

平成26年度 工学と国際開発 建設分野での廃棄物の利用

西田 孝弘
東京工業大学大学院理工学研究科
国際開発工学専攻 助教



Keywords: もったいない
建設材料
廃棄物
有効利用

主にコンクリート材料, 一部鋼材

Mottainai



建設材料

2

建設材料： 建築物や社会インフラを建てるために使用されるあらゆる材料



電化製品と社会インフラの違い

3

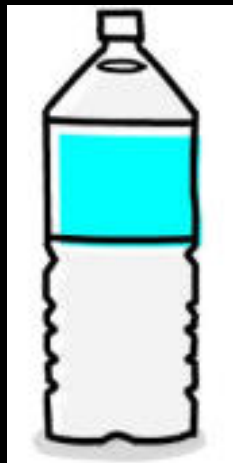
種類	電化製品	社会インフラ
外観		
材料	人工物	主に自然物(地産地消)
製造・使用環境	一般に管理された環境	外環境
外寸	小さい (cm から m オーダー)	非常に大きい (m から km オーダー)
使用期間	数年～十数年 (使用期間を比較的设置しやすい)	数十年以上 物によっては1万年の構造物も！ (使用期間を設定しにくい)

建設材料の特徴：使用者の安全性を確保
長期間厳しい環境で使用 → 力学的安定性
大量に必要 耐久性
経済性

建設材料クイズ！

以下のコンクリートと鉄の500mlあたりの価格は？

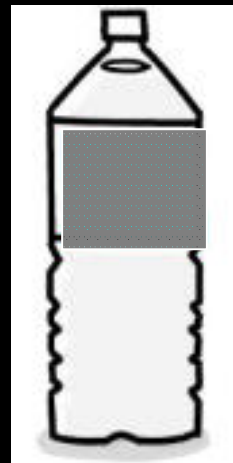
ペットボトル水



110円

(水道水: 0.1~0.2円)

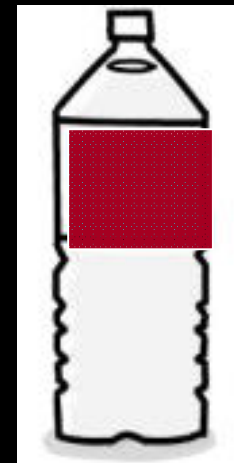
コンクリート
(生コンとして)



7.5円

(15,000円/m³)

鉄
(材料として)



120円

(30円/kg)

コンクリートとは？

5

コンクリート

■ : 人工物 ■ : 自然物 ■ : 副産物

セメント

細骨材

化学混和剤

水

粗骨材

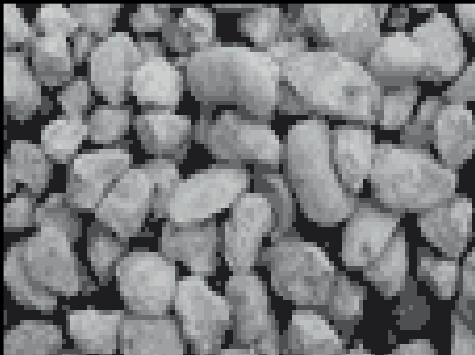
混和材

耐久性に及ぼす要因

- ✓ 使用材料
- ✓ 施工方法
- ✓ 曝露環境



廃棄物の再利用に関して

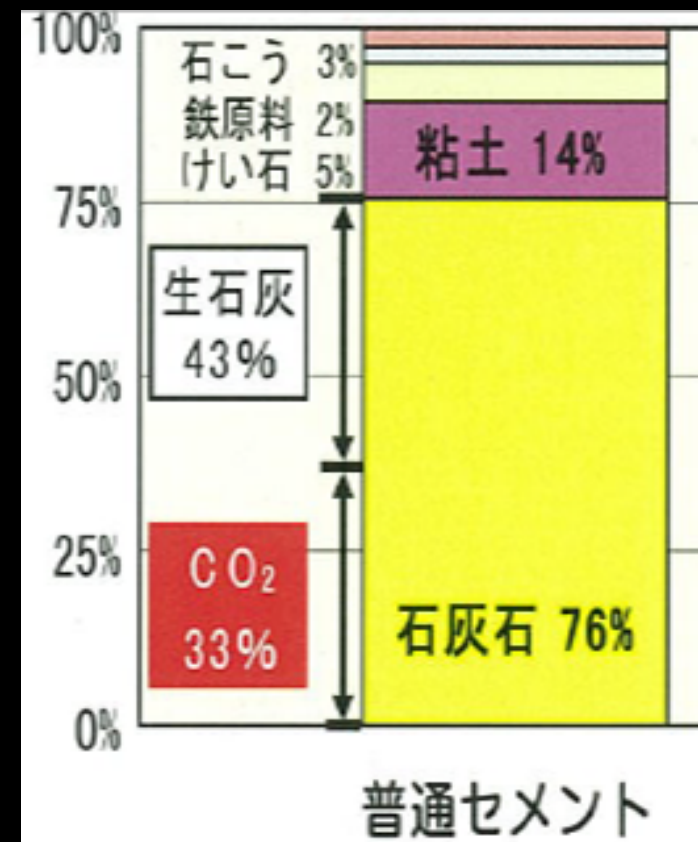
	1. 原料レベル	2. 部品レベル	3. 製品レベル
自動車			
建設材料	 セメント・鉄の 原材料など	 再生骨材・混和材 など	 橋梁など

・鋼材 スクラップ材としての利用

・セメント いろいろな廃棄物を利用
セメント1トンの製造当たり
486kgの廃棄物を利用

石炭灰
下水汚泥
建設発生土
肉骨粉
都市ごみ焼却灰(エコセメント)

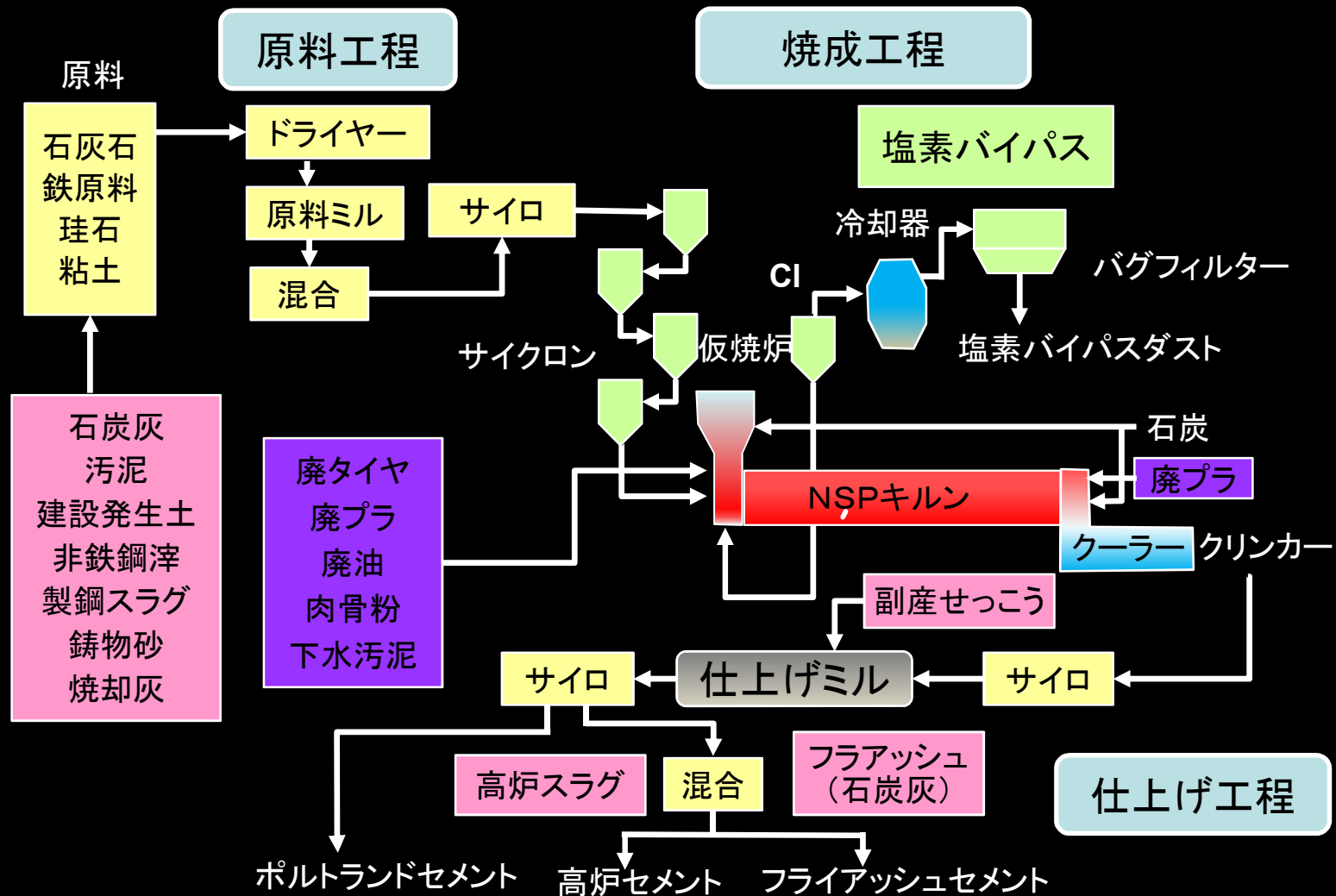
etc



セメントプラントにおける廃棄物の利用

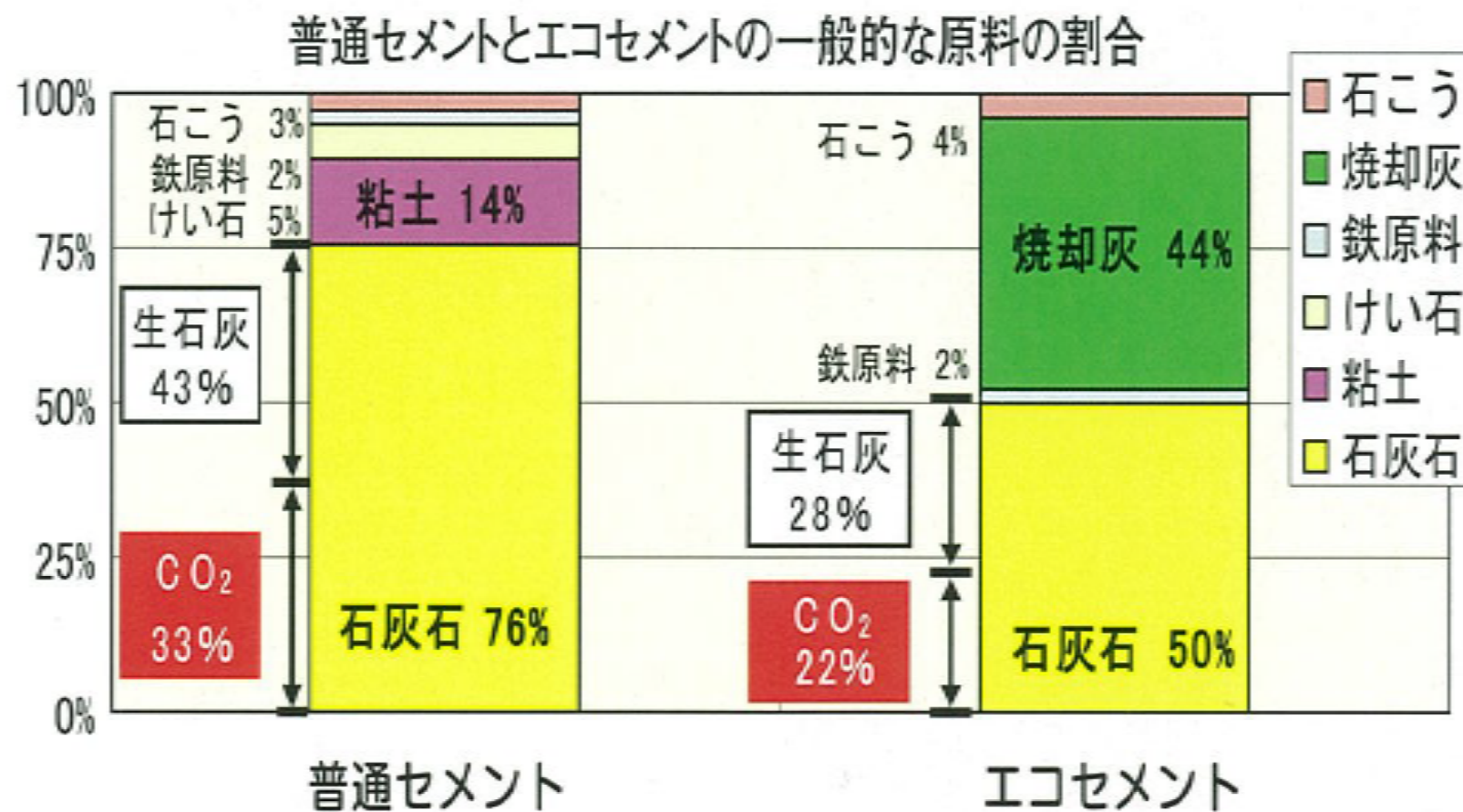
8

一般のセメント



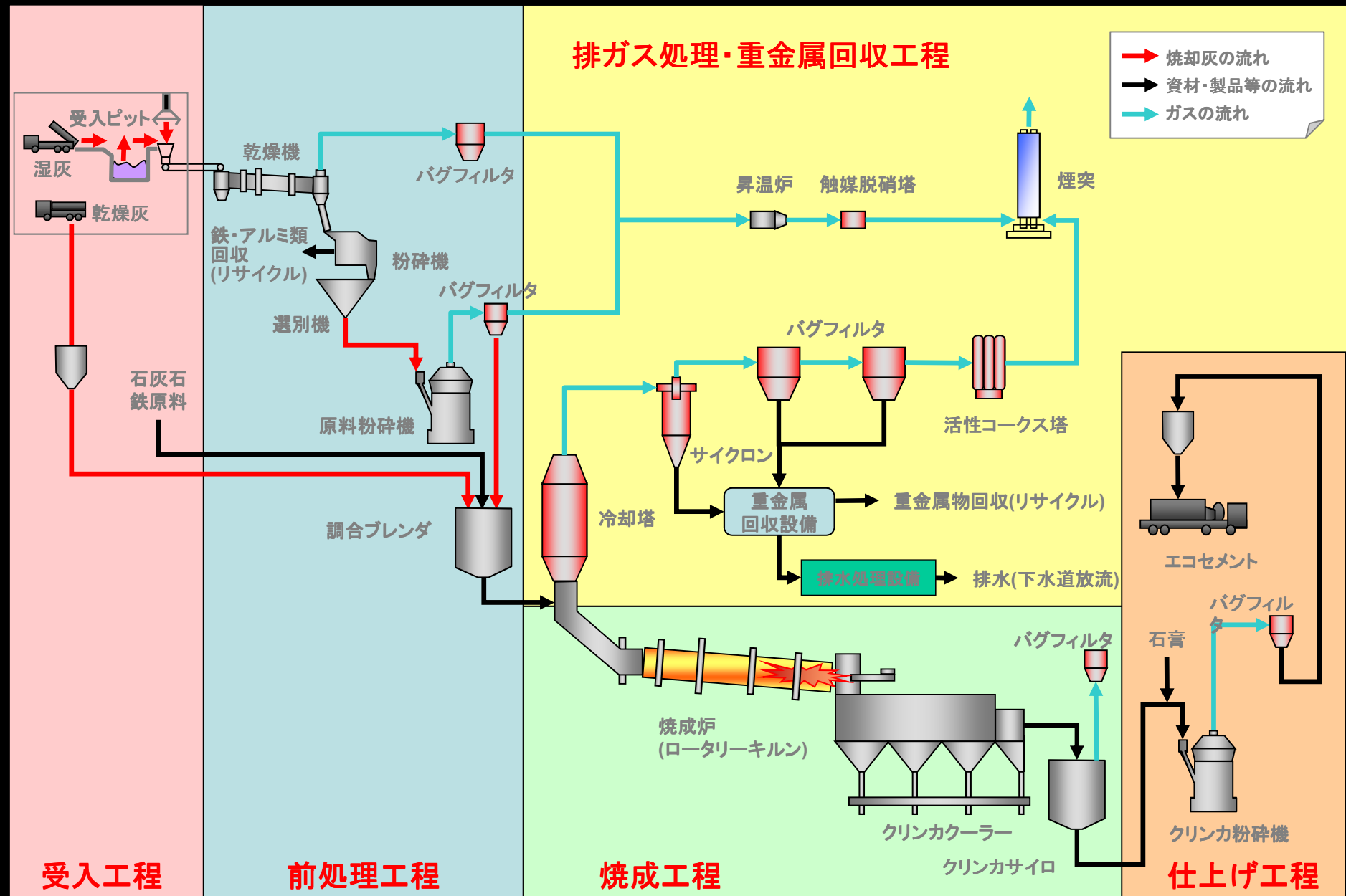
普通セメントとエコセメントの原料の割合

9



エコセメントの製造工程

10

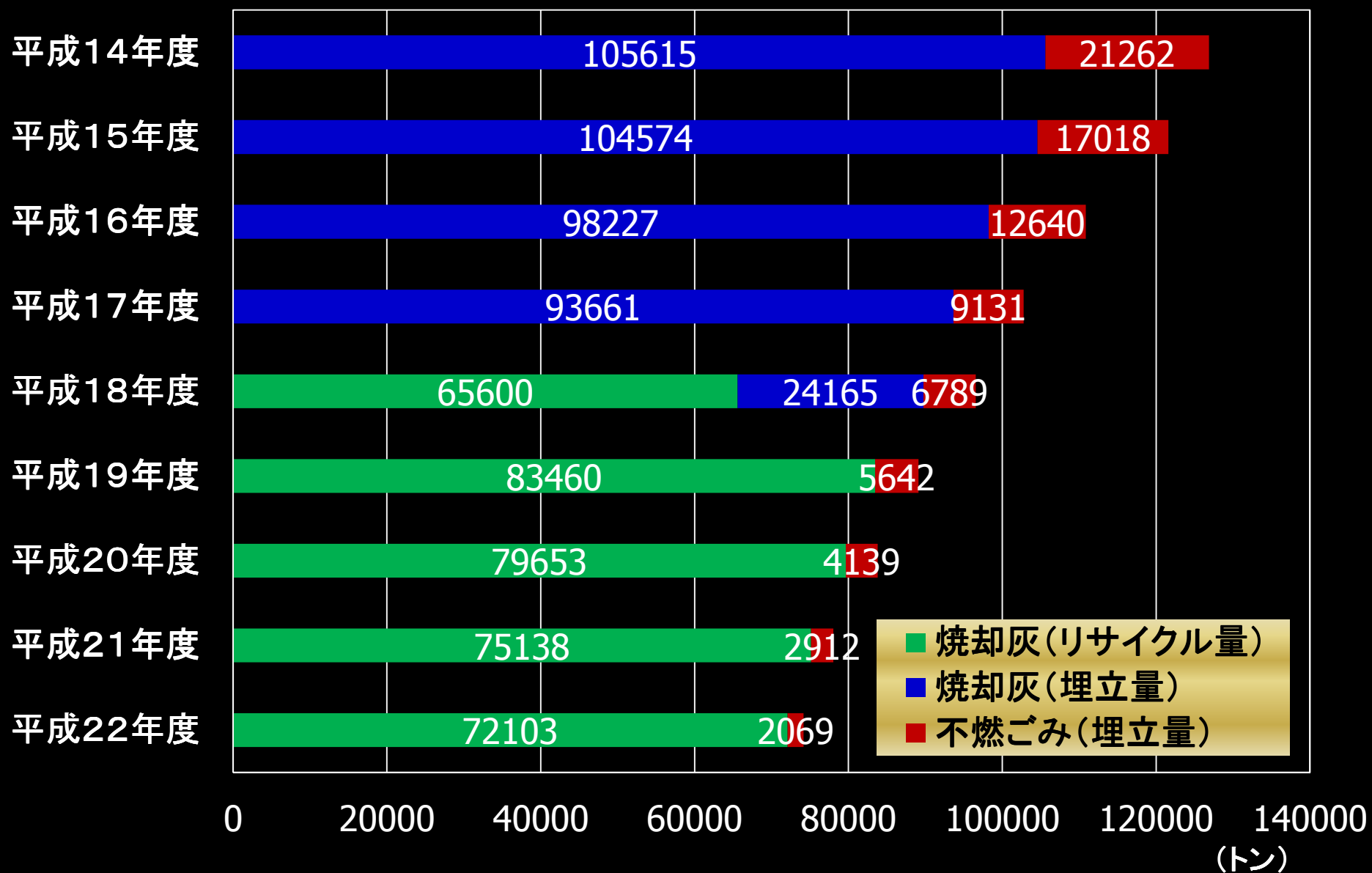




処分場の使用予定期間が16年から30年以上に延命

廃棄物搬入量とリサイクル量の推移

12



“部品”としての廃棄物利用

13

■ :人工物 ■ :自然物 ■ :副産物

コンクリート

セメント

水

スラッジ水
海水 など

細骨材

粗骨材

再生骨材
製鋼スラグ
銅スラグ など

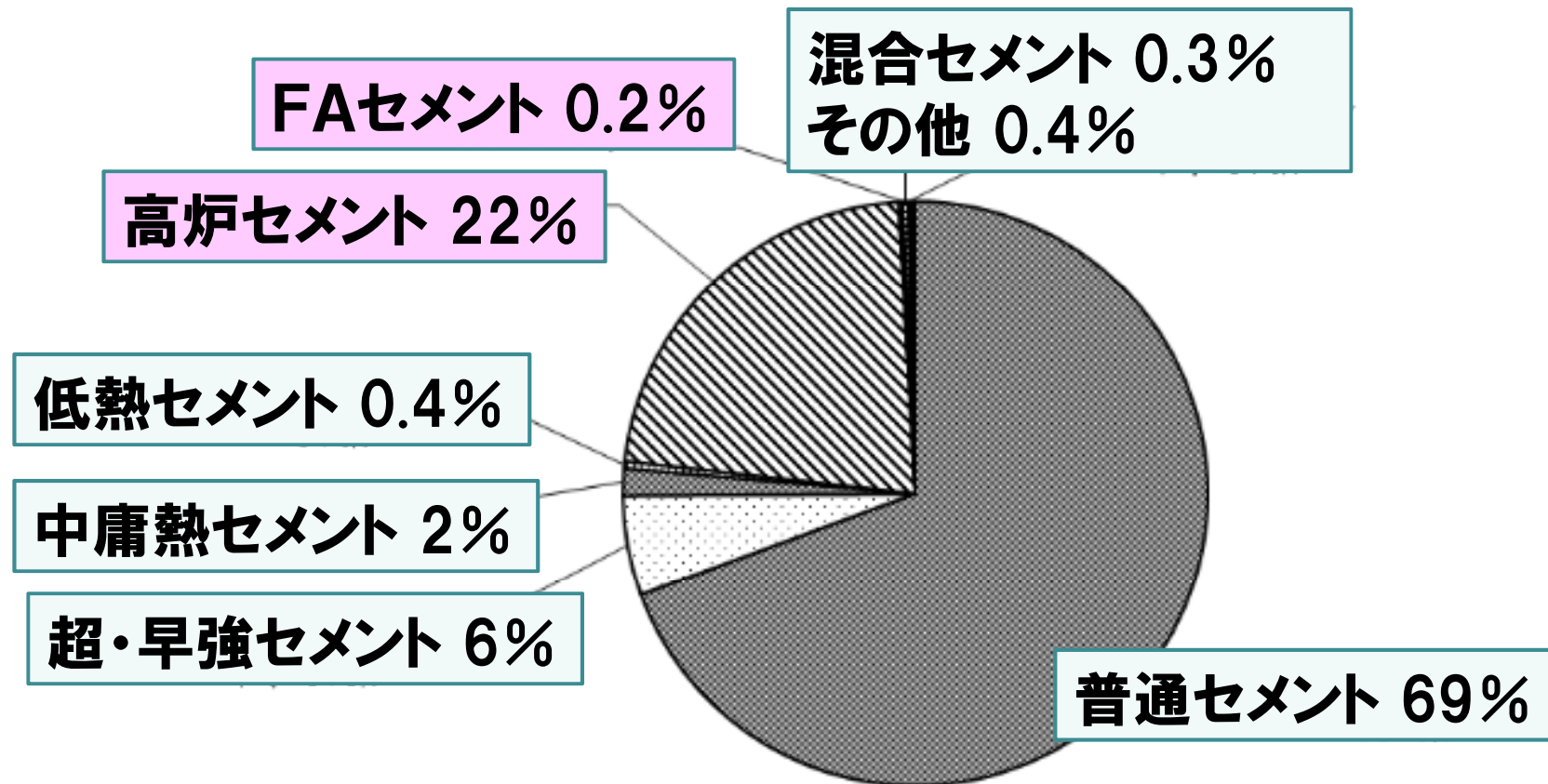
化学混和剤

混和材

フライアッシュ
高炉スラグ微粉末
など

セメント種類別国内販売量の構成比

14

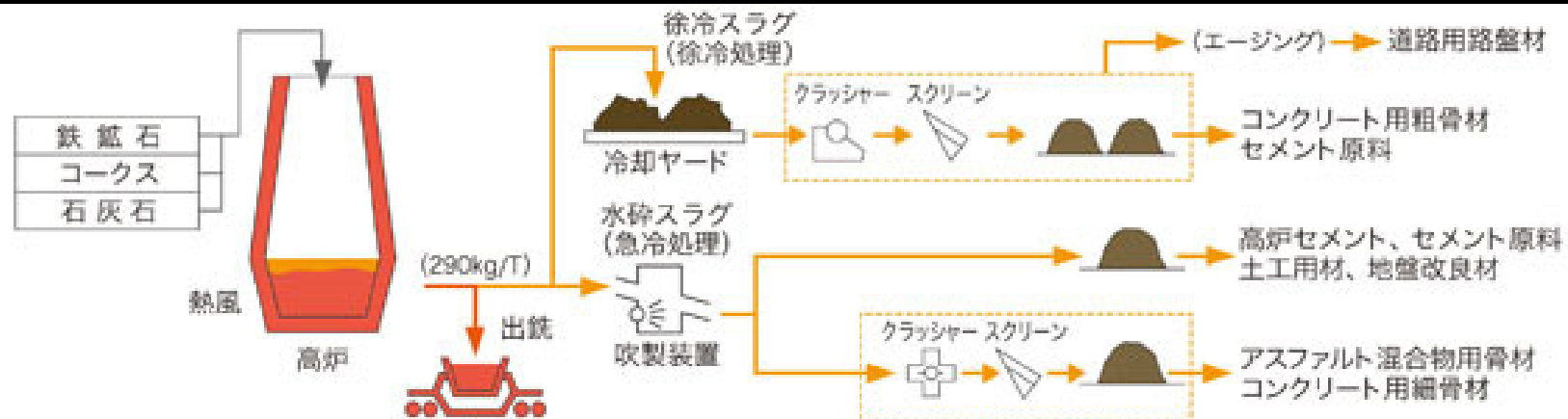


- コンクリートの性能向上
 - － 施工性の向上
 - － 水和に伴う発熱の低減
 - － 耐久性の向上
- 環境側面
 - － 産業副産物や資源の有効利用
 - － 地球環境負荷の低減

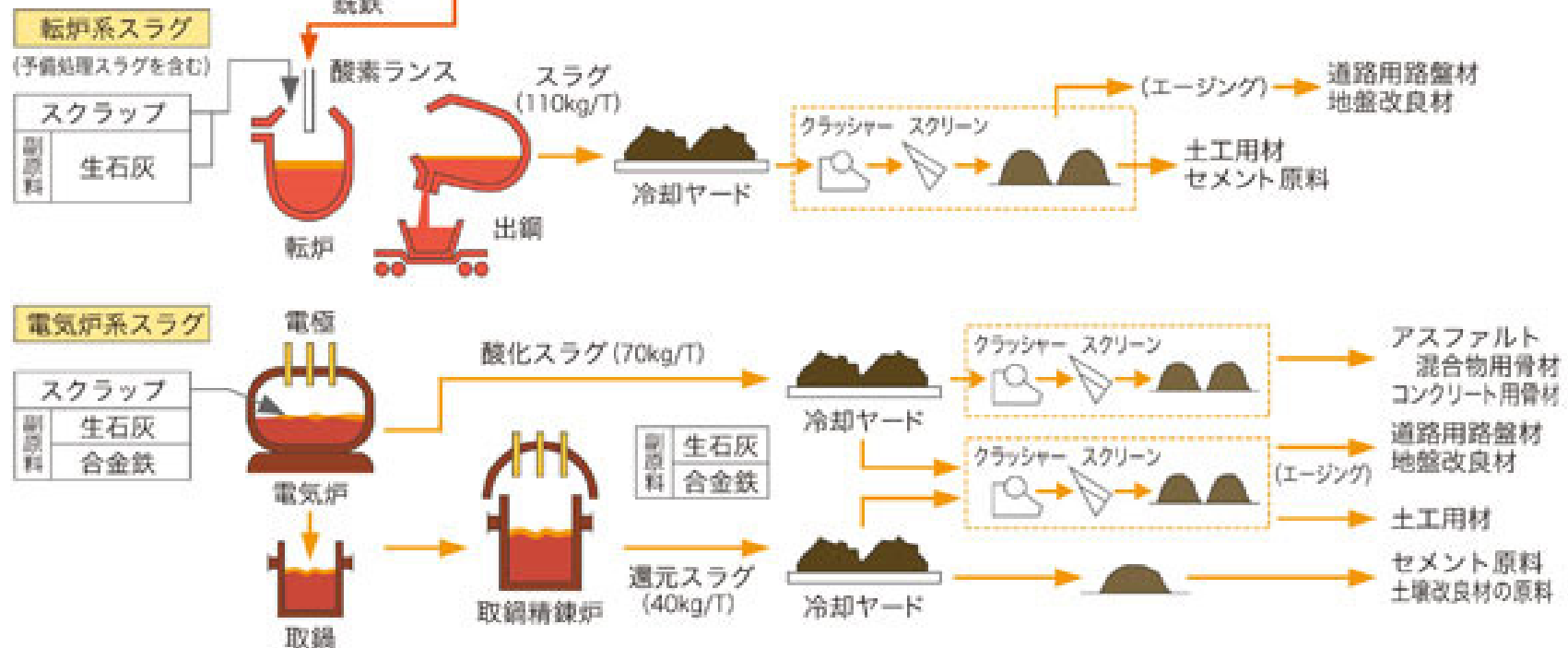
高炉スラグ・製鋼スラグの生成過程

16

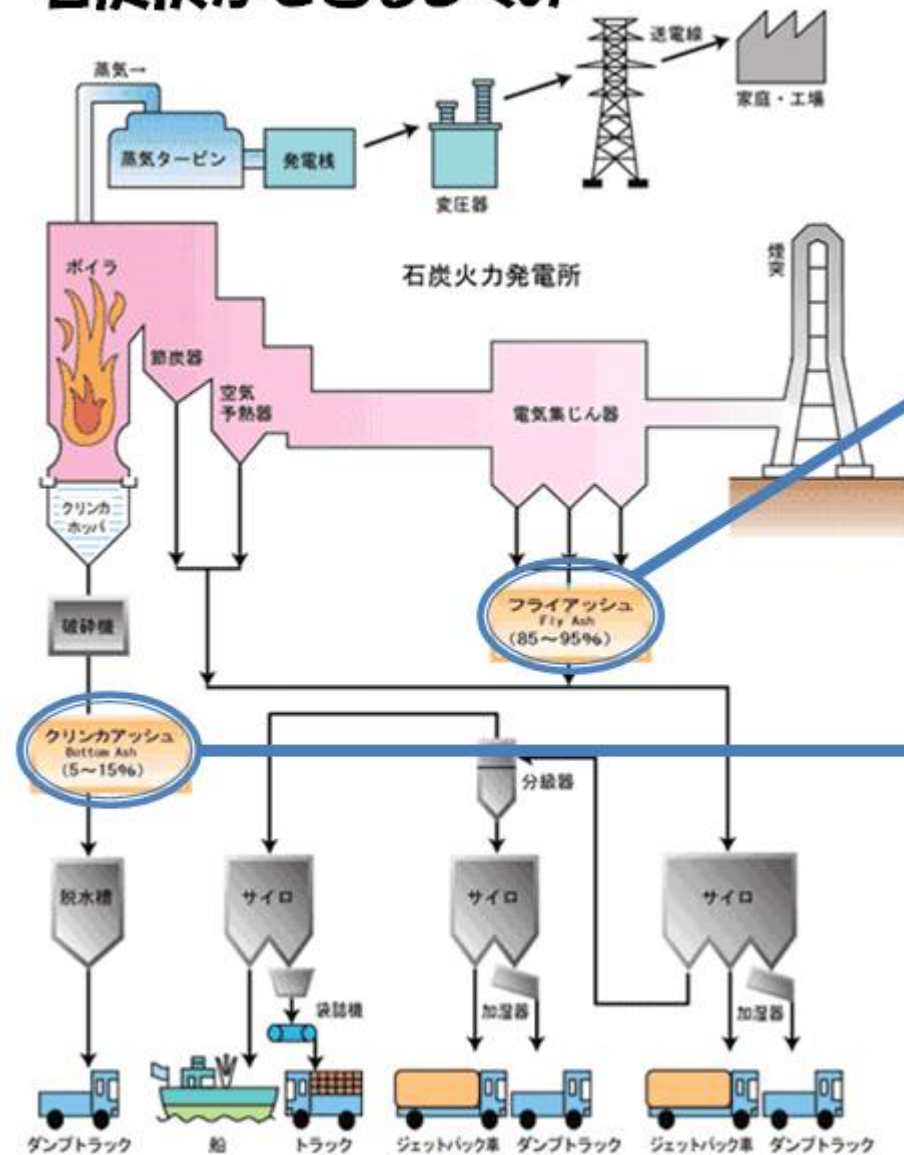
高炉スラグ



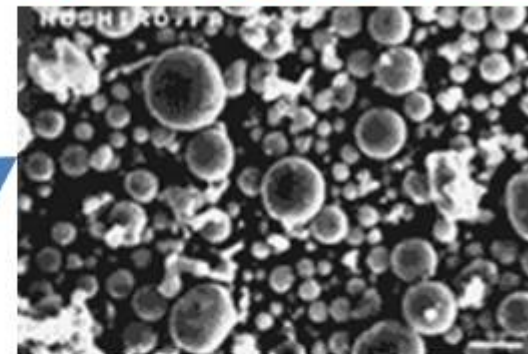
製鋼スラグ



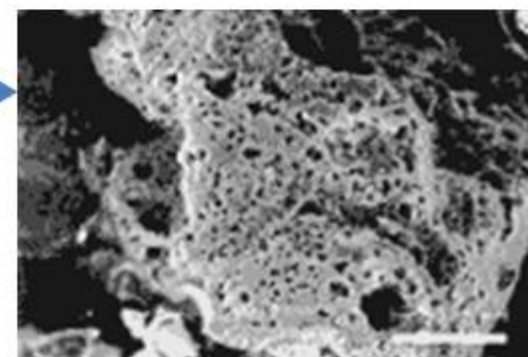
石炭灰ができるしくみ



フライアッシュ (85~95%)



クリンカアッシュ (5~15%)



日本フライアッシュ協会資料より引用

セメントを使用しない水和硬化体

＝鉄鋼スラグ水和固化体

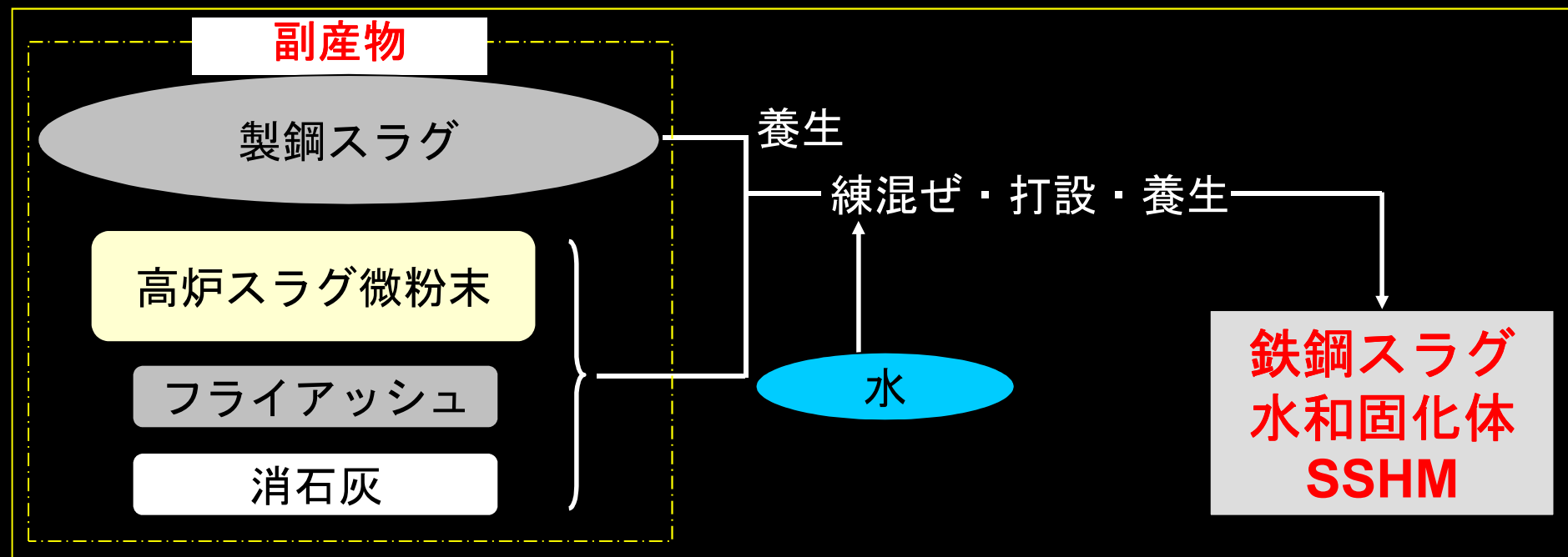


環太平洋地域における低品質骨材の使用

RCASC AWARD 2002(at 27th OWIC in Singapore)

鉄鋼スラグ水和固化体とは

19



製鋼スラグ



フライアッシュ



高炉スラグ
微粉末

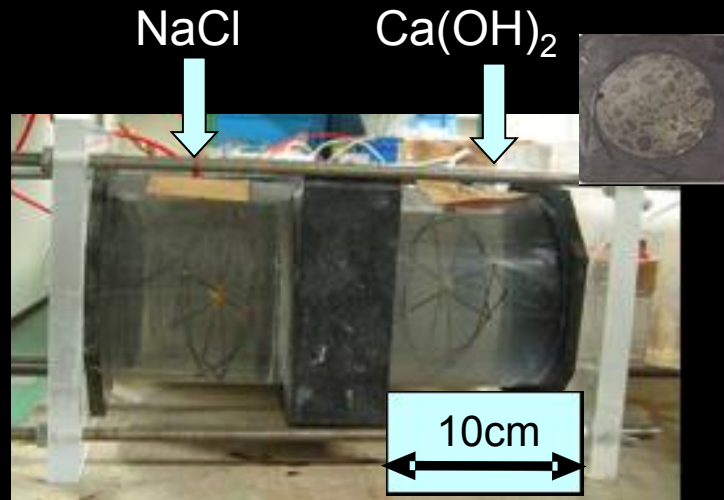


消石灰

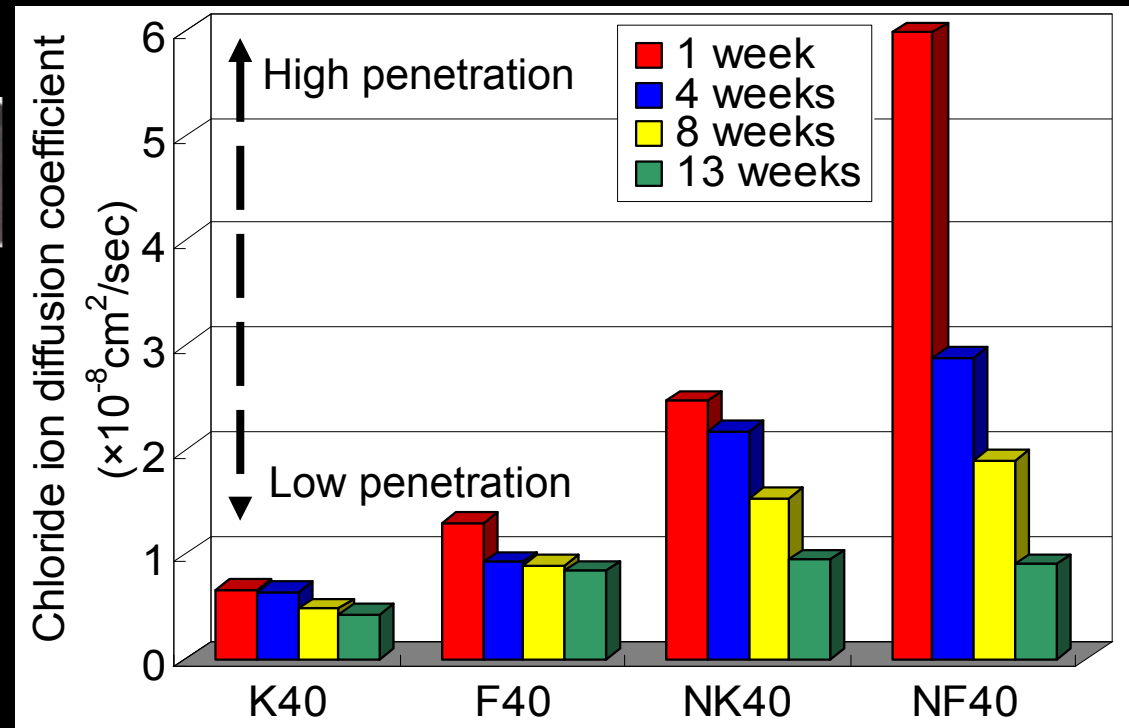
使用した鉄鋼スラグの特長

20

骨材種類		Density (SSD) (g/cm ³)	Density (Oven- dry) (g/cm ³)	Absor- ption (%)	Chemical composition (% mass)						Fineness modulus
					MgO	S	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe	
SSHМ 鉄鋼スラグ 骨材	K (0～5mm)	3.43	3.27	4.95	1.5	0.2	21.1	16.8	3.2	35.7	3.03
	K (5～20mm)	3.15	2.98	5.64	1.4	0.1	23.8	16.6	3.4	36.0	5.97
	F (0～5mm)	2.92	2.74	6.86	4.9	0.1	38.5	14.0	4.4	18.0	4.37
	F (5～20mm)	3.19	3.07	3.80							
普通骨材	Sand (0～5mm)	2.64	2.59	1.77	—	—	—	—	—	—	2.59
	Gravel (5～20mm)	2.65	2.63	1.09	—	—	—	—	—	—	6.71

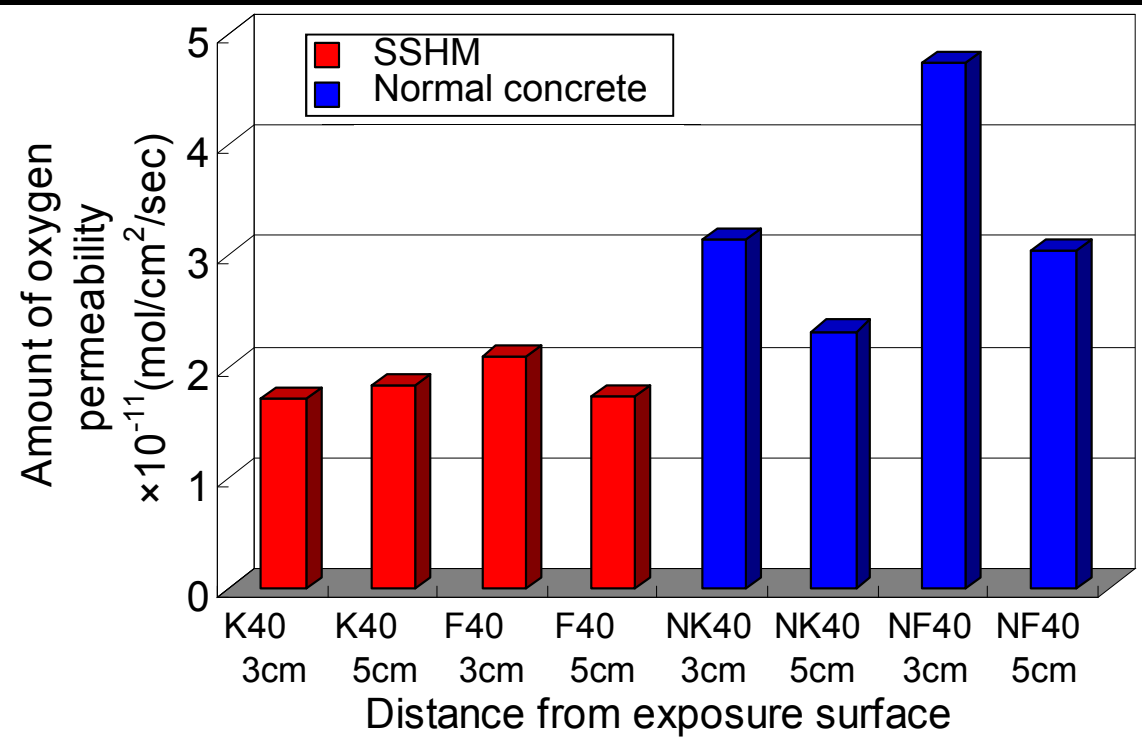
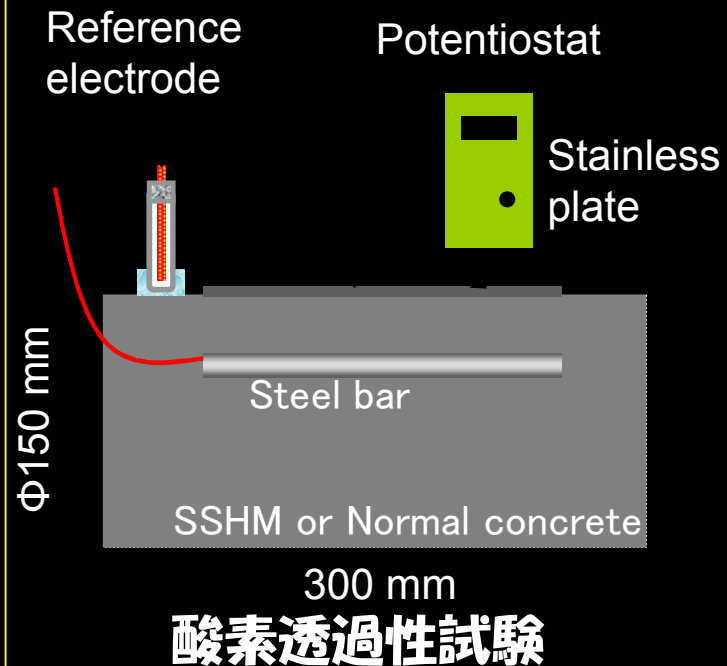


拡散試験
(JSCE-G571-2003)



鉄鋼スラグ固化体 普通コンクリート

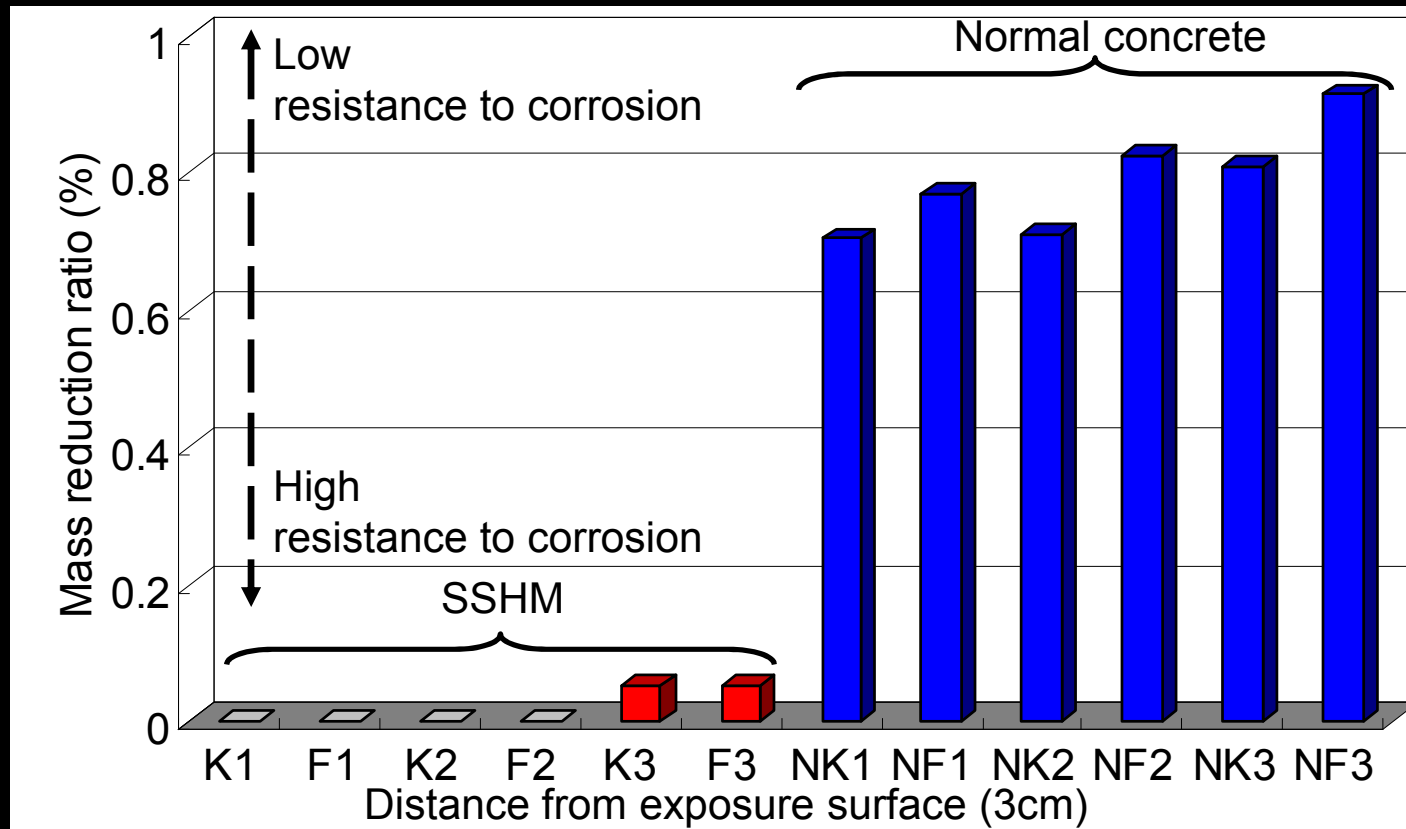
★ *The Cl^- diffusion coefficient of SSHM is less than that of concrete in every curing period. It is due to the use of the ground granulated blast-furnace slag and fly ash as the fine particle in SSHM as reflected in the Cl^- diffusion coefficient.*



The calculation result of the O₂ permeability after 55 cycles of acceleration test

- ★ The O₂ permeability in SSHM after 55 cycles becomes lower than in concrete. Therefore, the influence of the amount of penetration of O₂ on the steel bar corrosion in SSHM is smaller than in concrete.

腐食による鉄筋の質量減少量 JCI-SC1.



The mass reduction ratio of steel bar by the acceleration test after 25 cycles.

★ The results show that after 25 cycles, the progress of corrosion was well controlled in SSHM specimens.

	SSHM / Normal concrete
鉄筋が腐食するまでの期間	3.24
コンクリートに腐食によるひび割れが発生するまでの期間	4.92



Caisson



Cellular block



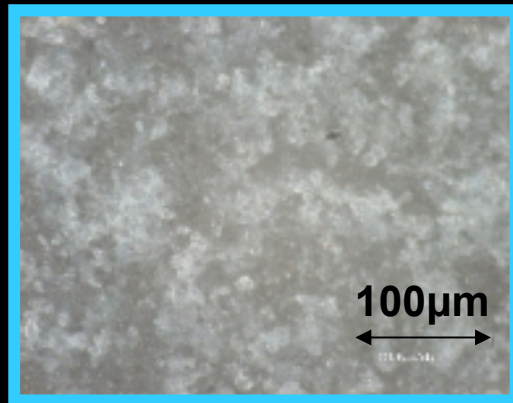
Mooring



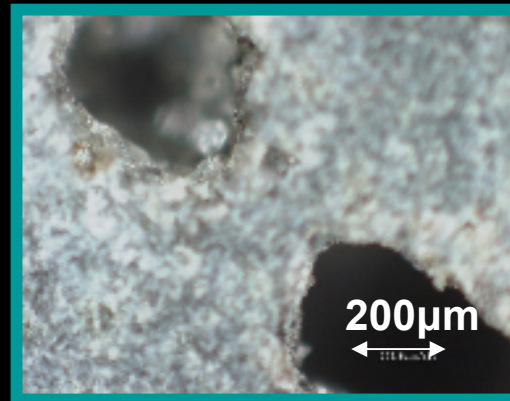


Aggregate Type	Materials	Density (kg/ l)	Absorption Ratio (%)	Fineness Modulus	Solid Ratio (%)
沖縄 骨材	Lime Stone (Coral Reef Sediment)	2. 67	0. 75	6. 92	57. 3
ニカラグア 骨材	Igneous Rock	2. 69	1. 83	6. 88	55. 6
フィリピン 骨材	Volcano Aggregate (Mt. Pinatobo)	0. 95	35. 0	6. 47	65. 6
キリバス 骨材	Coral	1. 73	13. 7	7. 12	59. 5
普通 骨材	Crushed Stone	2. 62	0. 94	6. 48	59. 8

Okinawa Aggregate



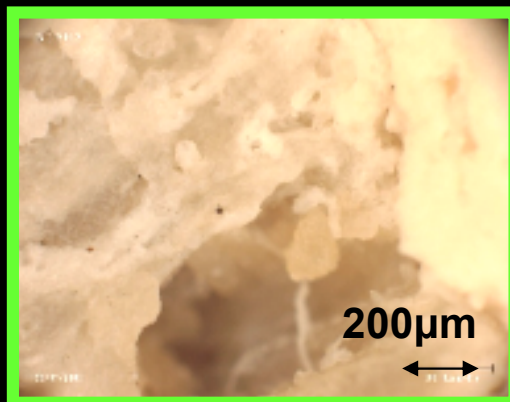
Nicaragua Aggregate



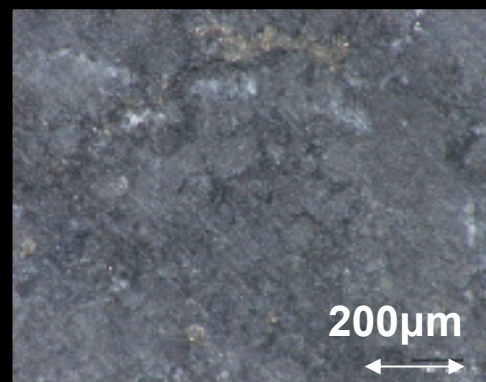
Philippines Aggregate



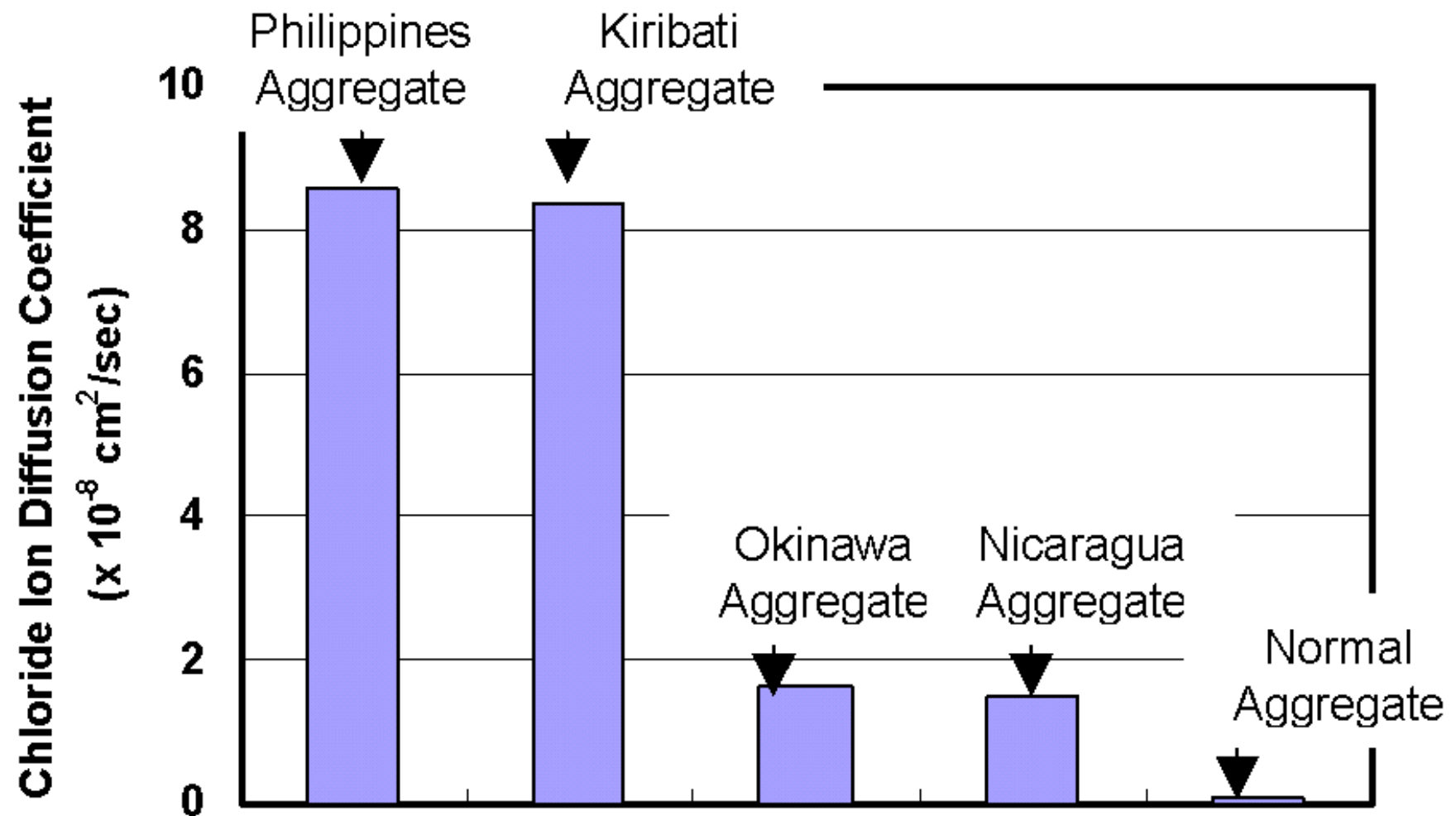
Kiribati Aggregate



Normal Aggregate



Aggregate	Void Ratio (%)
Okinawa	7.93
Nicaragua	6.98
Philippines	35.81
Kiribati	35.90
Normal	0.93



Cl⁻ diffusivity of the low quality aggregates are higher than that of the normal aggregate.

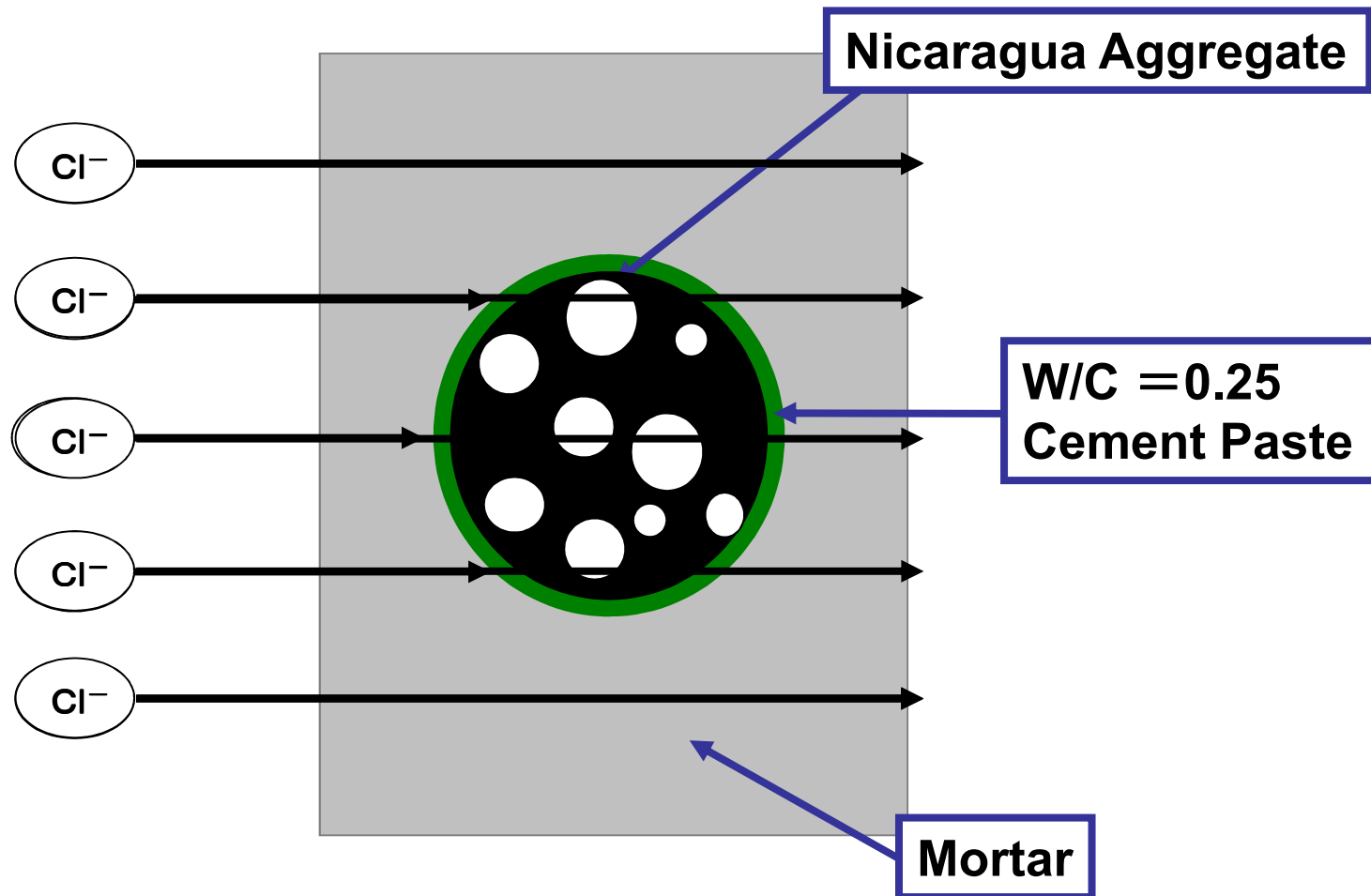
Aggregate Type	Compressive Strength				Cl- Diffusivity			
	(W/C)				(W/C)			
	0.25	0.40	0.55	0.70	0.25	0.40	0.55	0.70
Okinawa Aggregate	×	○	◎	◎	○	×	×	×
Nicaragua Aggregate	○	○	○	○	○	×	×	×
Philippines Aggregate	×	×	×	×	○	×	×	×
Kiribati Aggregate	×	×	×	×	○	×	×	×

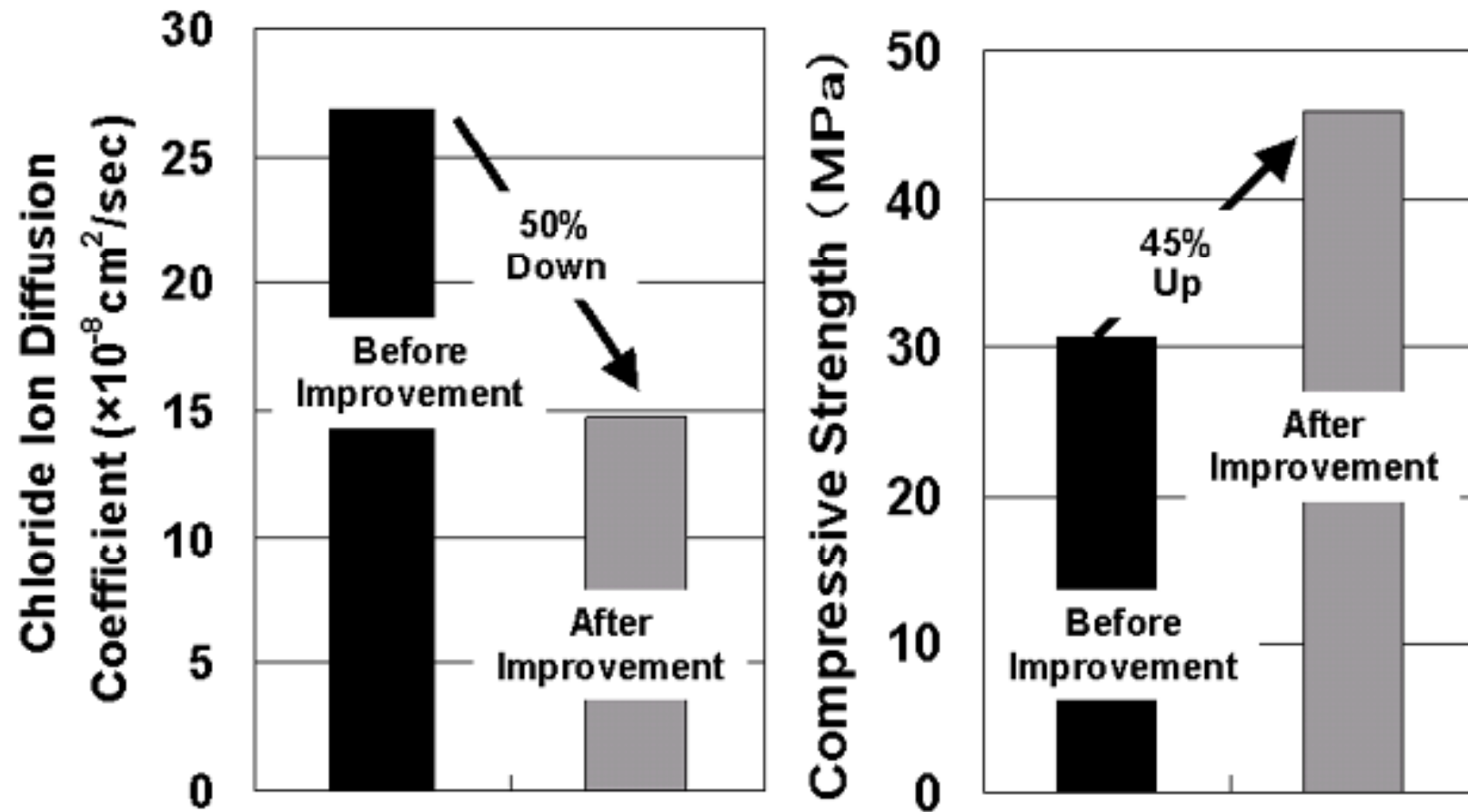
◎ = Better than Normal Aggregate

○ = Same as Normal Aggregate

×

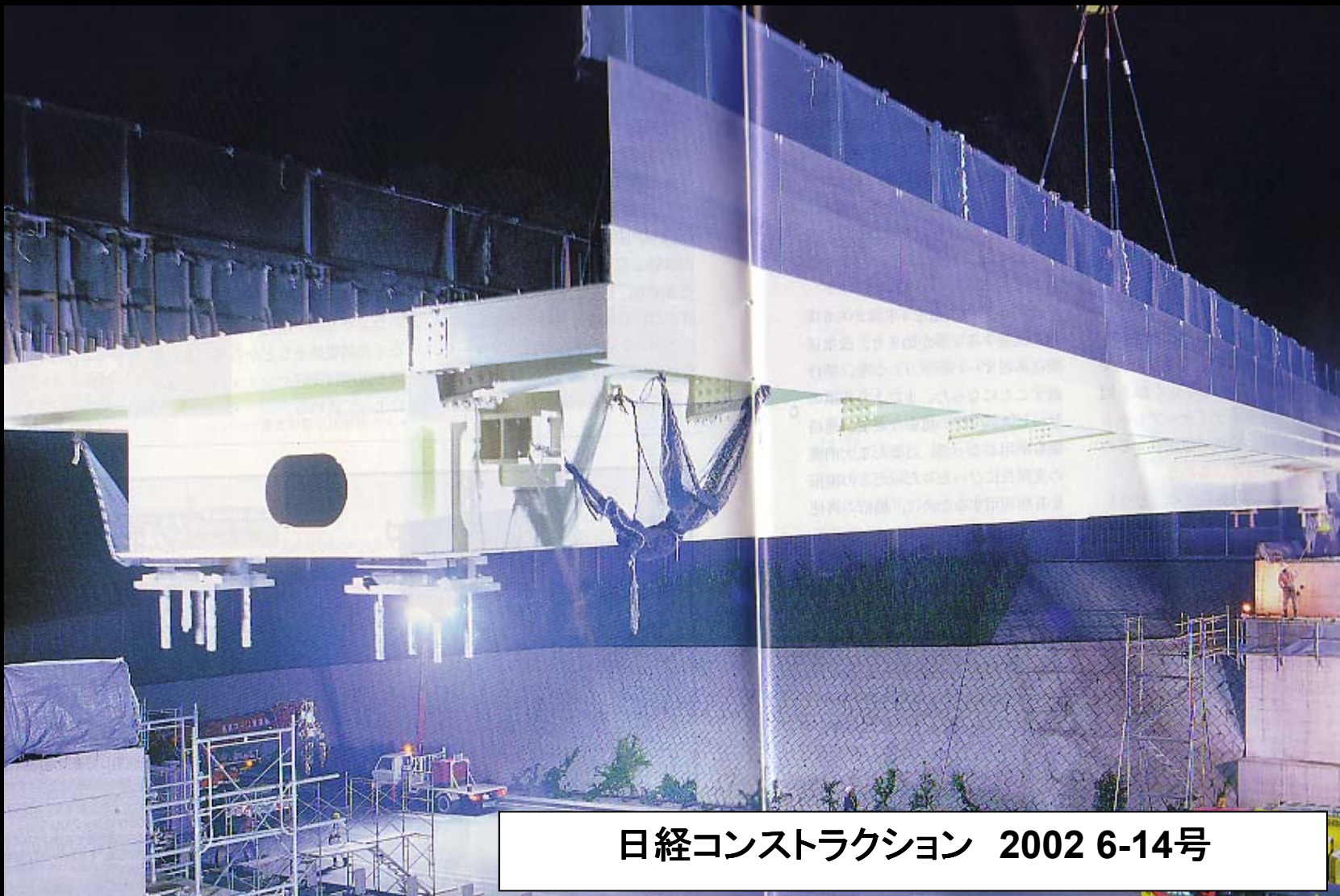
ニカラグア骨材を使用したコンクリートの塩化物イオン浸透性は普通骨材を使用したコンクリートより高い。





低品質骨材を低水セメント比のセメントペーストでコーティングすることにより、コンクリートの強度および物質透過抵抗性を改善できる。

鋼製橋桁の再利用～大柵橋架設工事(山梨県)



日経コンストラクション 2002 6-14号

- ✓ 建設材料分野ではこれまで廃棄物の有効利用に尽力してきた。今後も限られた材料を有効に利用する努力を続けていく必要がある。
- ✓ 廃棄物の有効利用といっても、ただ単に量を消費するという観点では弱い。廃棄物を利用する中で付加価値を与えられるような特長を最大限活かした活用方法を提案していきたい。
- ✓ 負のイメージもある業界であるが(特に若い世代), 本日の話のような観点からもイメージアップしていきたい。

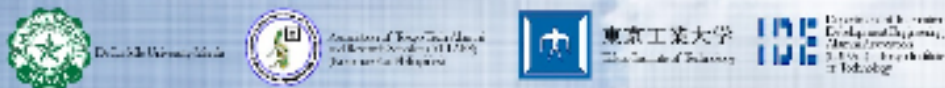
2nd Seminar Workshop on the Utilization of Waste Materials

2014年9月5日 @
De La Salle 大学(フィリピンマニラ)



アブストラクト×切: 7月28日

フルペーパー×切: 8月11日



cordially invite you to attend or present a paper in the:

2nd SEMINAR WORKSHOP ON THE UTILIZATION OF WASTE MATERIALS

SHARING KNOWLEDGE, TECHNOLOGY AND EXPERTISE ON WASTE UTILIZATION FOR A SUSTAINABLE ENVIRONMENT.

We are pleased to invite you to participate in the forthcoming 2014 SEMINAR WORKSHOP ON THE UTILIZATION OF WASTE MATERIALS.

The seminar workshop will take place on September 5, 2014, at the Henry Sy Sr. Hall, De La Salle University, Taft Avenue, Manila, Philippines.

This annual disciplinary seminar workshop will bring together technologists, engineers, scientists, field-based managers, representatives from NGOs, governments, academia, and industry.

It promotes discussions and development of solutions for the management and utilization of "waste." The seminar will provide an opportunity to share prior work, meet others involved in waste management, and formulate projects with new partners.

This seminar will offer a wealth of opportunities to improve your knowledge, and expand your network and reach.

The seminar workshop will include paper presentations, plenary and related talks and many opportunities for social and professional networking.

Papers related to all aspects of solid waste utilization are of interest including:

- Chemical waste management
- Use of waste as raw materials
- Construction and demolition waste
- Hazardous waste management
- Landfill management
- Waste-to-energy conversion
- Organic waste management
- Recycling
- Solid waste management
- Municipal solid waste management
- Composting and biodegradation
- Landfill
- Land use, zoning, urban planning
- Environmental impact assessment
- Policy
- Waste management systems
- Environmental impact assessment
- Environmental impact assessment

- Sludge
- Chemical and industrial waste management
- Waste-to-energy
- Hazardous waste management
- Waste-to-energy conversion
- Organic waste management
- Recycling
- Solid waste management
- Municipal solid waste management
- Composting and biodegradation
- Landfill
- Land use, zoning, urban planning
- Environmental impact assessment
- Policy
- Waste management systems
- Environmental impact assessment
- Environmental impact assessment

IMPORTANT DATES

July 28, 2014 - Extended Deadline for Submission of Abstracts

August 01, 2014 - Acceptance of Abstracts

August 11, 2014 - Deadline for Submission of Full Paper

August 18, 2014 - Final Acceptance

REGISTRATION FEE

USD 150,000 - Foreign Delegates

CONTACT US

For the submission of papers and queries, please kindly email workshop2014@dsu.edu.ph