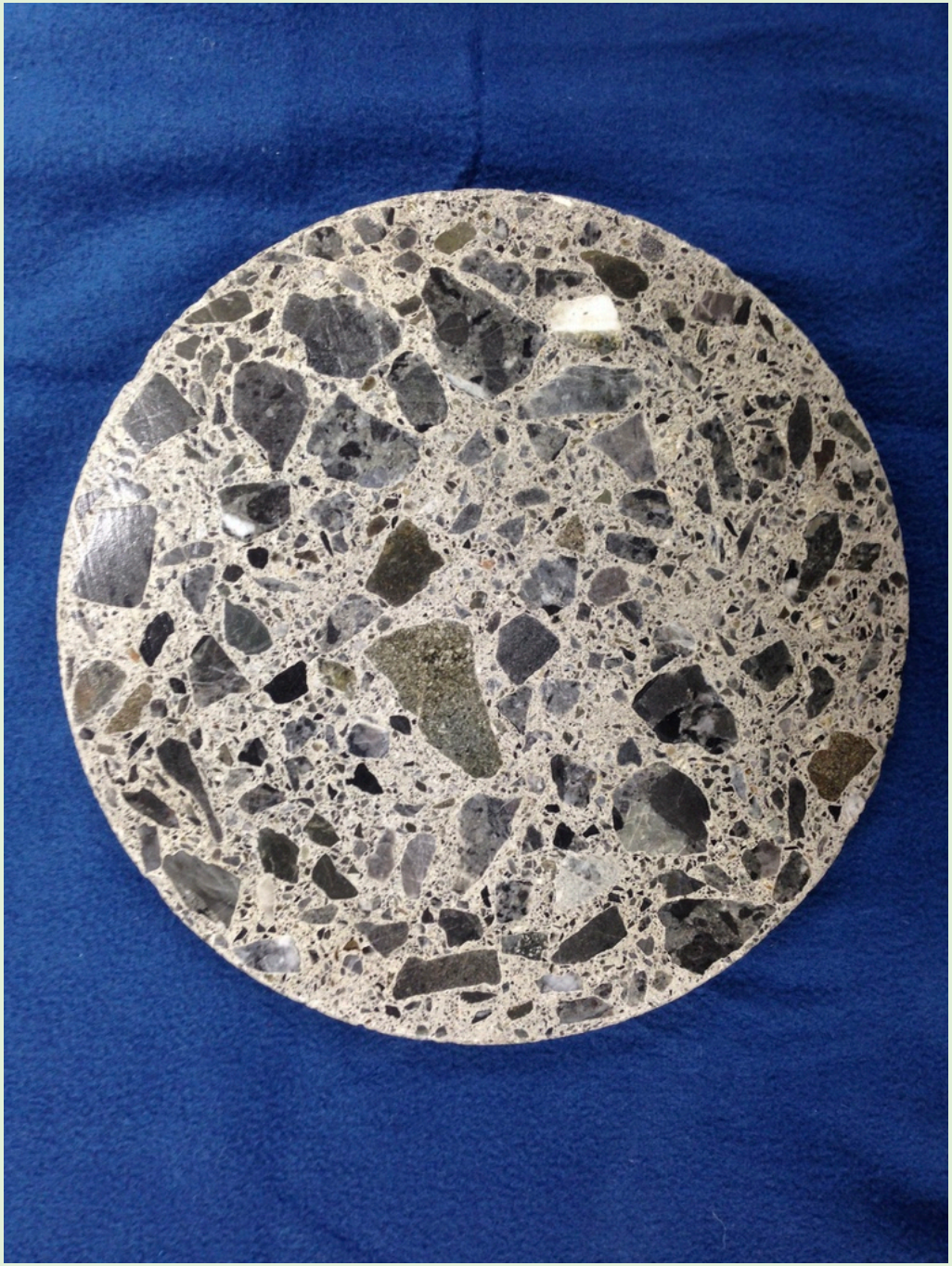
火山灰のコンクリート用材料としての有効利用

～現地ニーズの把握と火山灰の特性に応じた適用先の検討～

都市基盤環境学域　上野敦

火山灰（火山礫）の特性と
コンクリート用材料としての適用先



セメントコンクリート

＊体積で70%を超える岩石粒子「骨材」
＊約30%ほどのセメントペースト

↓

建築の壁（厚さ150mmほど）
まで作れる軟らかさ

↓

断面が大きい
舗装（平面的なもの）
ブロック状のもの

もっと硬いコンクリートでもいい

↓

骨材を増やしてセメントペーストを減らす

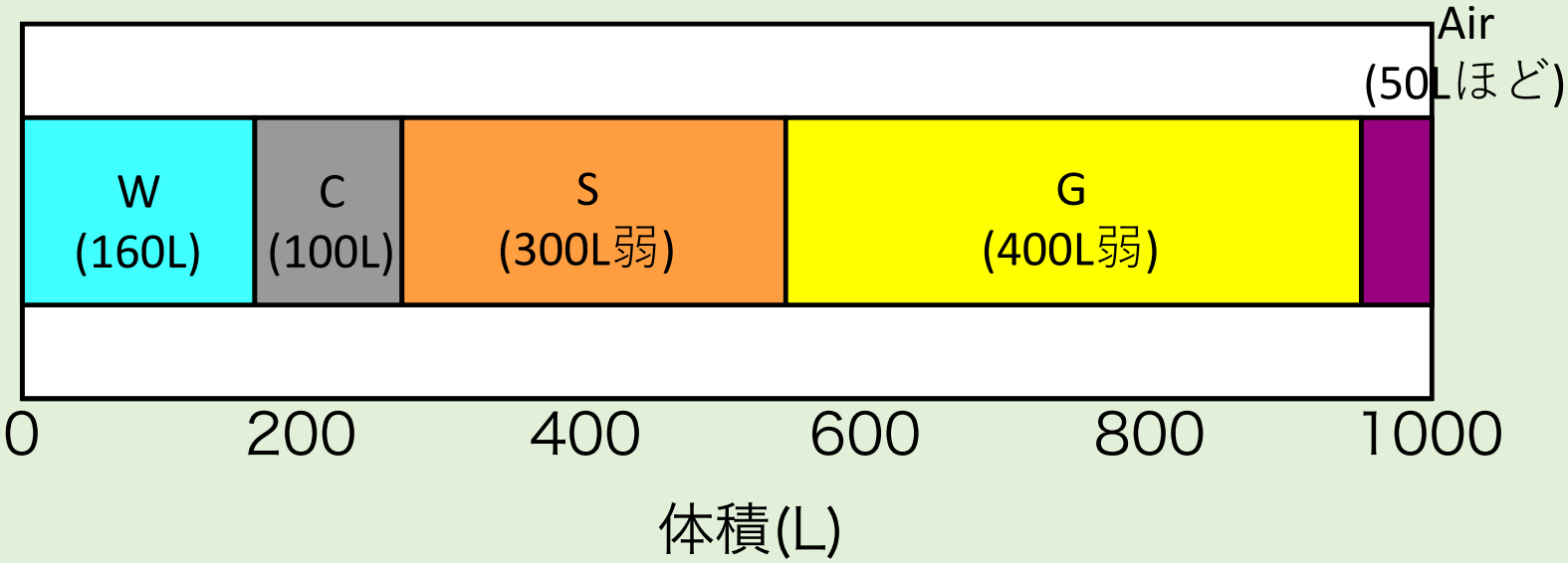
↓

作るものに応じて硬化前の軟らかさが決まる

セメントコンクリートの構成材料

・水（上水、地下水、河川水、工業用水、回収水・　・　・）
・セメント
　　（水硬性の粉体、0.1～50μmほど。平均粒径は5μm程度）
・細骨材（75μm～5mm未満の岩石粒子）
・粗骨材（5mm以上の岩石粒子）
・混和材料（鉱物質の微粉末、化学混和剤）

＊体積分率（多岐に渡る。セメントペーストを増やすと軟らかくなる）



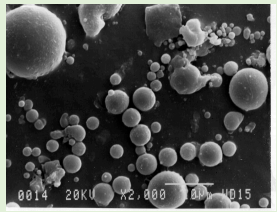
コンクリート用材料としての火山灰

＊成分：SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, etc. (MgOは多量ではNG)
＊形態：急冷ガラス（非晶質）

↓

天然の「ポゾラン」

2000年以上の歴史



↓

結晶性の鉱物の割合が高い場合は

化学活性は低い

↓

フィラーとして使用
(超硬練りConが有利)

ガラス含有率が高い場合は

フライアッシュに類似

↓

結合材として使用
（セメントの代わり）

火山灰の使い方_その1

＊結合材として用いると

①セメント量の低減

→運搬量の低減と、現地消費による廃棄物減量
→セメント由来の好ましくない化学成分も減少
→可溶性シリカ質の骨材も利用できる可能性

②コンクリートとしては。。。

→水和熱の低減（温度勾配によるひび割れの低減）
→pHの低減（生物フレンドリーなコンクリート）
→反応性が低いので、長期の養生が必要
→RCでは使用量が多すぎるとNG

コンクリート用材料としての火山礫

＊成分：SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, etc. (MgOは多量ではNG)
＊形態：急冷ガラス（非晶質）
→基本的には火山灰と同じ組成

↓

＊組織構造：急冷であれば「疎」（火山礫ならば急冷）
→「疎」であれば吸水量が多く、粒子強度は低い
→再生骨材、人工軽量骨材に類似の粒子特性
→「疎」のレベルにより、適用先が異なる
→粒子特性が「不利」にならないものに使用する。

↓

密で少量のセメントペーストでコンクリートを構成する。

コンクリート用材料としての火山礫

＊成分：SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, etc. (MgOは多量ではNG)
＊形態：急冷ガラス（非晶質）
→基本的には火山灰と同じ組成

↓

＊反応性：急冷のガラス質
→可溶性シリカの含有量により高pH環境下で
アルカリ金属との水和
→火山灰では良い方に作用するが骨材ではNG
→セメント量を減らすのが有効

↓

同じ結論に至る

密で少量のセメントペーストでコンクリートを構成する。

火山灰の使い方_その２

火山礫の使い方という面で

密で少量のセメントペーストでコンクリートを構成する。

同じ結論に至る

↓

骨材粒子の隙間（粒子間空隙）を埋める媒体体積が少ない

↓

粉体大の粒子体積を増やすと締固めしやすい

↓

セメント密度より小さい粉体で置換

フィラーとしての火山灰が有効
（この場合は、必ずしも反応しなくてもいい）

コンクリート用材料としての火山礫（その2）

壁

コンクリート用骨材の品質規格

通る？

NO

特性に応じて適用先を検討

＊超硬練りコンクリート
舗装
即時脱型PCa製品
生物繁殖場用

YES

通常の骨材と同じ

＊構造用のコンクリート
＊舗装
＊PCa製品など

火山灰、火山礫のコンクリート用材料としての適正
まとめ

＊火山灰

・反応性によって適用先のコンクリートが変わる→反応性の把握
・反応性が高い→結合材として使用
・反応性が低い→フィラーとして使用

＊火山礫

・物性、反応性により適用先のコンクリートが変わる→特性の把握
・「疎」のレベルが高い→密なセメントペーストでコンクリートを構成
・「反応性」が高い→セメント量（Na_2O, K_2O）を減らす。pHを下げる。

↓

少量の密なセメントペーストで、大量の骨材を結合する
「超硬練りコンクリート」が有利

＊全部「超硬練りコンクリート」

舗装（RCCP）

生物繁殖場or透水用POC

PCaコンクリート製品（即時脱型）

現地のコンクリートの現状とニーズの把握

島嶼地域のコンクリート

①構造用のコンクリート
・プラントの状況を調査（RMC、PCa）
→材料の種類と供給体制の調査
→出荷量

②セメントコンクリート舗装
・舗装はコンクリートかアスコンかを調査
→施工機械の保有状況調査（RCCP施工の可能性）
→超硬練りの施工ができるかどうかを判断

島嶼地域のコンクリート

③プレキャストコンクリート製品
- プラントがあるのか？
- あるならば、流し込みか即時脱型か？

④生物繁殖場としてのポーラスコンクリート
- 漁礁などの設置状況の調査（必要性の把握）
- 生息生物の調査
- 対象とする生物の繁殖状況の調査

まとめ_大きな流れ

＊供給体制の調査
(As,　Con(RMC, PCa)

＊現地のニーズの把握

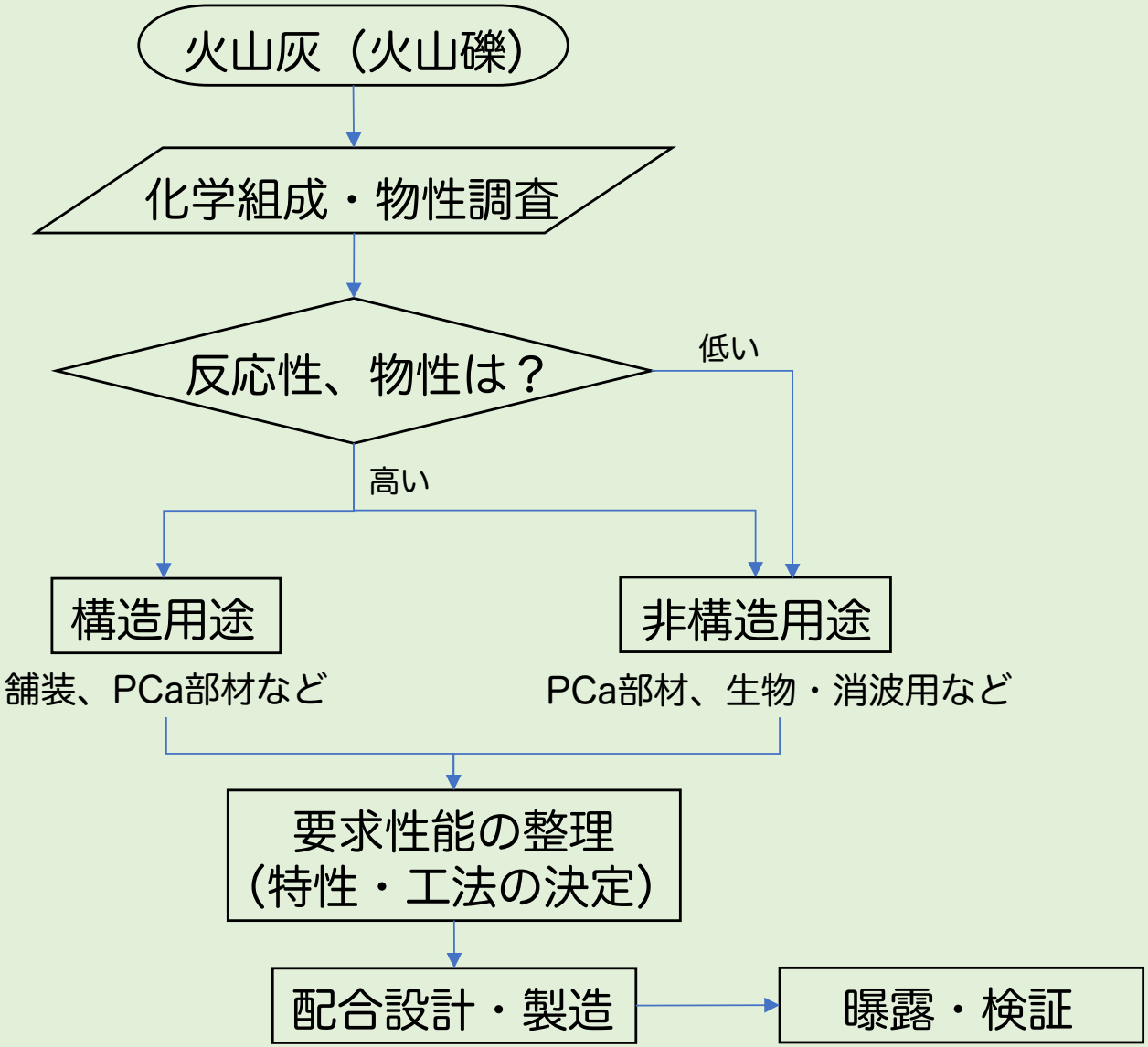
↓

＊技術的検討

↓

＊曝露・効果検証

まとめ_技術的流れ


火山灰（火山礫）
化学組成・物性調査
反応性、物性は？
低い
高い
構造用途
舗装、PCa部材など
非構造用途
PCa部材、生物・消波用など
要求性能の整理
（特性・工法の決定）
配合設計・製造
曝露・検証

おわり