が検証されるまでは、再生利用する溶融スラグに関する安全性の確認記録は、永久保存とする。

確認記録は、溶融スラグの発生者、使用者、使用製品の施工者、発注者の４者で保管することとする。

【解説】

溶融スラグには鉛等の重金属類が含有することから、その利用による生活環境への不安が解消されていない。また、溶融スラグの土木資材としての利用実績が浅く、長期的な環境安全性について十分な検証が行われていない。このため、溶融スラグ使用製品についてトレーサビリティーを行うためには、記録の保存は絶対必要であり、また、より高い安全性を確保していくため、安全性についての確認記録は当面の間永久保存とする。

安全性についての確認記録は、溶融スラグの発生者、溶融スラグの使用者、及び溶融スラグ使用製品の施工者が各々品質記録、製造記録、工事記録として作成し、製品の出荷時に使用した溶融スラグの確認記録を添付し、次の使用者に提出しなければならない。また、追跡調査の記録は、発注者が作成しなければならない。

作成された確認記録は、溶融スラグ使用製品についてのトレーサビリティーを容易に行うために、溶融スラグの発生者、使用者、使用製品の施工者、発注者の４者で保管する。