

# EAGLE8とは？



米国エネルギー省 (DOE) が、**「放射性廃棄物を封入するための容器に使用する素材」**の開発をアルゴンヌ国立研究所 (Argonne National Laboratory) に要請。ほぼ10年がかりで1995年頃、試作品が開発された。

# EAGLE8の特長

人と地球に優しい  
※無機素材

強耐火・耐熱性

高断熱性

耐薬品性  
耐塩性

不透水性

水中硬化

短時間硬化

高圧縮強度  
高曲げ強度

硬化収縮ゼロ

強付着性

吹付け施工可能

氷点下施工可能



# EAGLE8商品ラインナップ



## EAGLE 8 Q

骨材を含まない純粋タイプ。

強度・速硬性が高く、滑らかな仕上げや細かい隙間への充填に最適。



## EAGLE 8 P

EAGLE8 Qタイプに細骨材(珪砂)を約30%配合し、性能と、施工性、仕上がり等をバランスさせた標準タイプ。

※珪砂は5,6,7号mix



## EAGLE 8 S

EAGLE8 Qタイプに細骨材(珪砂)を約50%配合し、施工性に優れ、特にコテ仕上げが容易。

コストパフォーマンスに優れる。

※珪砂は5,6,7号mix

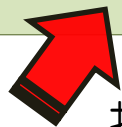
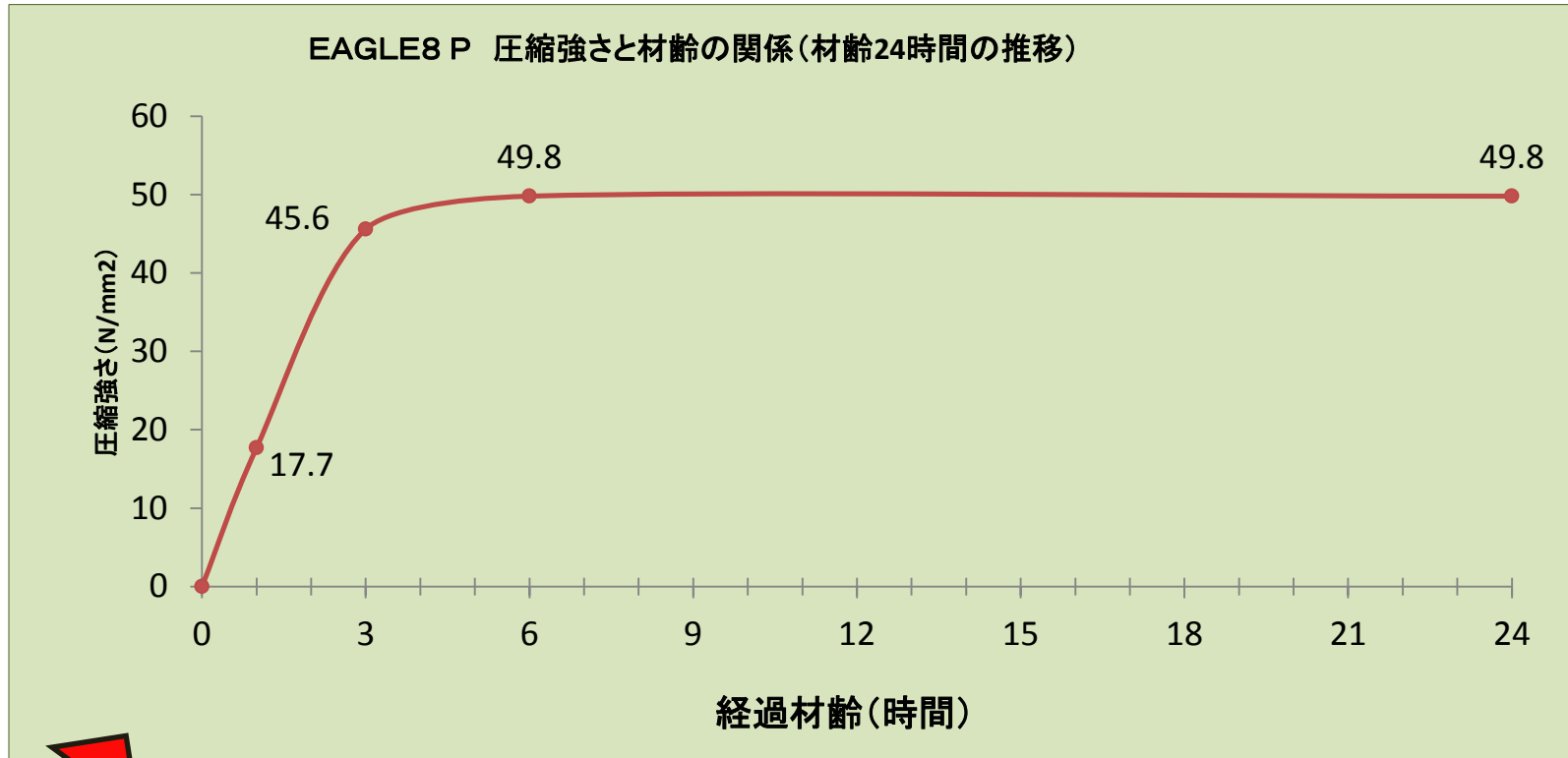


## EAGLE 8 H

耐火性を向上させたタイプ。

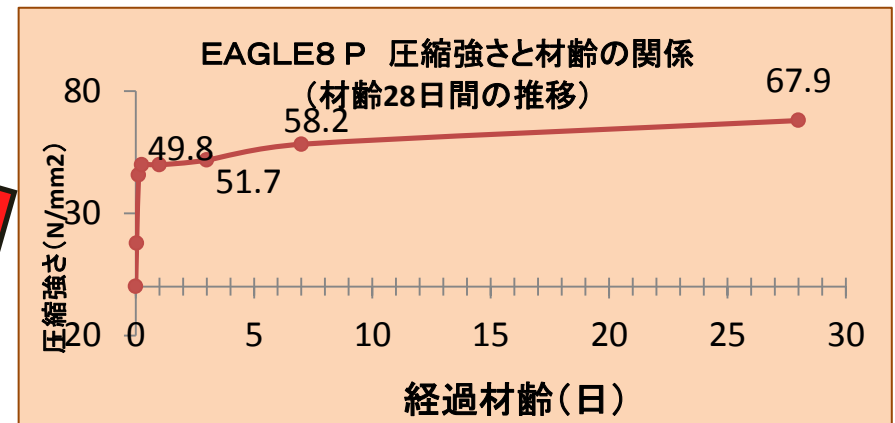
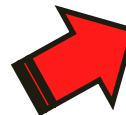
骨材は含まずより緻密な構造となる為、強度が向上している。また、なめらかな表面となる。

# EAGLE8の圧縮強度



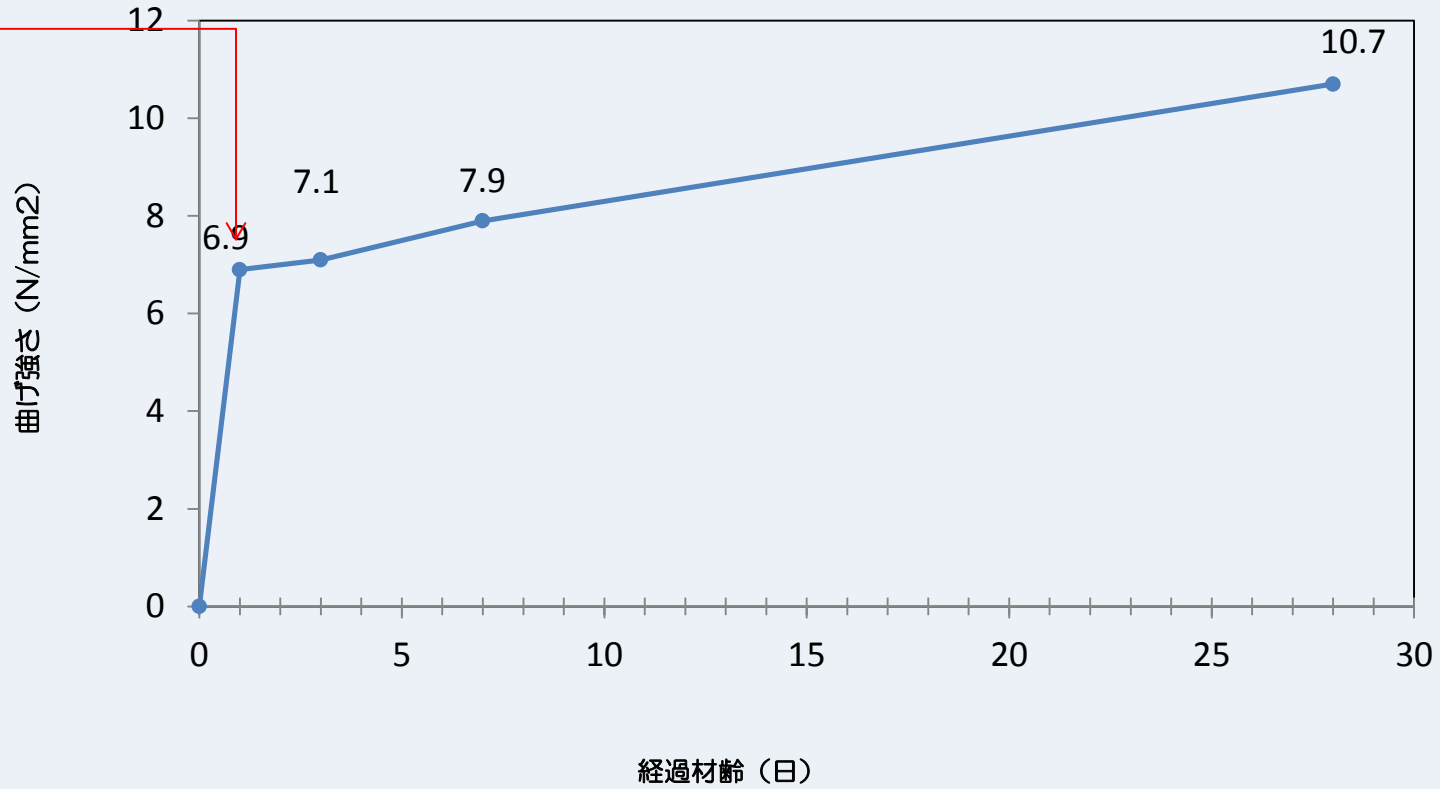
打設後3時間で45N/mm<sup>2</sup>以上

打設後28日後で約70N/mm<sup>2</sup>



# EAGLE8の曲げ強度

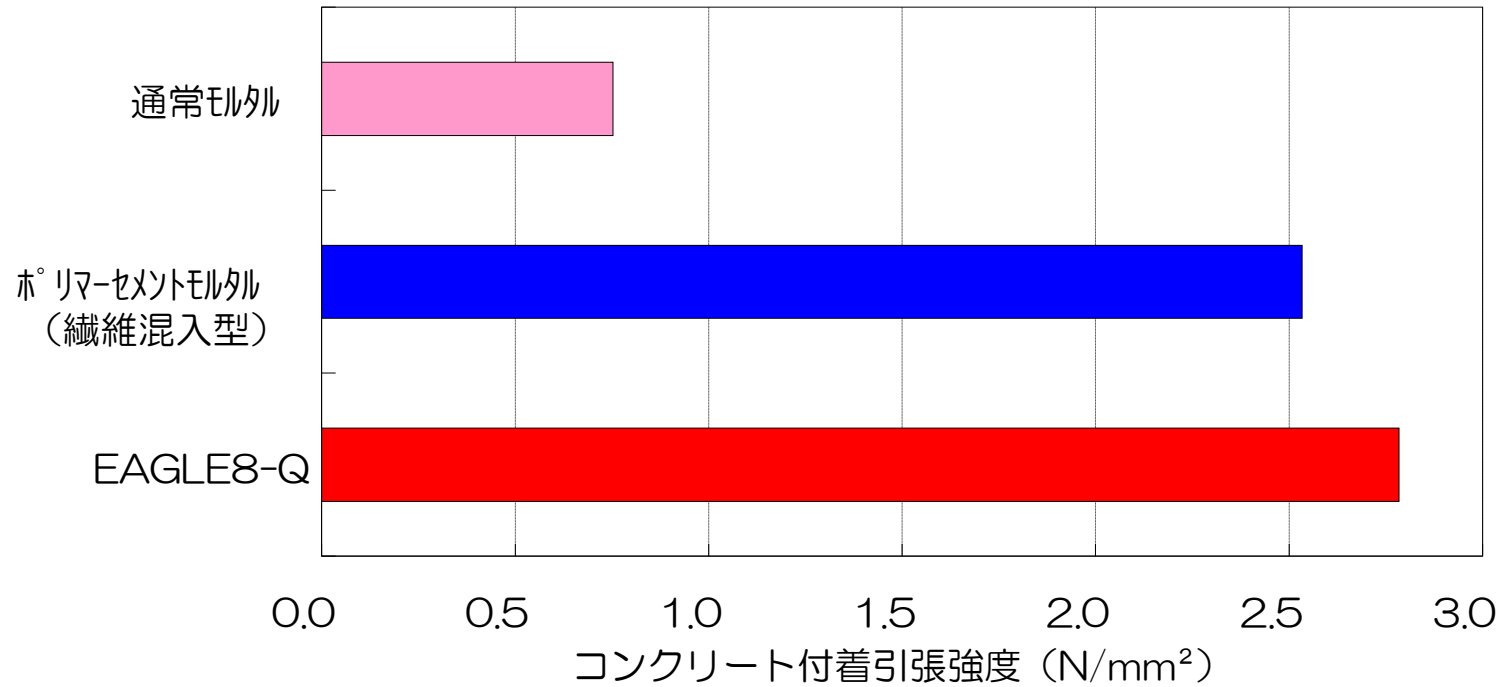
EAGLE8 P 曲げ強さと材齢の関係 (材齢28日間の推移)



24時間で6.9N/mm<sup>2</sup>以上の曲げ強度

# EAGLE8の付着強度

## コンクリート付着引張強度の比較



付着強度試験結果 (阪神高速技術株式会社様調べ)

(参考/ポリマーセメント)

対コンクリート → 2.6 - 4.2 N/mm<sup>2</sup>

対コンクリート → 2.4 - 2.6 N/mm<sup>2</sup>

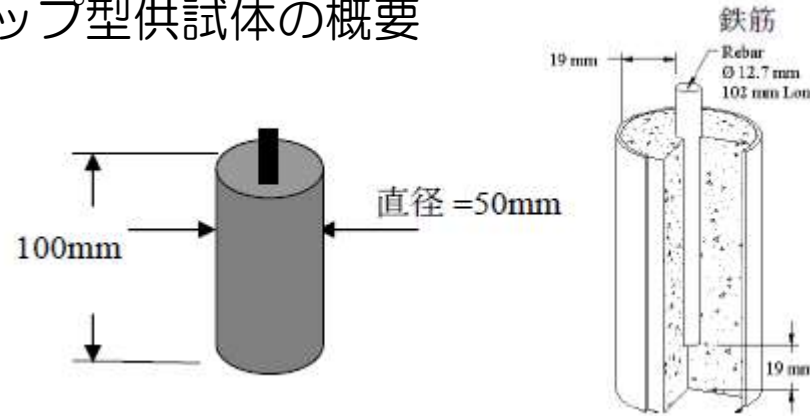
対鋼材 → 1.2 - 3.5 N/mm<sup>2</sup>

対鋼材 → 非付着 - 1.2 N/mm<sup>2</sup>

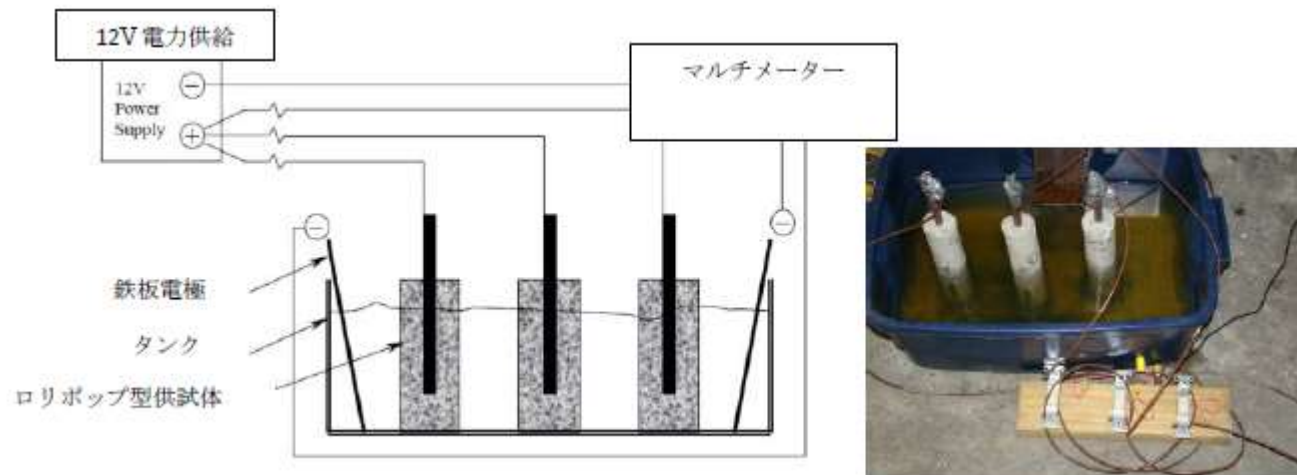
# EAGLE8の耐腐食性テスト（概要）

2010年6月米国土木学会国際技術委員会エジプトカイロ会議にて  
Alla El-Din Sharakawi博士発表論文より抜粋

## 鉄筋を入れたロリポップ型供試体の概要

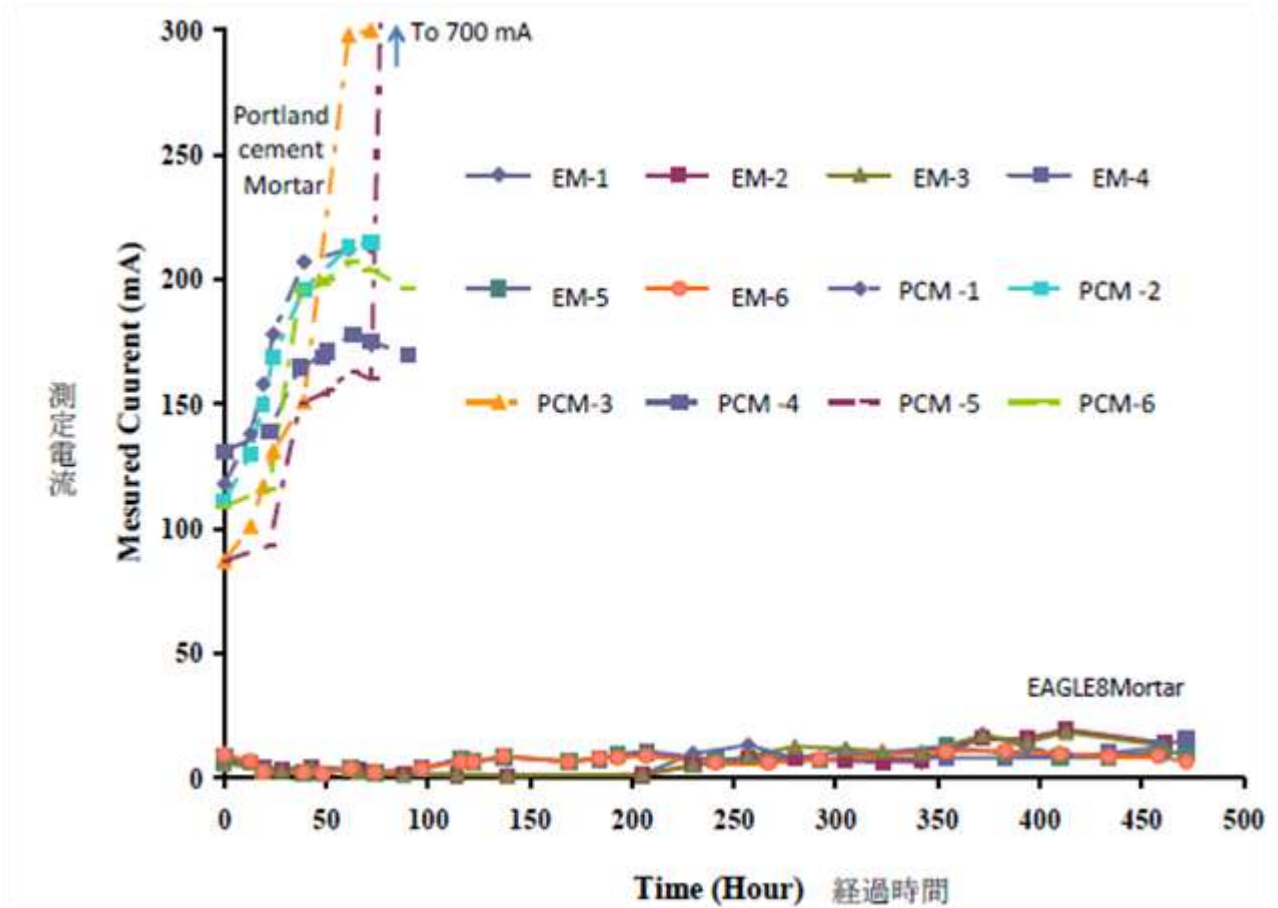


## ロリポップ型供試体を使ったテストの概要と写真



# EAGLE8の耐腐食性テスト（結果）

## EAGLE8とポルトランドセメントとの比較



2010年6月米国土木学会国際技術委員会エジプトカイロ会議にて  
Alla El-Din Sharakawi博士発表論文より抜粋

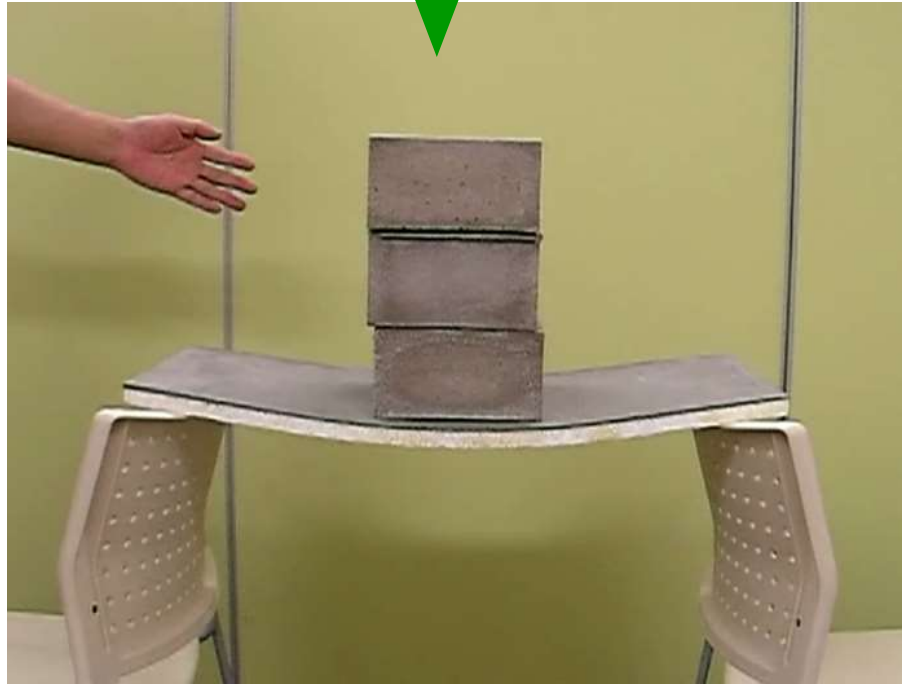


# EAGLE8 驚きの靱性



EAGLE8は靱性(じんせい)を持っています。  
発泡スチロールに約5mm厚のEAGLE8を  
合わせた板に、ブロック(合計約30kg)を載  
せる実験です。

合計30kg  
載せました。  
EAGLE8板は  
かなりたわんでい  
ますが、  
ひび割れはしてい  
ません。



重みによりしなやかに曲がり、  
外すと元に戻ります。



# EAGLE8 RC床版の補強効果 I

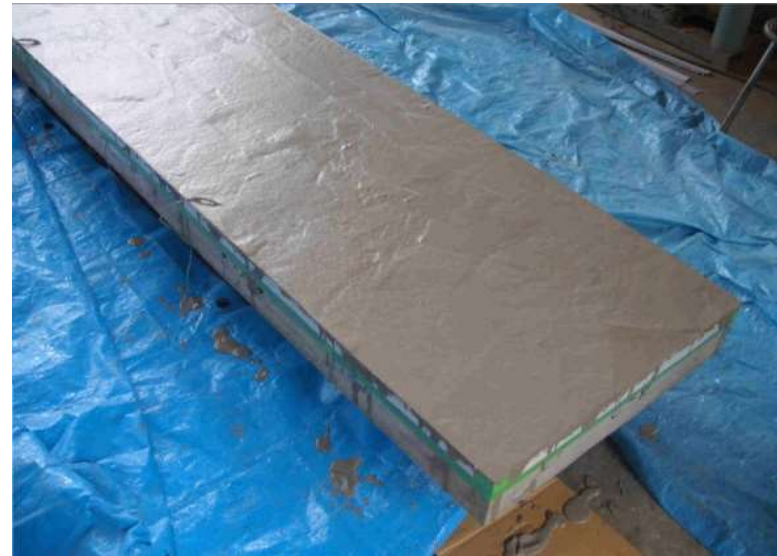
## 1. 概要

RC床版試験体に静荷重を掛け破断直前状態にし、その下面に薄くEAGLE8を打設。同様な静荷重を掛け破断直前までの変位量を計測、ひび割れ状況を観測した結果を記録。

⇒EAGLE8が老朽化したRC床版を最小限の時間・費用で修復可能であることの実証実験



載荷試験後のひび割れ状況



EAGLE8による増厚補修

# EAGLE8 RC床版の補強効果Ⅱ

## 2. 試験方法

### 2-1 RC床版試験体仕様

- 外寸 3000×600×120mm、配筋ピッチ170mm
- 配合 表1参照

表1 ベースRCの示方配合									
Gmax	スランプ	W/Cw	空気量	s/a	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )				
(mm)	(cm)	(%)	(%)	(%)	W	C	S	G	M
20	15	55.1	4.5	44.5	168	305	793	994	3.335

### 2-2 断面修復材

- 高機能セラミックEAGLE8-P（水比18%）
- 打設厚 約10mm

### 2-3 試験方法

- 曲げ試験 静的曲げ試験法  
JIS-A1106準拠（中央点载荷法）とし、  
100N毎に荷重を掛ける。（画1参照）
- 付着試験 建築研究所方式付着試験法



画1 载荷試験状況

# EAGLE8 RC床版の補強効果Ⅲ

## 3. 試験結果

### 3-1 ひび割れ発生状況

補修前では900N载荷時に約0.2mm幅のひび割れが発生した。  
EAGLE8補修後では2180N载荷時にひび割れ発生は確認できたが、  
目視では確認困難なものであった。

### 3-2 変位

载荷量に対し変位は補修前後とも  
比例関係で変位している。  
但しEAGLE8補修後では  
2200N载荷時38mmの変位量を示した。  
また層間剥離が無く一体化し  
RC床版では想定できない靱性結果が出た。  
(図1参照)

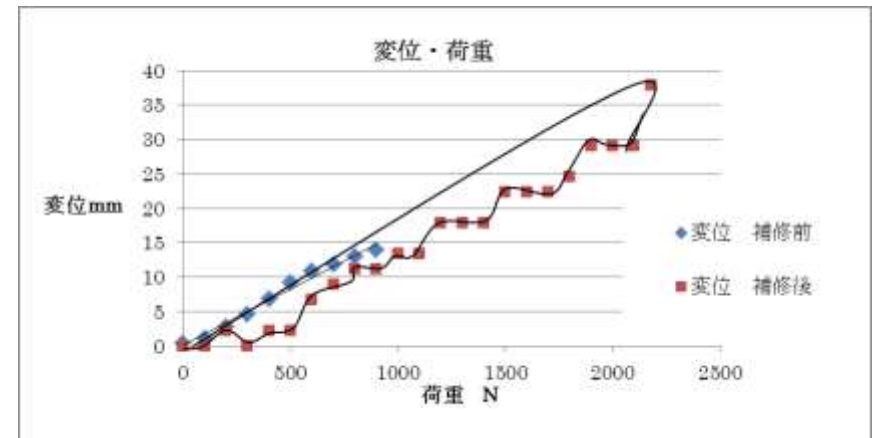


図1 荷重と変位

# EAGLE8 RC床版の補強効果Ⅳ

## 3. 試験結果（続き）

### 3-3 付着

曲げ試験後のEAGLE8とRC試験体との付着結果を表2に示す。  
付着箇所は背筋位置（A1～A4）と無背筋位置（B1～B4）各4か所で確認した。本結果では曲げ応力約2000Nに対してもRCとEAGLE8が一体化されている結果を得た。

表2 付着試験結果

番号	実測値KN	付着強度N/mm <sup>2</sup>	母材破壊有無
A1	3.06	1.91	無し
A2	3.92	2.45	無し
A3	3.18	1.99	有
A4	2.84	1.78	有
平均		2.03	
B1	2.27	1.42	無し
B2	2.34	1.46	有
B3	2.27	1.42	無し
B4	2.70	1.69	有
平均		1.50	

## 4. 考察

老朽化RC床版の長寿命化を図る方法としてポリマー系セメント材料による下面増厚で補修をしているが、引張強度性能において十分な性能を得ることはできなかった。本報告では高機能セラミックEAGLE8でRC床版を補修することにより、約2倍の引張強度と高い靱性性能が確認できた。また曲げ試験後の付着性能結果によってRC躯体と一体化し高強度部材になることが立証できた。

# EAGLE8 耐震改修・補強材としての可能性Ⅲ

## 耐震改修・補強材としてのEAGLE8の可能性

EAGLE8の力学特性は、伸び歪がコンクリートに比べて非常に大きい事が挙げられる。

具体的には・・・

$\varepsilon_u = 0.6 \times 10^{-3} = (600\mu)$ であり、壁の層間せん断歪に換算すると  $1200\mu$  となる。

壁のように薄い構造体に対しては塗り厚1～2cm程度でも相当な補強効果が期待される

+

EAGLE8の硬化速度⇒施工性に優れる

↓

**型枠不要、補強鉄筋不要の夢が実現**

## 耐柱のせん断強度の補強について

日本建築学会「鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説」によれば、せん断強度発現の要因にアーチ効果が述べられている。アーチ効果はコンクリートの圧縮強度によるものと解説されている。

私見によれば、この強度機構は部材に他の材を巻き付けるようなコンパクション効果に因っても上昇する（例えば鋼管巻き）ものであり、EAGLE8を他の繊維補強材と共に用いることにより可能である。

# EAGLE8は水中でも硬化します



水中のコンクリートブロック上に流し込み実験 →

約20分で硬化確認。  
1時間経過後12N/mm<sup>2</sup>の強度を発揮



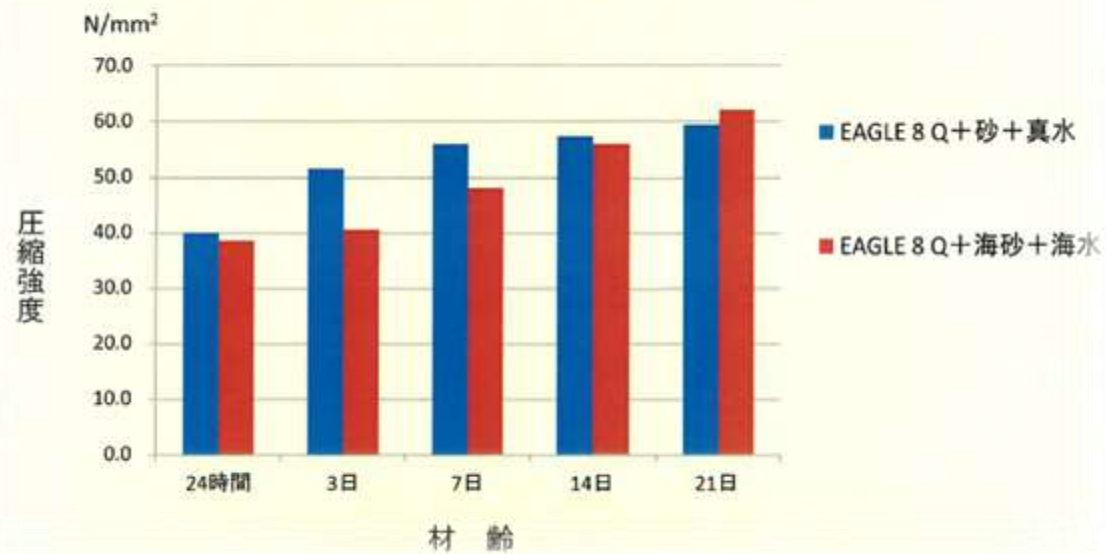
## 事例:護岸工事

水中でも硬化する特性を活かし、干満の差が大きい河口部の護岸工事で採用されました。  
水流に洗われない様、簡単な型枠を設置するだけで打設可能。  
工期とコストを大幅に削減しました。

# EAGLE 8の練り混ぜ



◆通常練りと海水・海砂を使用した場合の比較





# EAGLE8は吹付施工もできます



写真提供 日本道路株式会社

**EAGLE8**は吹付施工もできます

## 薄層オーバーレイ補修



施工前



施工後

**EAGLE8**は吹付施工もできます

3年後の経過観察でも  
剥離・ひび割れなし



写真提供 日本道路株式会社

# EAGLE8 施工事例

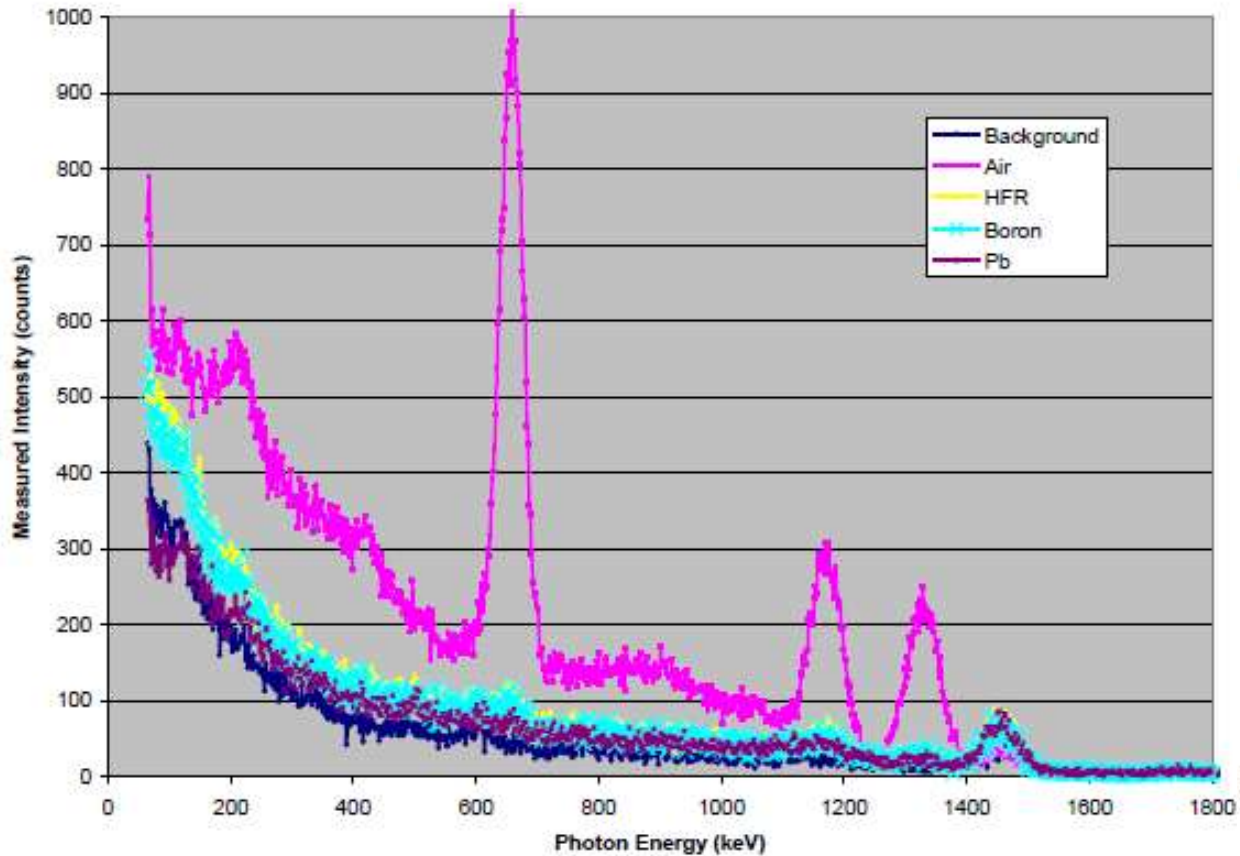


# EAGLE8 参考Ⅲ - 1

ノースカロライナ大学による $\gamma$ 線遮断率に関する実験より抜粋

出典レポート表紙

Attenuation of HFR samples test 1



## Attenuation of Gamma Rays in New Concrete Forms

(RB2C Enhancement Project)

**GRANCRETE, INC.**

Mohamed Bourham<sup>1</sup> and Sami Riskalla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Nuclear Engineering

<sup>2</sup>Department of Civil, Construction and Environmental Engineering  
North Carolina State University  
Raleigh, NC 27695

### Contributors

Dr. Mervat Khalil

Housing & Building National Research Center  
Building Physics and Environment Institute, Egypt

Leigh Winfrey and Joshua Nowak

Department of Nuclear Engineering  
North Carolina State University  
Raleigh, NC 27695-7909

*Testes were performed in the Ray Murray Radiation Laboratory in the Department of Nuclear Engineering, North Carolina State University, Raleigh, NC 7695-7909*

January 20, 2010

## 10cm厚での遮断テスト



採取した土 147  $\mu$ Sv/h



147  $\mu$ Sv/h  $\rightarrow$  2.0  $\mu$ Sv/h 98.6%遮断

## 5cm厚での遮断テスト

## 20cm厚での遮断テスト



147  $\mu$ Sv/h  $\rightarrow$  7.5  $\mu$ Sv/h 94.9%遮断

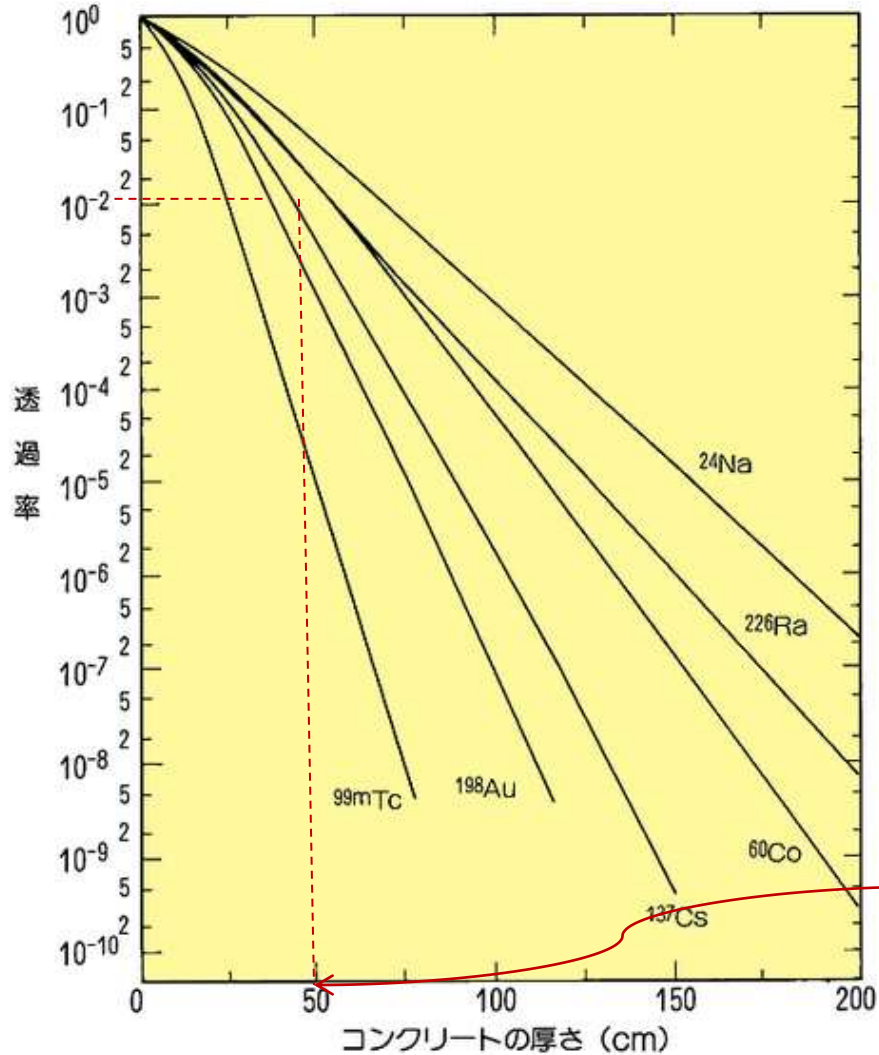


147  $\mu$ Sv/h  $\rightarrow$  0.9  $\mu$ Sv/h 99.4%遮断

# EAGLE8 参考Ⅲ - 3

## 【普通コンクリートにおける $\gamma$ 線の透過率】

アイソトープ手帳より引用



EAGLE8 - H 10cmで  
98.6%遮断

普通コンクリート 50cmで  
約99%遮断

# EAGLE8 参考Ⅲ - 4

EAGLE8は比重が軽いにも関わらず、放射線を遮断できるのですが・・・  
より重要なことは、放射性廃棄物を安定した状態で封入し、**100年以上維持**  
**できること**と考えます

地中封入に用いられる材料の条件

条件1

封入物に**地下水**が  
出入りしない。

条件2

封入状態で**100年以上の安定**。

- ①地中における強度(対地震等)
- ②地中における耐腐食性(対迷走電流等)
- ③耐塩性(特に封入したガレキに付着した塩分)

条件3

大量施工時に  
**温度ひび割れ等**  
が発生しない。

条件4

ガンマ線の遮断。  
(封入した物から放射  
能が地表に出てこ  
ないこと)

