

# D滑走路 埋立用材の品質管理

## ～大量急速施工における埋立用材の品質管理方法～

平成19年7月13日

連絡誘導路工区

埋立(Ⅰ)工区

埋立(Ⅳ)工区

東亜建設工業(株)

○野川 道男

豊田 泰晴

河村 健輔

堺谷 常廣

笹井 剛

## ■ プレゼンテーションの概要

1. はじめに
2. 設計上で必要とされる埋立用材の性能
3. 山砂の品質管理基準値の設定
4. 岩ズリの品質管理基準値の設定
5. 品質管理項目と方法
6. おわりに

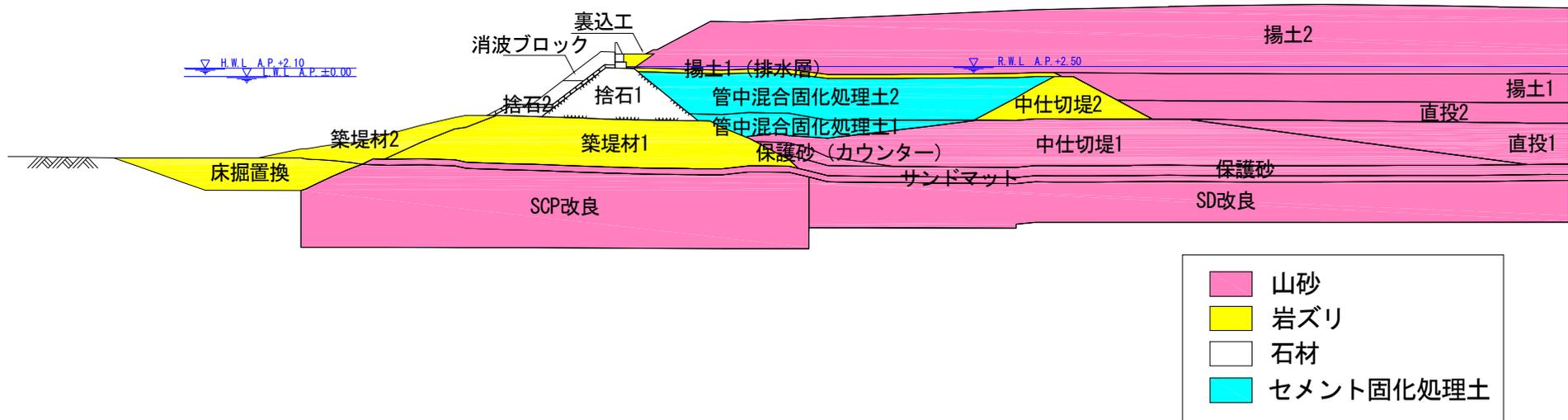
# ■ はじめに

## <埋立用材の種類と工種>

主に、**①山砂**、**②岩ズリ** を使用

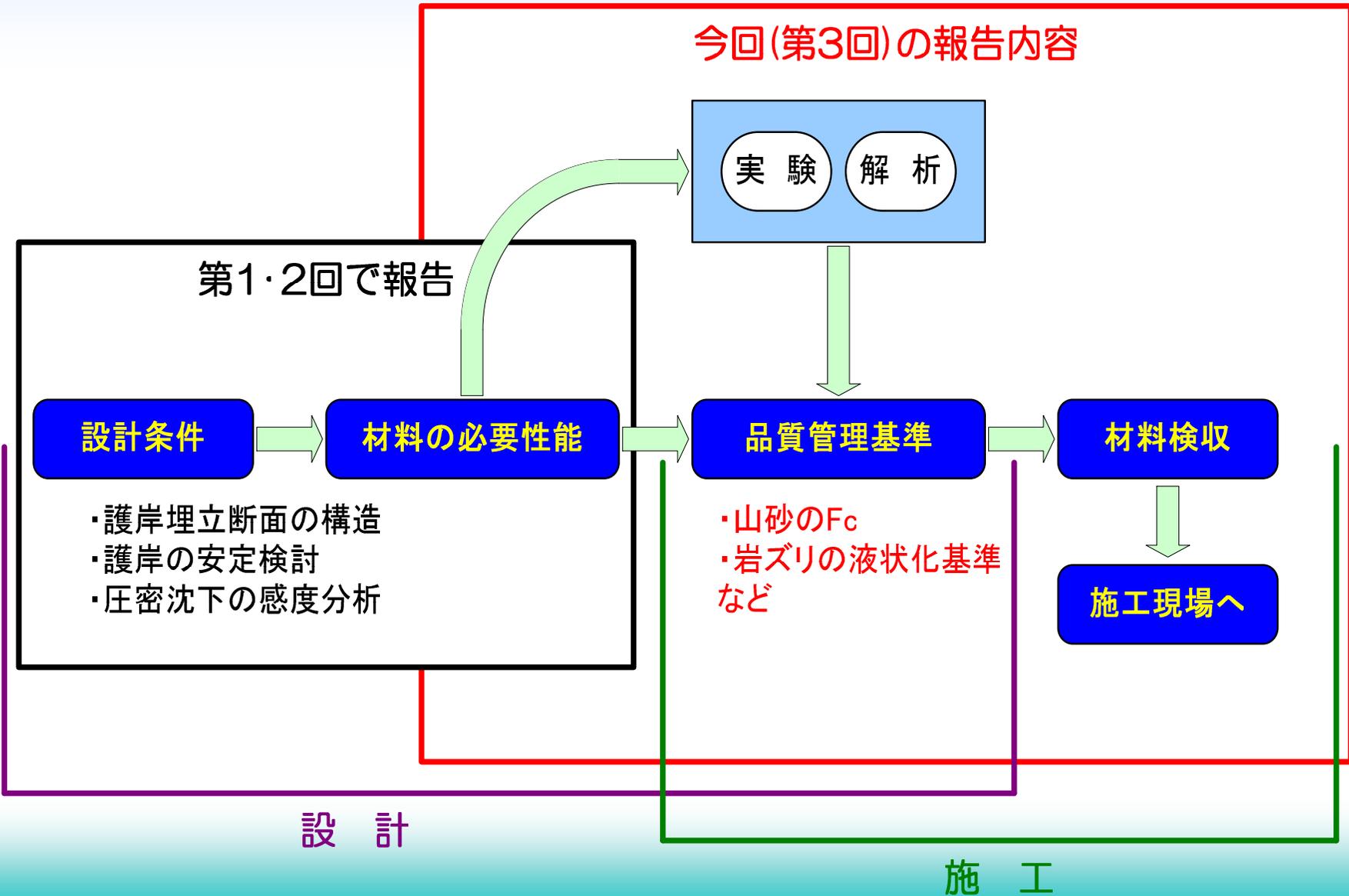
その他、**③石材**、**④セメント固化処理土** も使用

また、**⑤建設発生土**、**⑥スラグ** なども計画予定



# ■ はじめに

## <埋立用材の品質管理に関するフロー>



# ■ 設計上で必要とされる埋立用材の性能

## <山砂の必要性能>

圧密速度に影響を及ぼす（ウェル・マツレジスタンス）

→ **透水性** が必要性能

工種	材料用途	透水係数
SCP	地盤改良材	$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$
SD	地盤改良材	$k \geq 1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$
サンドマット	地盤改良材	$k \geq 1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$
保護砂	埋立材	$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$
中仕切堤1	埋立材	$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$
直投	埋立材	$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$
揚土	埋立材	$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$

# ■ 設計上で必要とされる埋立用材の性能

＜岩ズリの必要性能＞

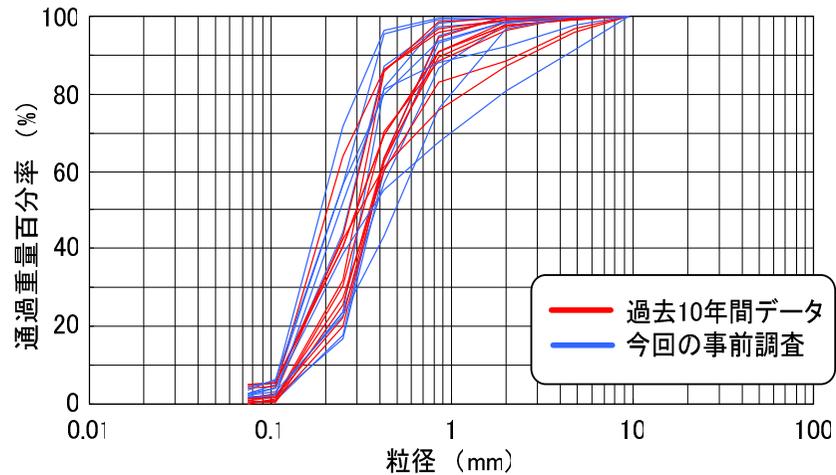
**強度・耐久性** が必要性能 + **非液状化材料**

工種	材料用途	せん断強度	長期耐久性(圧縮性)	液状化特性
築堤材1、2	護岸本体構造	$\phi > 30$ 度	二次圧密係数 $C_{\alpha} < 0.06\%$	非液状化
床掘置換	カウンター材			
中仕切堤1、2	埋立材			
揚土1(排水層)	埋立材			
裏込工	裏込材		二次圧密係数 $C_{\alpha} < 0.06\%$ スレーキング率 $\leq 30\%$	

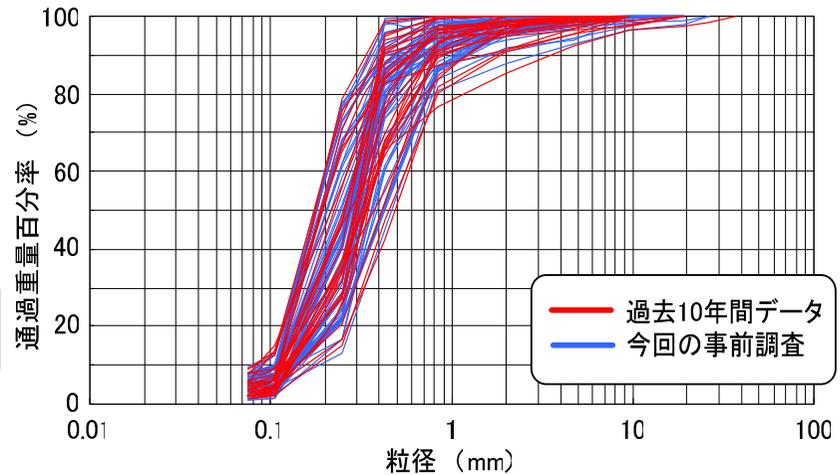
# ■ 山砂の品質管理基準値の設定

## ＜事前調査による千葉県産山砂の粒度試験結果＞

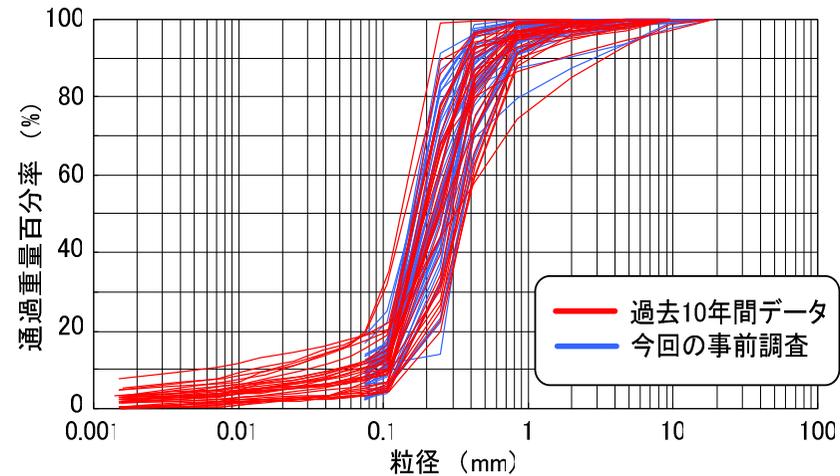
【 $F_c \leq 5.0\%$ の粒度試験結果】



【 $F_c \leq 10.0\%$ の粒度試験結果】



【 $F_c \leq 20.0\%$ の粒度試験結果】

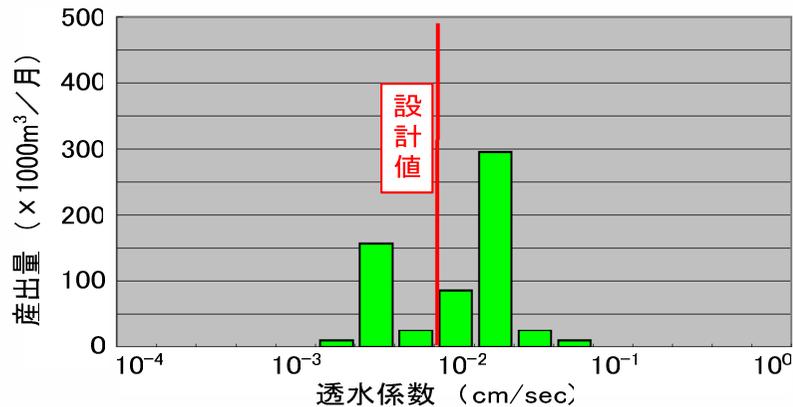


# ■ 山砂の品質管理基準値の設定

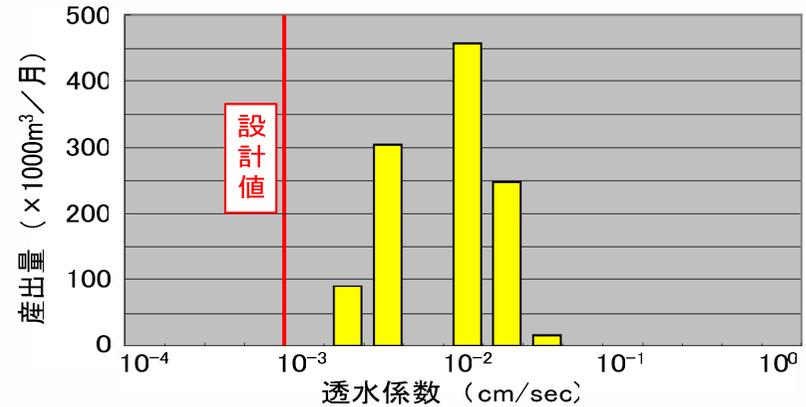
## ＜事前調査による千葉県産山砂の透水試験結果＞

### 平均値、中央値、最頻値で設計値以上を確認

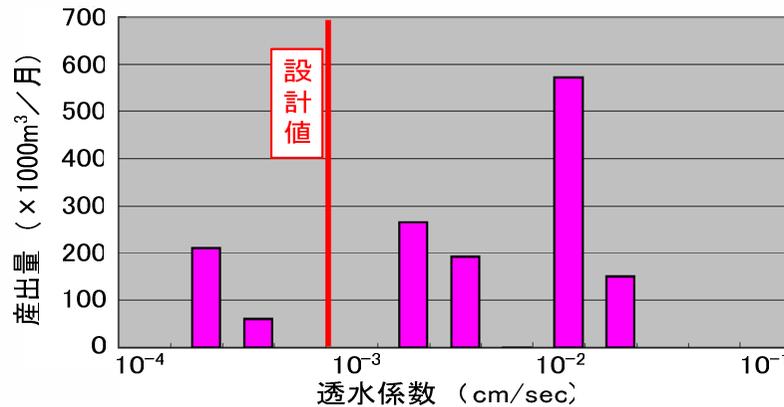
【 $F_c \leq 5.0\%$ の透水試験結果】



【 $F_c \leq 10.0\%$ の透水試験結果】



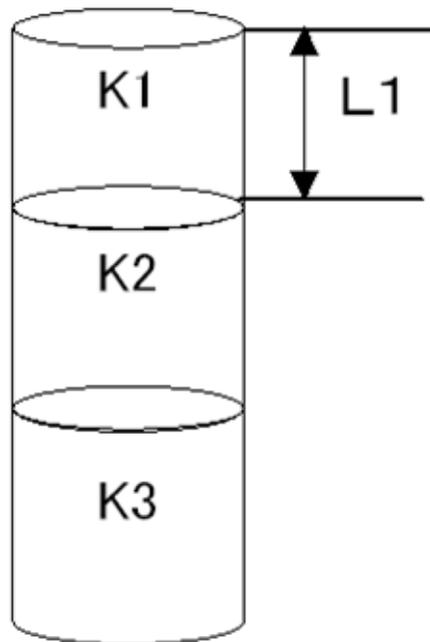
【 $F_c \leq 20.0\%$ の透水試験結果】



## ■ 山砂の品質管理基準値の設定

＜平均透水係数での整理＞

透水係数の低いものが全体の透水係数にどのような影響を与えるかを確認



$$K = \frac{\sum k_i}{\frac{L1}{k1} + \frac{L2}{k2} + \dots + \frac{Li}{ki}}$$

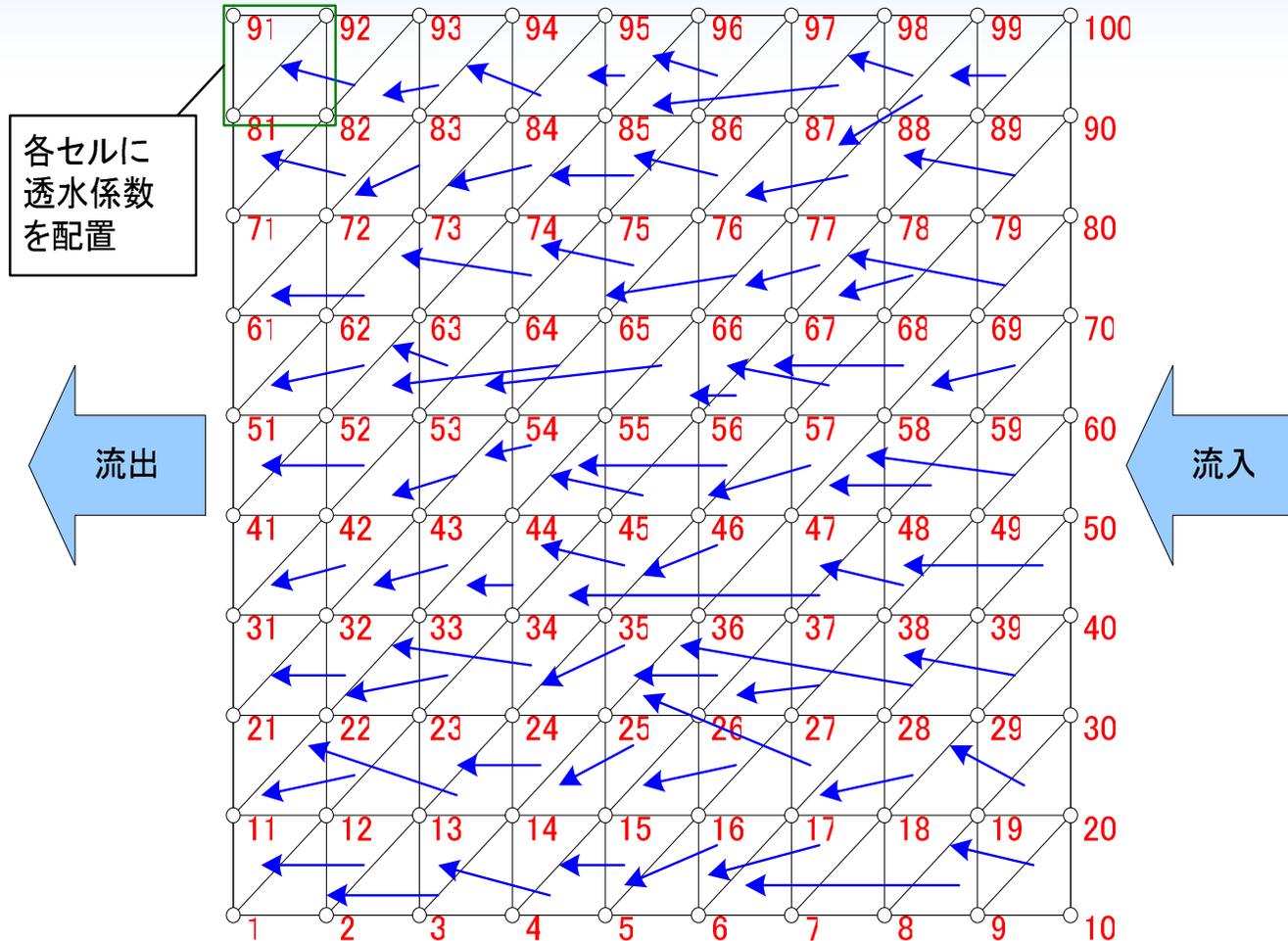
Li : 距離(今回は産出量とする。)

Ki : 透水係数

**SDの平均透水係数の算定方法**

# ■ 山砂の品質管理基準値の設定

## <平均透水係数での整理>



**サンドマット・保護砂・直投・揚土の平均透水係数の算定方法**

## ■ 山砂の品質管理基準値の設定

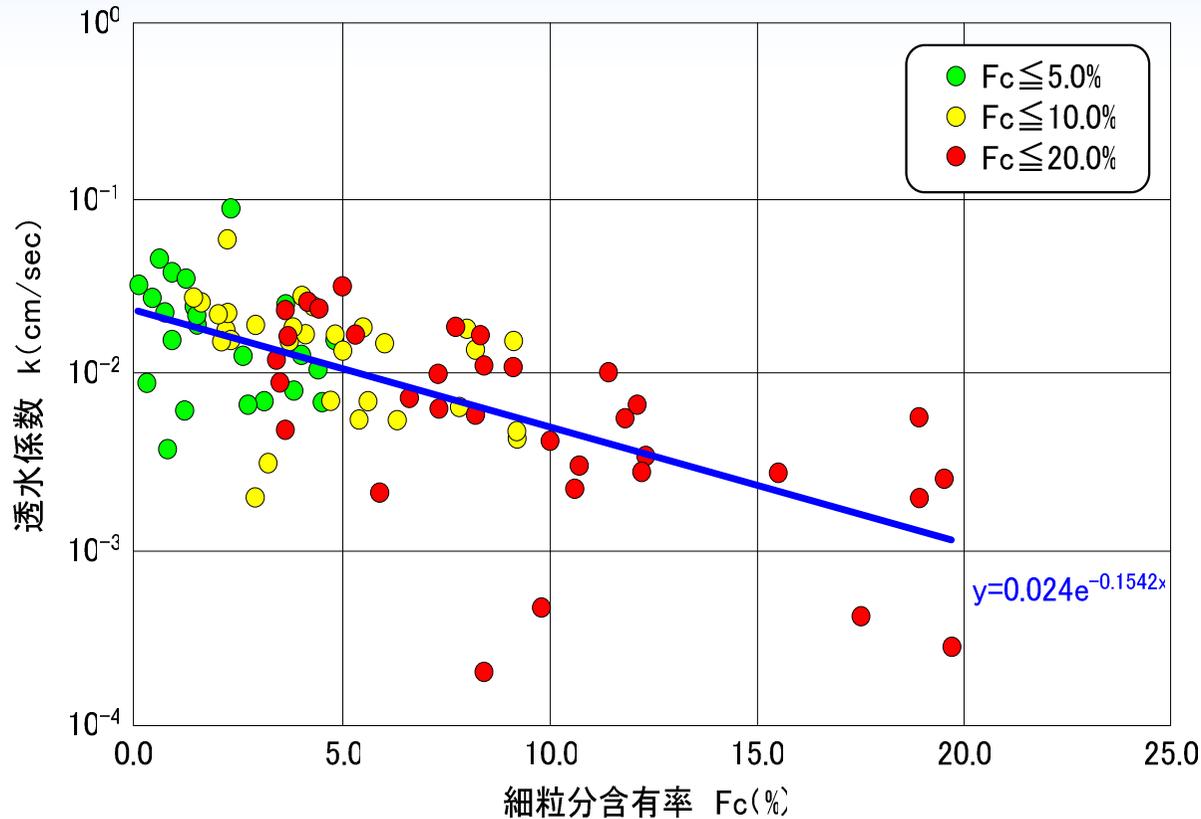
＜平均透水係数での整理＞

工種	平均透水係数		設計透水係数
SD	$1.3 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$	>	$1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$
サンドマット	$1.9 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$	>	$1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$
保護砂	$1.6 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$	>	$1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$
埋立材(直投、揚土)	$9.1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$	>	$1.0 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$

設計値よりも低い透水係数の材料が混入しても、  
平均的には、設計で必要とされる透水性能を満足する。

# ■ 山砂の品質管理基準値の設定

## ＜粒度分布と透水係数の相関＞



$F_c \leq 5.0\%$   
工種: SD、サンドマット

$F_c \leq 10.0\%$   
工種: SCP、保護砂

$F_c \leq 20.0\%$   
工種: 直投、揚土

**$k \sim F_c$  によい相関性があることを確認。**

**→ 品質管理は  $F_c$  で管理できる。**

# ■ 山砂の品質管理基準値の設定

## <管理基準値の設定>

工種	要求性能		品質管理項目と基準値	
SCP	透水係数 k	$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$	細粒分含有率 Fc	$F_c \leq 10.0\%$
SD		$k \geq 1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$		$F_c \leq 5.0\%$
サンドマット		$k \geq 1 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$		$F_c \leq 5.0\%$
保護砂		$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$		$F_c \leq 10.0\%$
直投		$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$		$F_c \leq 20.0\%$
揚土		$k \geq 1 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$		$F_c \leq 20.0\%$

東京国際空港D滑走路建設外工事

# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

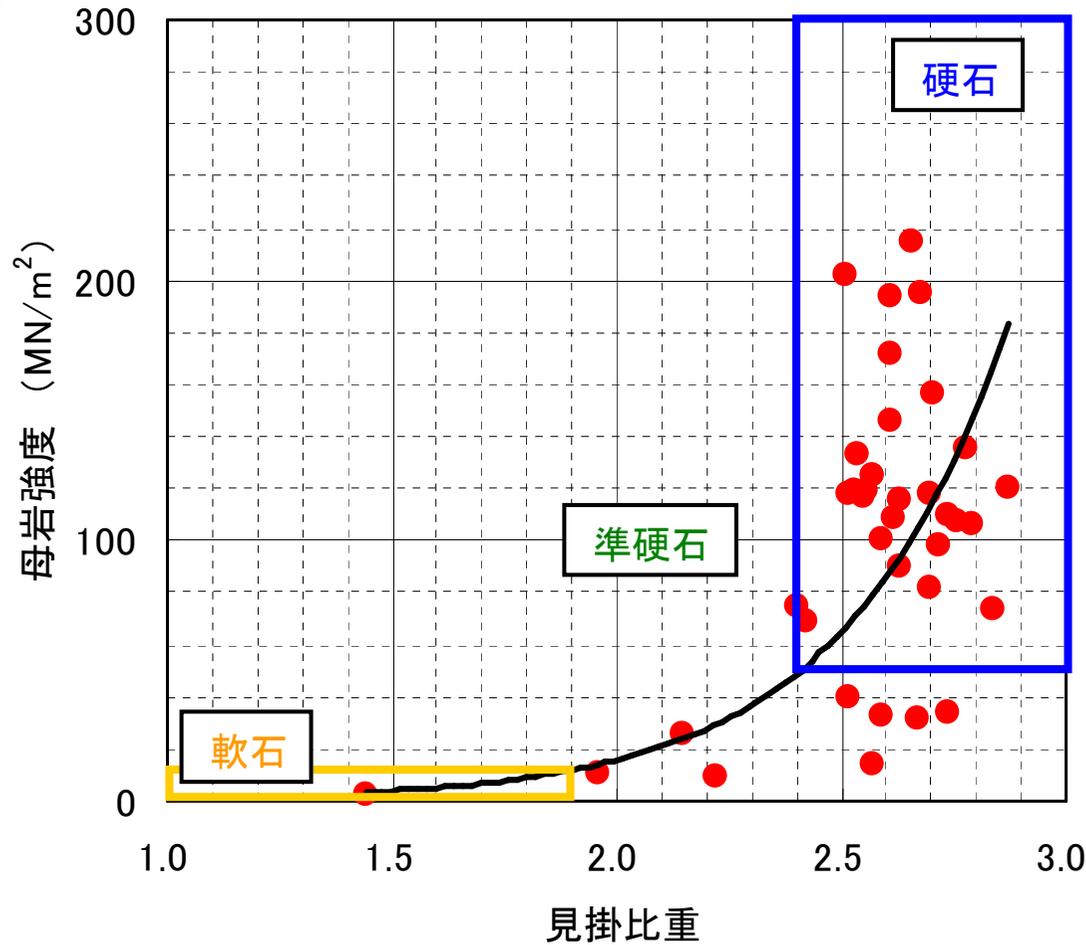
＜事前調査結果＞



粒度  
な材料

# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <事前調査結果>



【JISによる区分】

半数以上が硬石

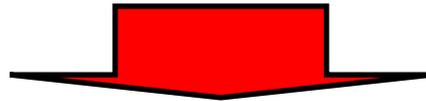
軟石は数土源

## ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

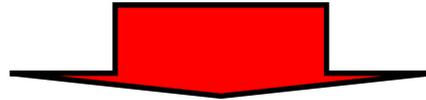
<液状化特性>

【要求性能】

「埋立地盤が補正最大基盤加速度  
**439gal**（大船渡波・八戸波）に対して  
液状化しないこと」



岩ズりは、**L1**相当の地震に対して非  
液状化材料である必要

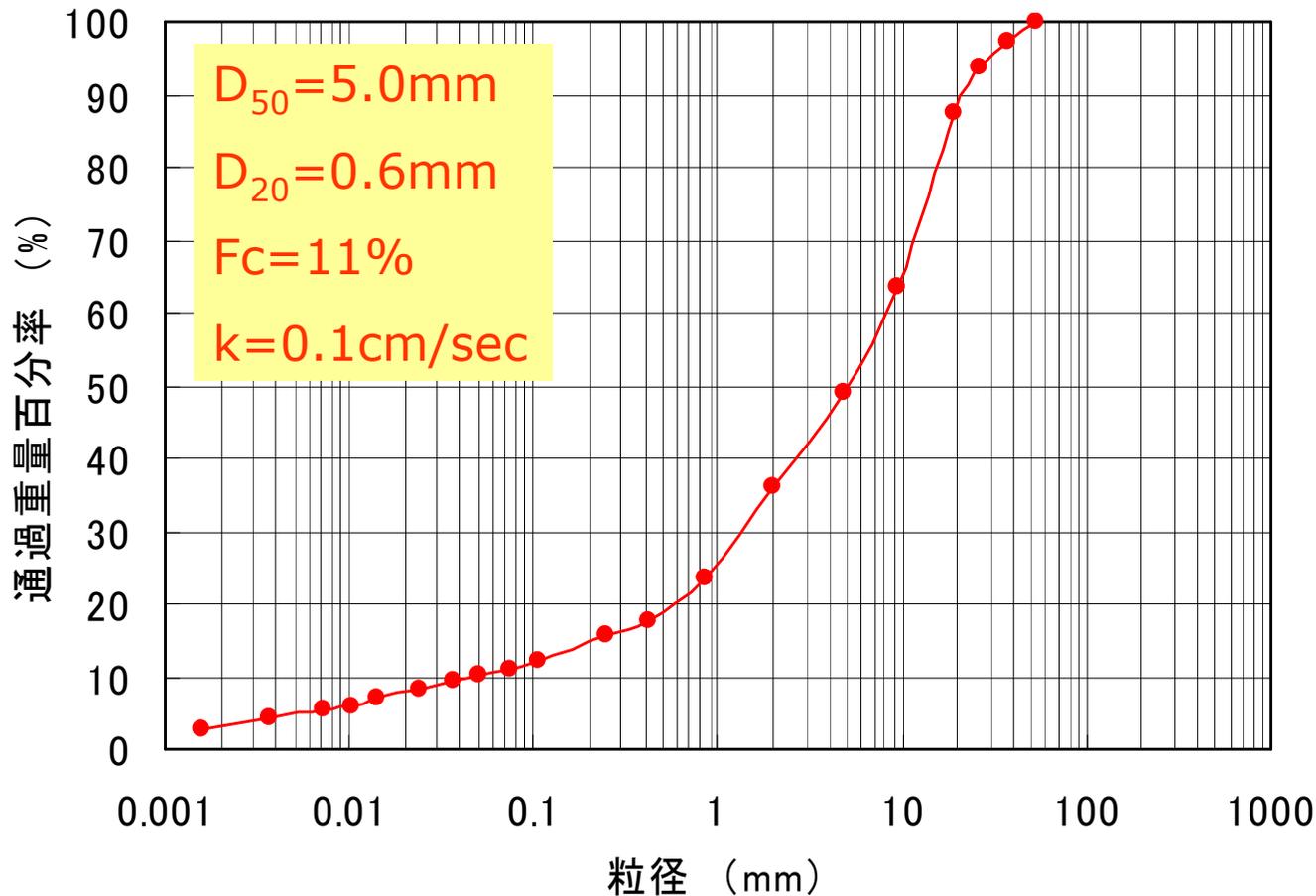


模型振動台実験で液状化／非液状化の  
判定基準を確認

# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <液状化特性>

実験試料 : 千葉県産の砂岩ズリ



透水係数は  
大型透水試験  
で確認

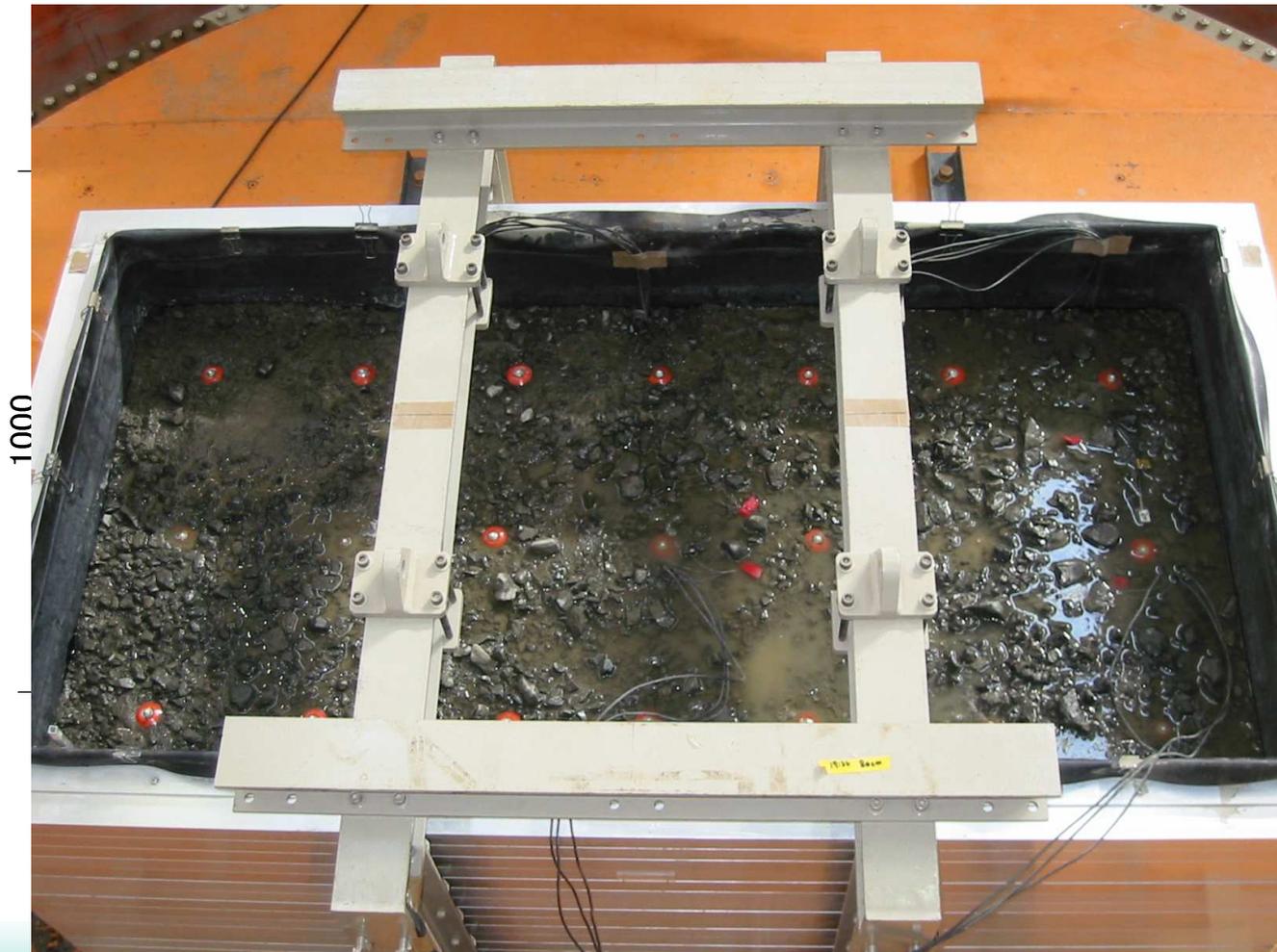
(Creagerによる $D_{20}$   
から推定される提案  
値と一致)

東京国際空港D滑走路建設外工事

# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

<液状化特性>

実験模型 : 井合の1g場における相似則を適用

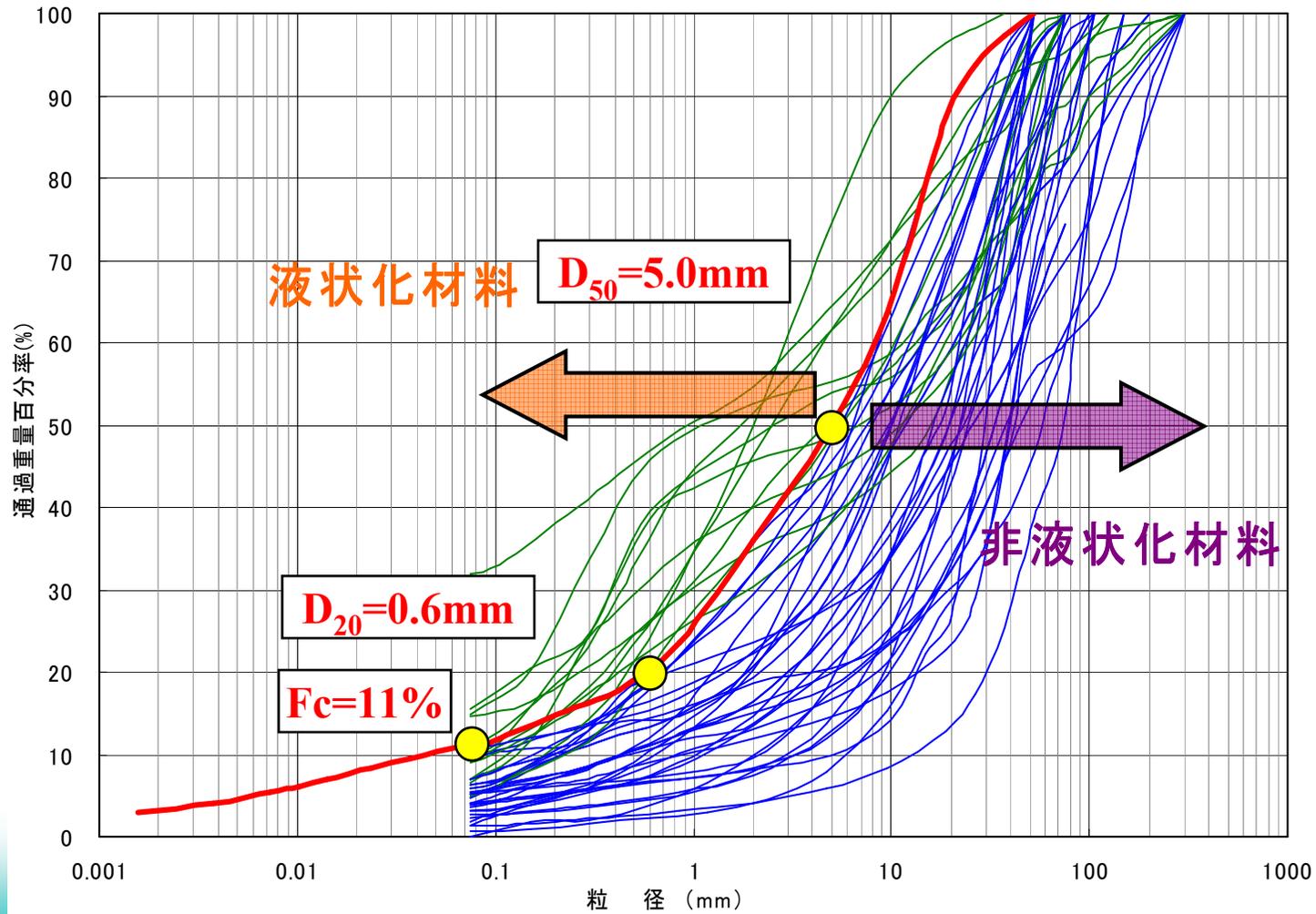


間隙水：  
グリセリン溶液

# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <液状化特性>

$D_{50}=5.0\text{mm}$ 、 $D_{20}=0.6\text{mm}$ 、 $F_c=11\%$ 、 $k=0.1\text{cm/sec}$



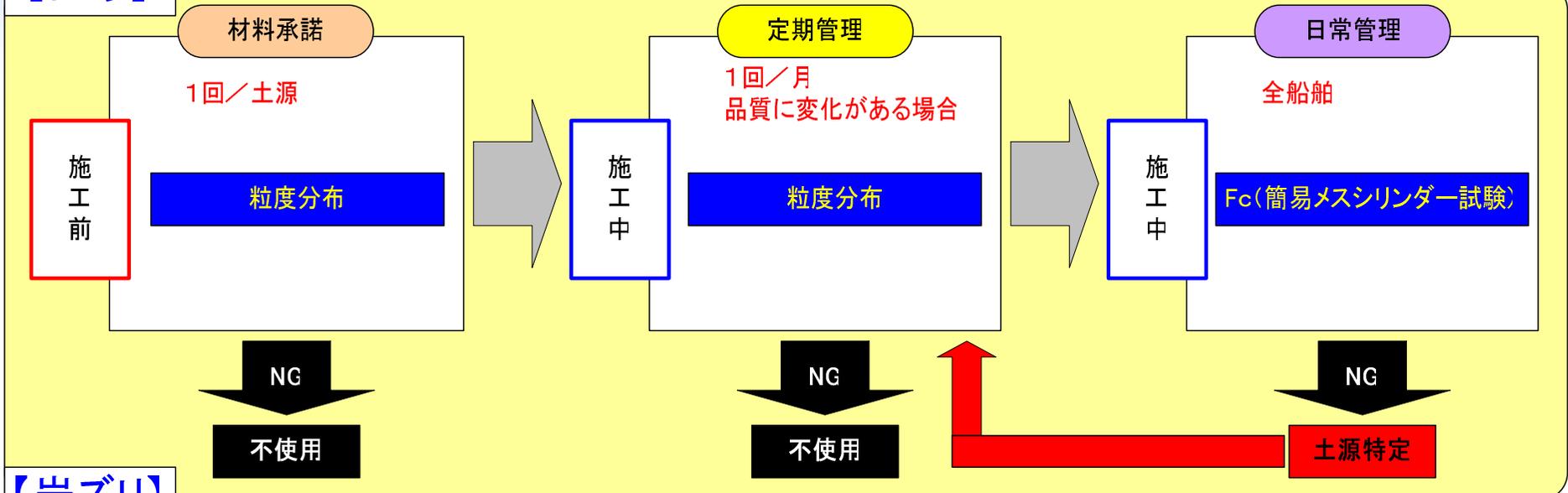
# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <管理基準値の設定>

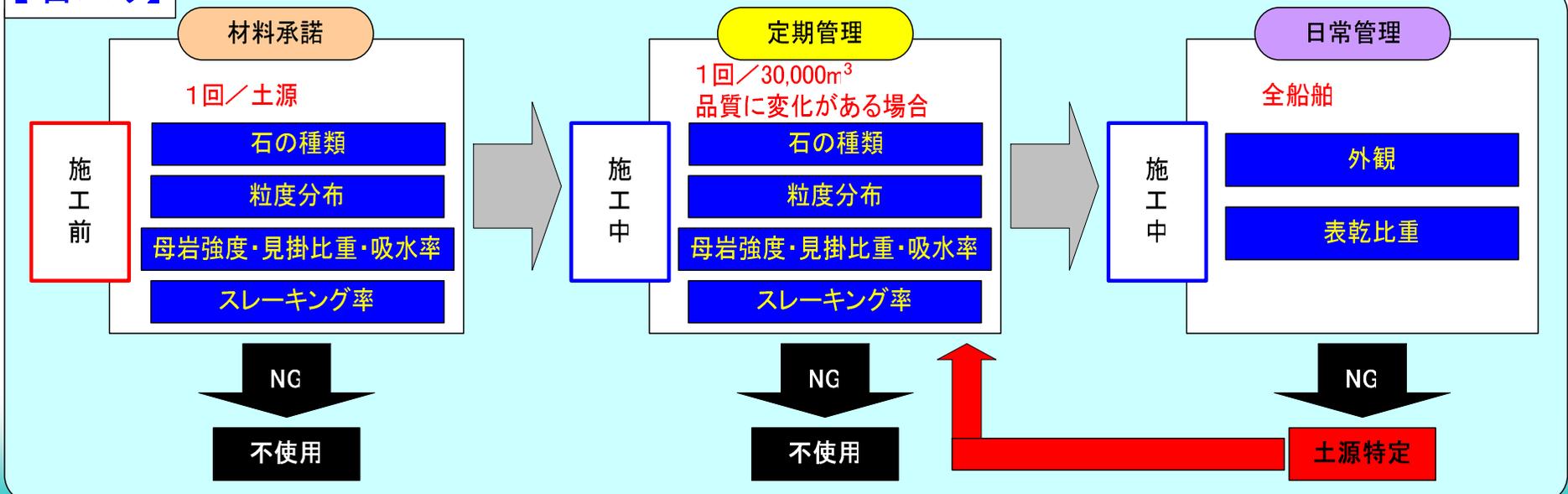
工種	要求性能			品質管理項目と基準値				
	せん断強度	長期耐久性(圧縮性)	液状化特性	母岩強度 (MN/m <sup>2</sup> )	見掛比重		吸水率 (%)	粒度分布
					絶乾比重	表乾比重(参考)		
築堤材	φ > 30度	二次圧密係数 C <sub>α</sub> < 0.06%	非液状化	19.6 以上	2.1 以上	2.2 以上	15 未満	D <sub>50</sub> ≥ 5mm D <sub>20</sub> ≥ 0.6mm F <sub>c</sub> ≤ 11%
床掘置換				9.8 以上	1.9 以上	2.1 以上	20 未満	
中仕切堤		二次圧密係数 C <sub>α</sub> < 0.06% スレーキング率 ≤ 30%		19.6 以上	2.1 以上	2.2 以上	15 未満	
揚土1(排水層)								
裏込工								

# 品質管理項目と方法

## 【山砂】



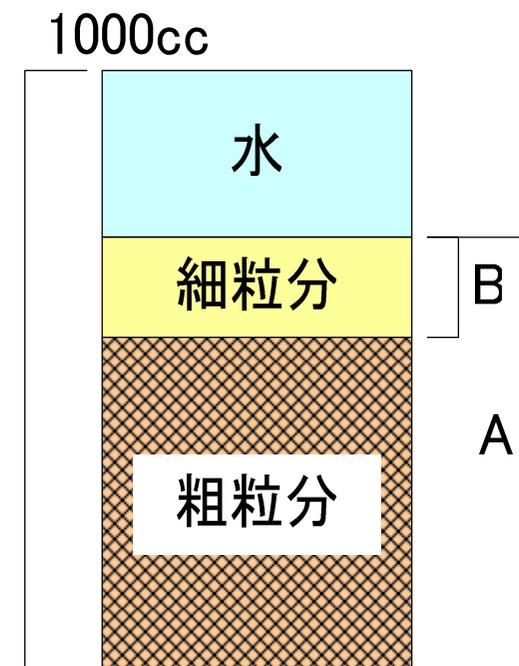
## 【岩ズリ】



## ■ 品質管理項目と方法

### <簡易メスシリンダー試験>

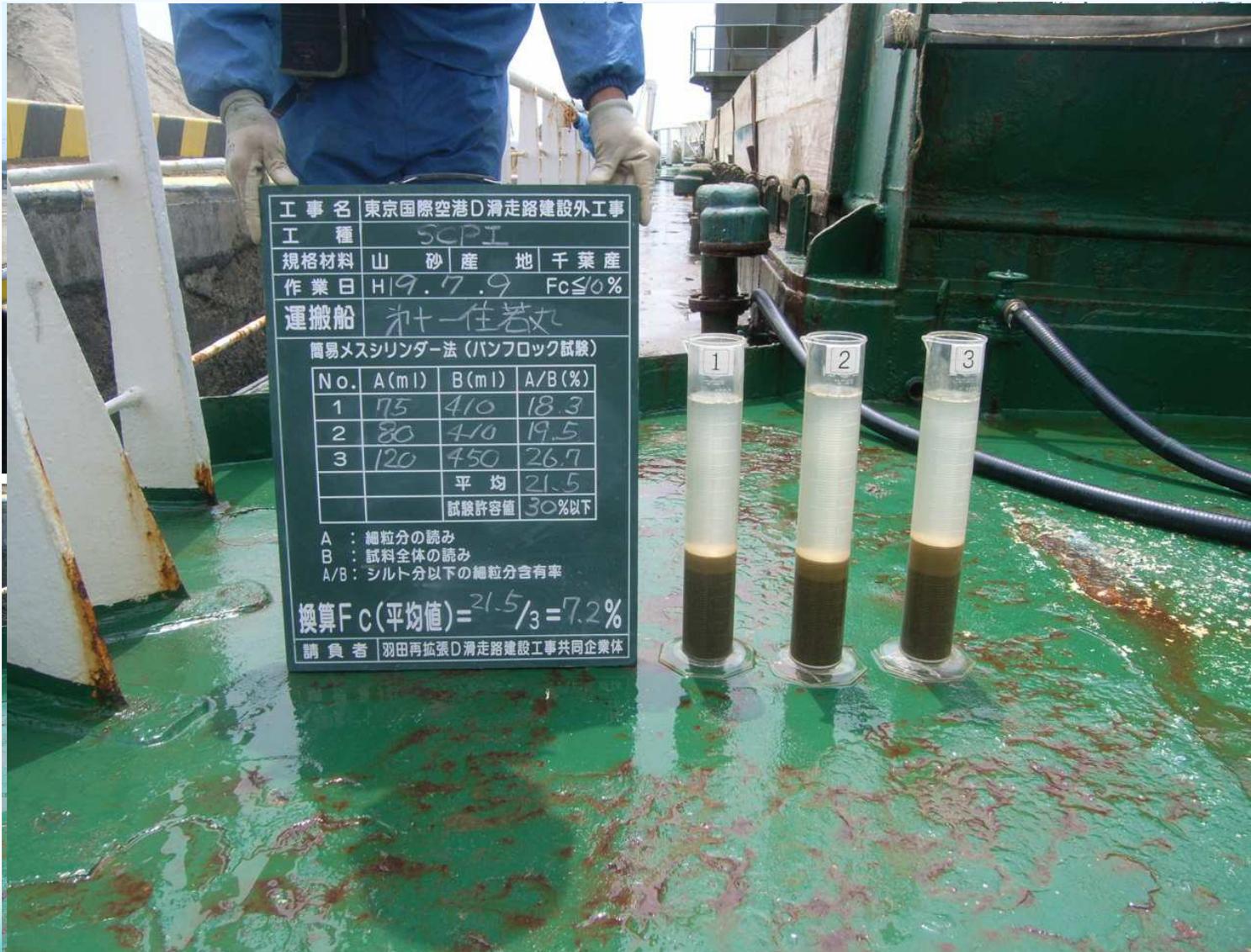
- 1) 1000ccのメスシリンダーに採取した試料を350cc程度投入し、海水を加え900ccにする。メスシリンダーを数回振り試料中の空気を抜き、さらに海水を加え998ccとする。
- 2) 海水および試料がこぼれないように20回・50秒を標準としメスシリンダーを振る。その後10秒程度静置する。
- 3) 静置後、沈降剤溶液を2cc注入し攪拌する。
- 4) 攪拌終了後3分間静置し、堆積物の全容積A(粗粒分+細粒分)および堆積物の上層部分の細粒分の容積Bを読み取り、 $B/A \times 100$ で体積百分率を算出する。



東京国際空港D滑走路建設外工事

# 品質管理項目と方法

## <簡易メスシリンダー試験>



## ■ おわりに

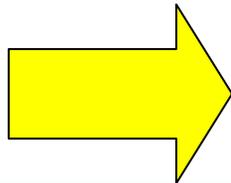
- ・ 本工事の大量急速施工において、  
迅速かつ適切な管理手法の確立が重要

- ・ 山砂・岩ズリの代替材として

**建設発生土**

**スラグ**

なども検討中



**適切な品質管理を実施**

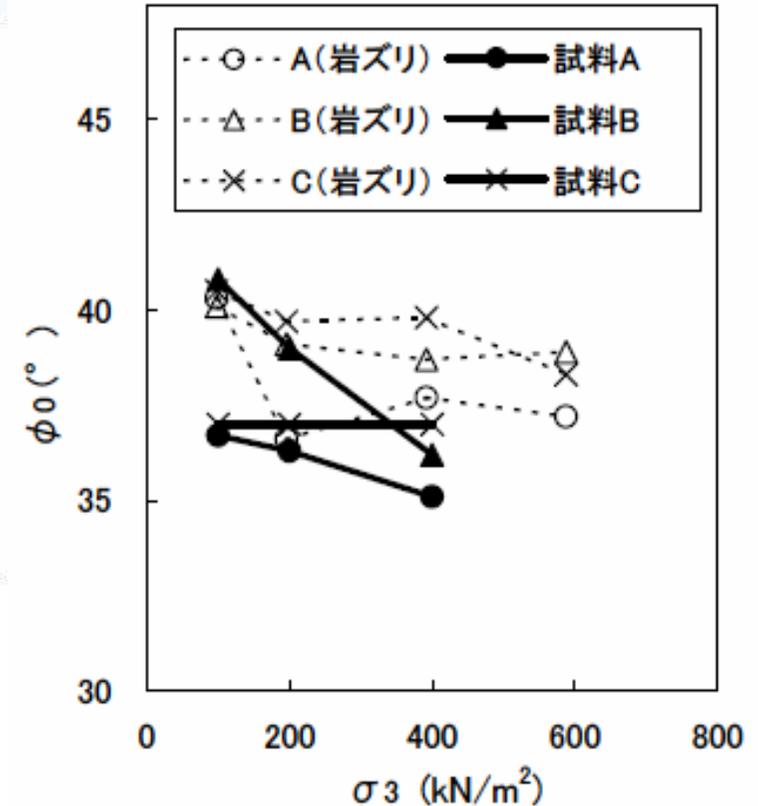
# END

**ご静聴ありがとうございました。**

# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <せん断強度特性>

		供試体作成後			強度定数		
		乾燥密度 $\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	飽和密度 $\gamma_{sat}$ (g/cm <sup>3</sup> )	間隙比 $e_0$	Cd (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi_d$ (度)	$\phi_0$ $\sigma_3=400\text{kPa}$ (度)
既往の研究	砂岩ズリA	1.297	1.799	1.006	10.0	37.4	37.7
	砂岩ズリB	1.509	1.942	0.766	4.0	38.6	38.7
	砂岩ズリC	1.415	1.860	0.801	20.0	37.9	39.8
今回実施	試料A	1.224	1.771	1.208	12.2	34.4	35.1
	試料B	1.263	1.796	1.141	37.1	34.1	36.2
	試料C	1.217	1.766	1.217	0.1	37.0	37.0



→  $\phi_d > 34$ 度である。

【参考文献】

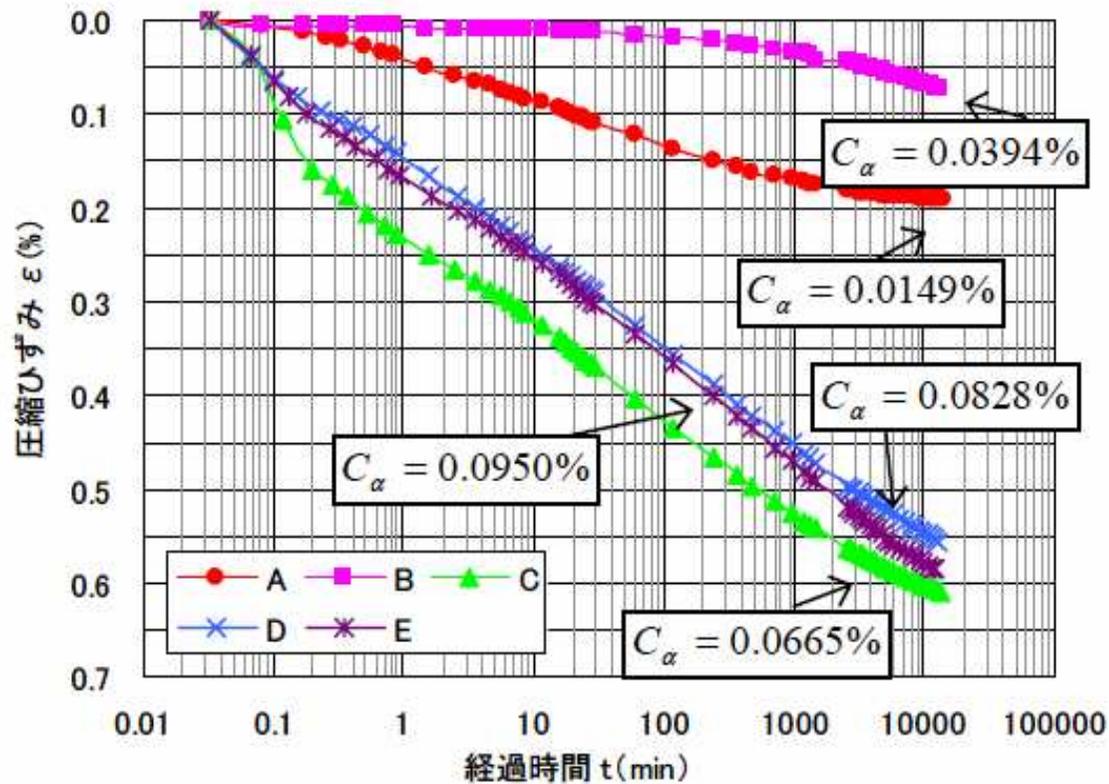
塩見ら: 大型三軸試験による砂岩ズリの強度特性、第30回土質工学研究発表会

笹井ら: 港湾工事に用いる岩ズリの強度特性について、第40回地盤工学研究発表会

# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <長期圧縮特性>

海中部に使用する部分については、二次圧縮指数 ( $C_\alpha$ ) で評価



$C_\alpha = 0.1 \sim 0.01\%$ 程度

→ 100年間で1cm程度

(沖積粘性土では、

$C_\alpha = 2.0 \sim 6.0\%$ )

### 【参考文献】

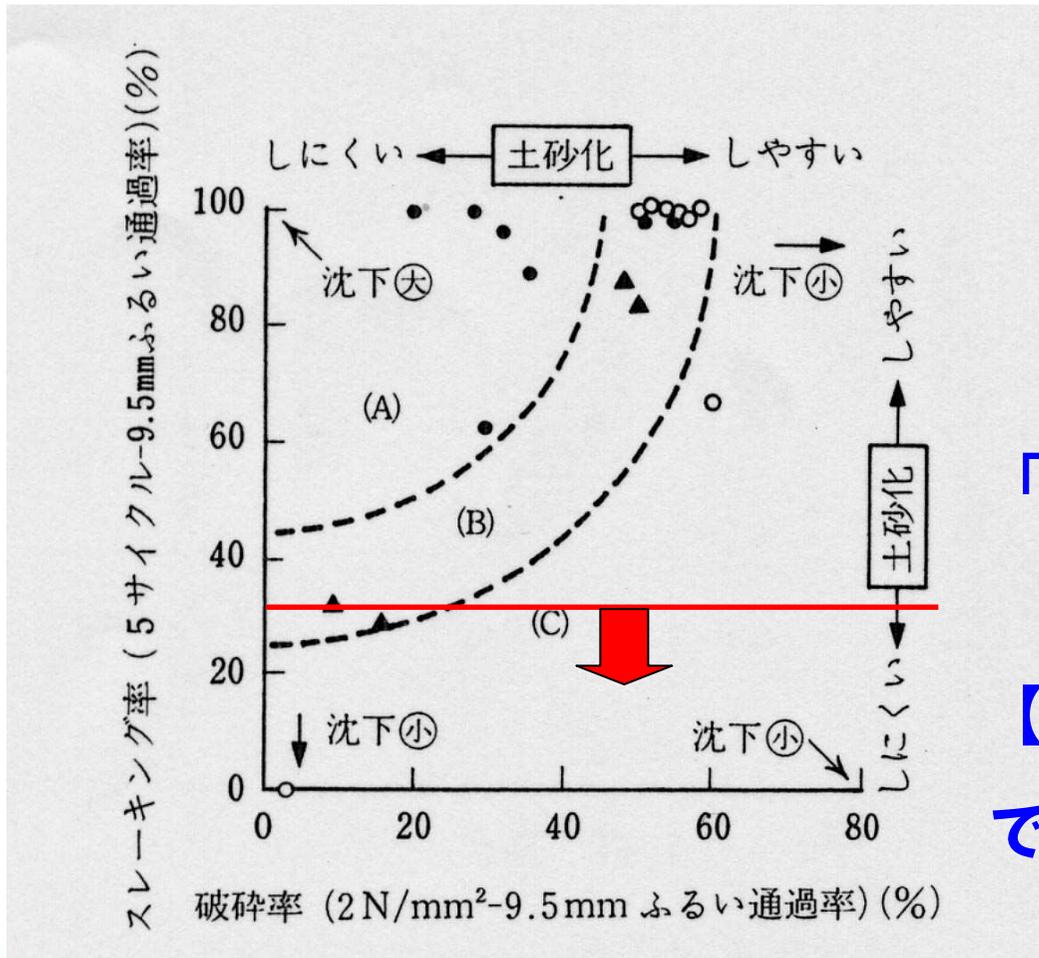
水上ら: 砂岩ズリの圧縮特性について、第31回地盤工学研究発表会

池野ら: 岩ズリの埋立材としての適用性に関する実験、第40回地盤工学研究発表会

# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <長期圧縮特性>

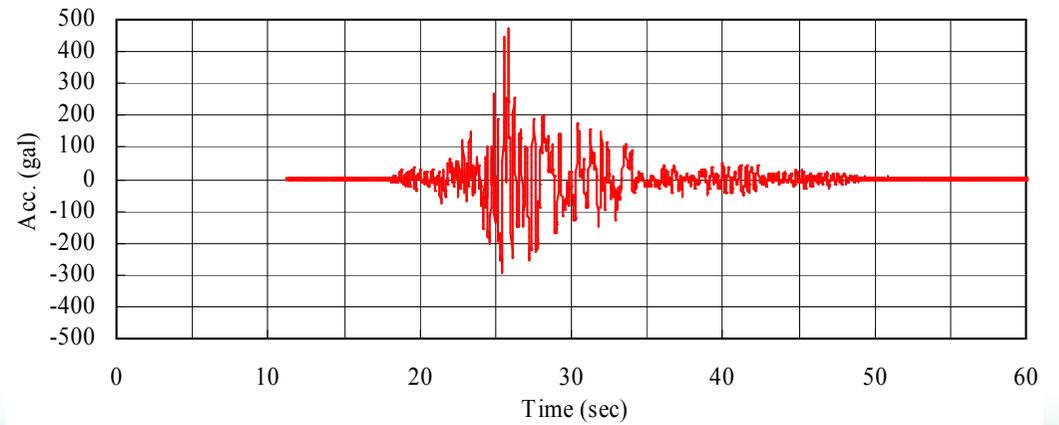
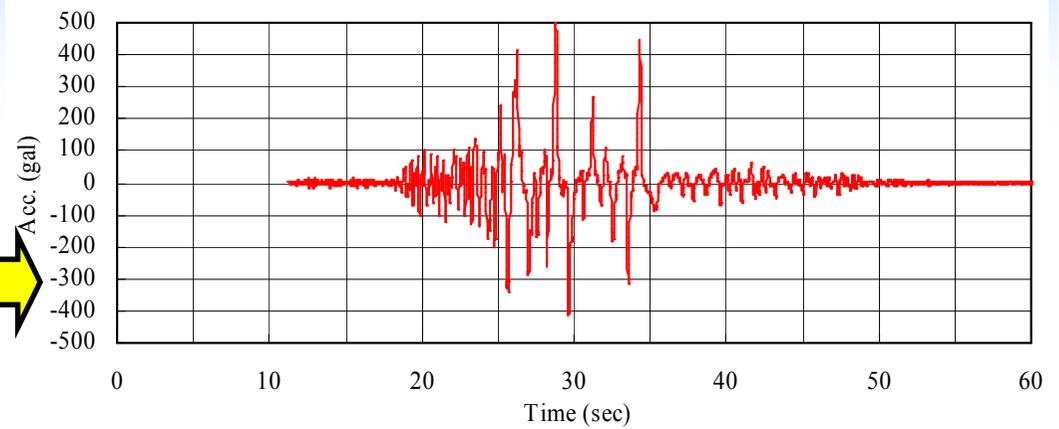
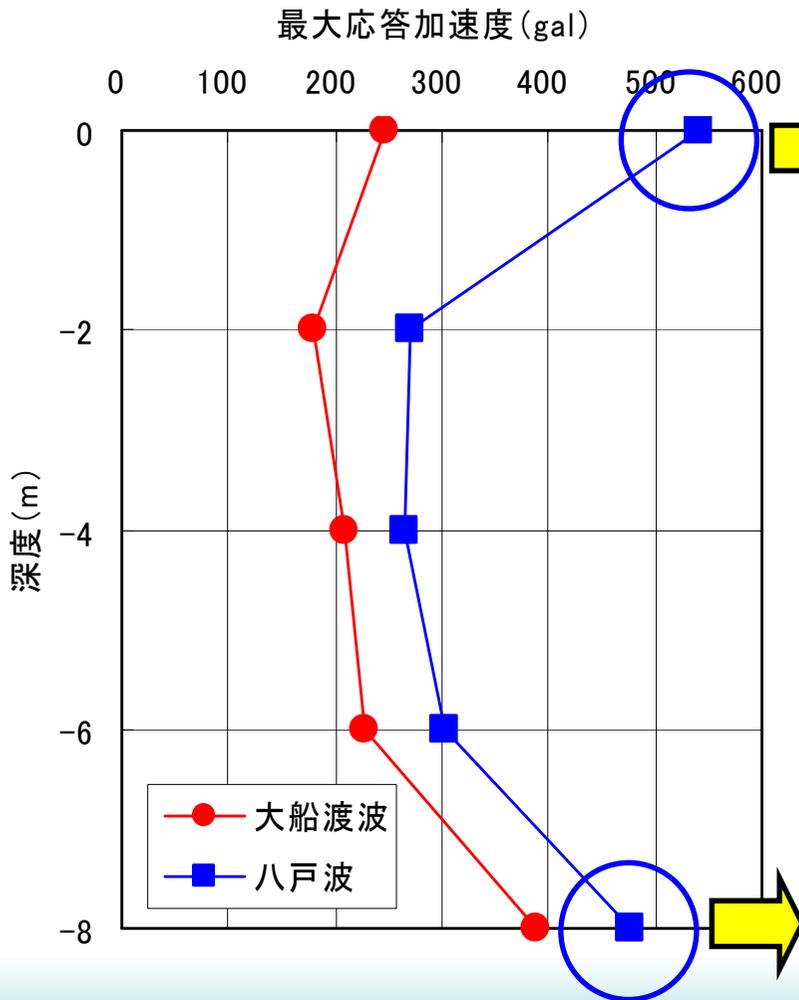
気中部に使用する部分については、スレーキング率で評価



「旧 日本道路公団  
設計要領 土工編」より  
【スレーキング率 $\leq$ 30%以下  
であれば、有害な沈下はない】

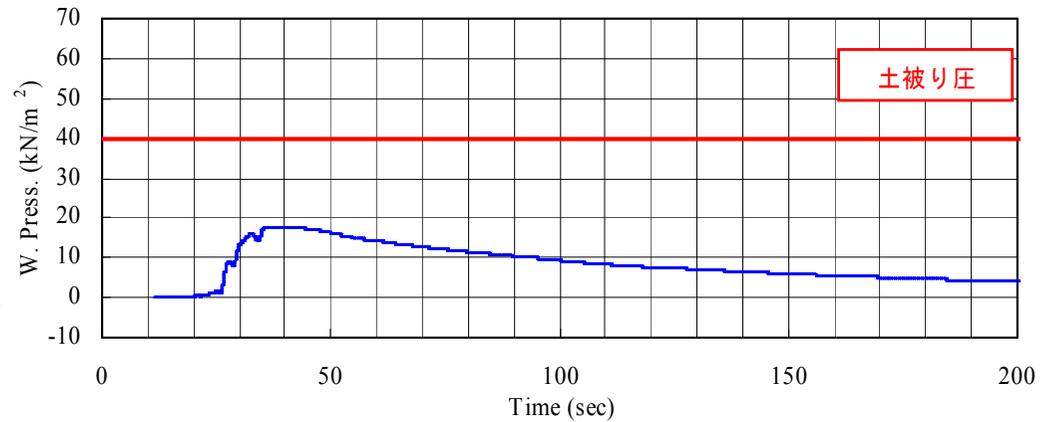
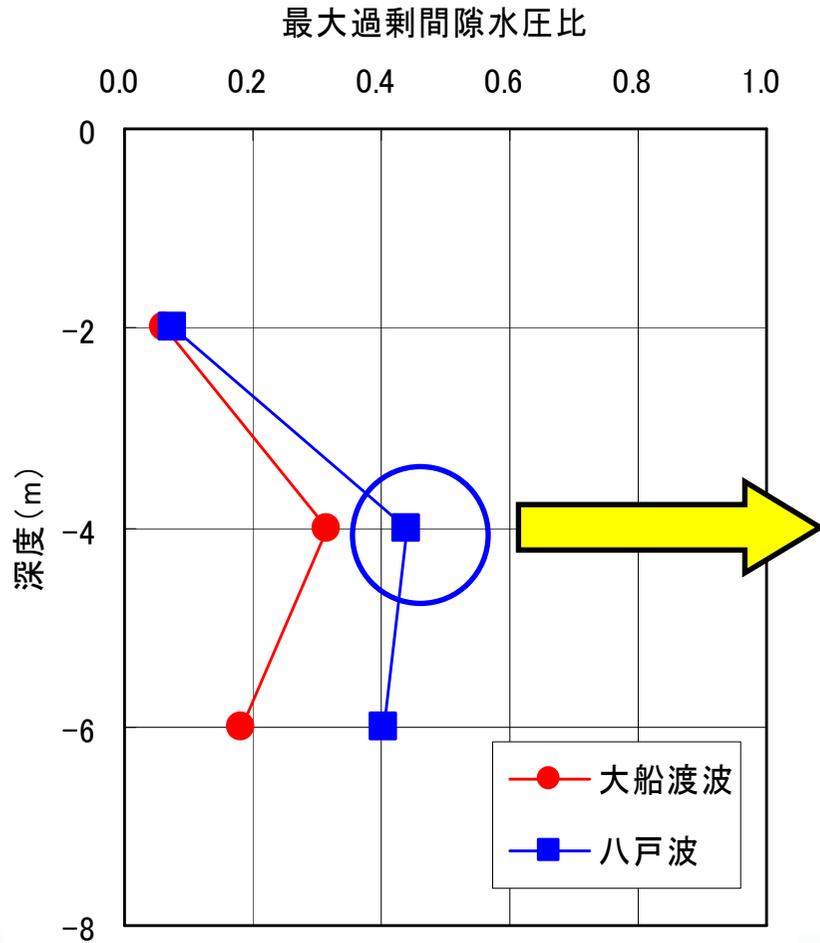
# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <液状化特性>



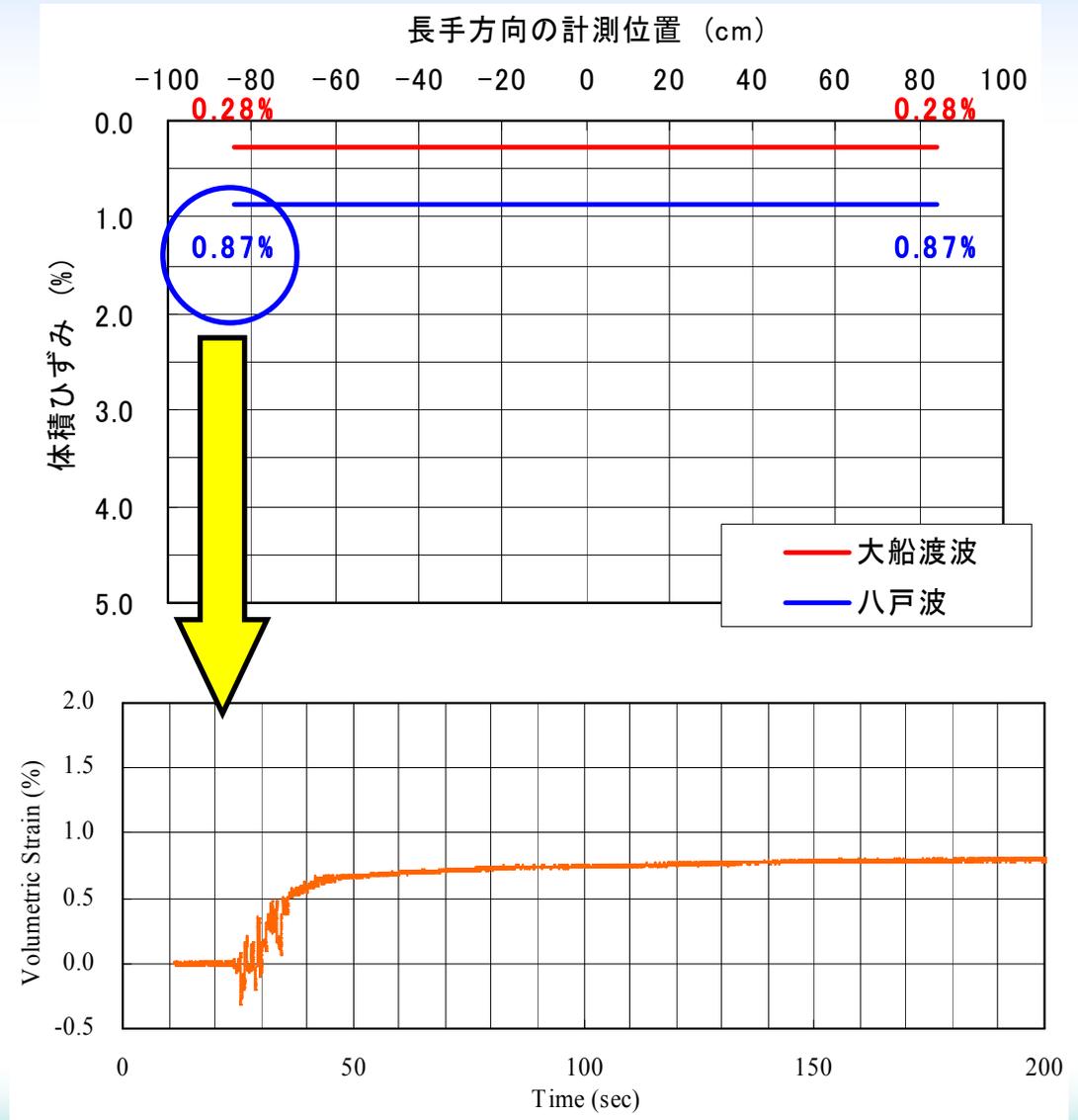
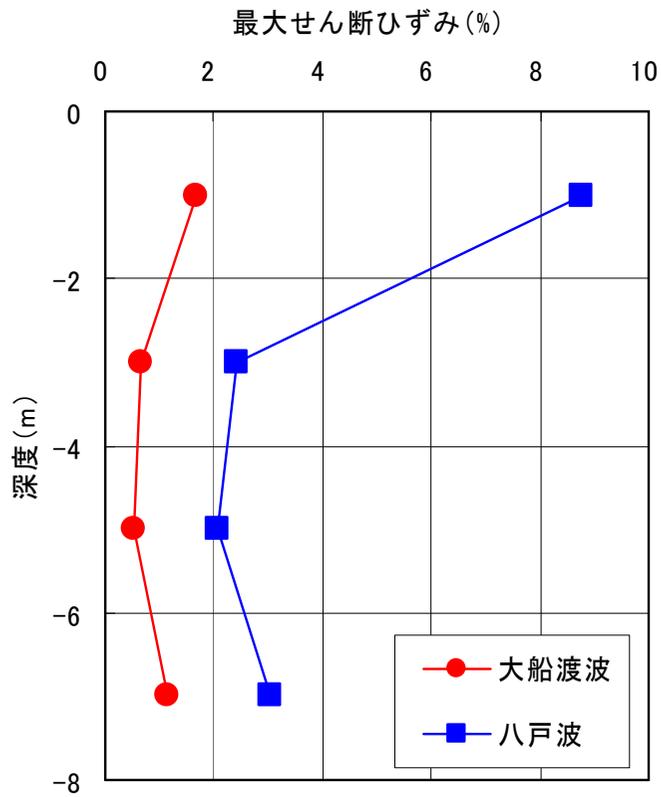
# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <液状化特性>

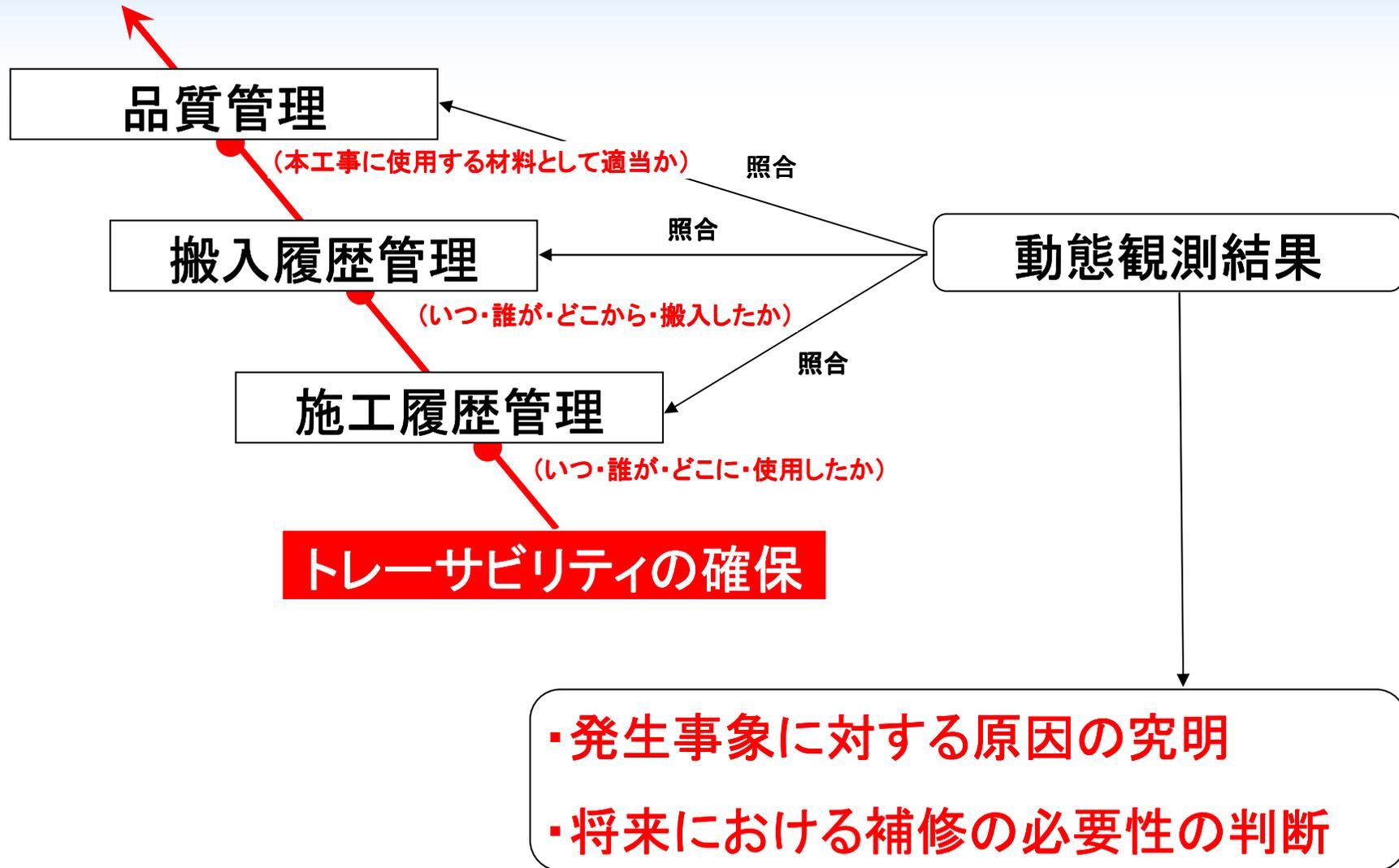


# ■ 岩ズリの品質管理基準値の設定

## <液状化特性>

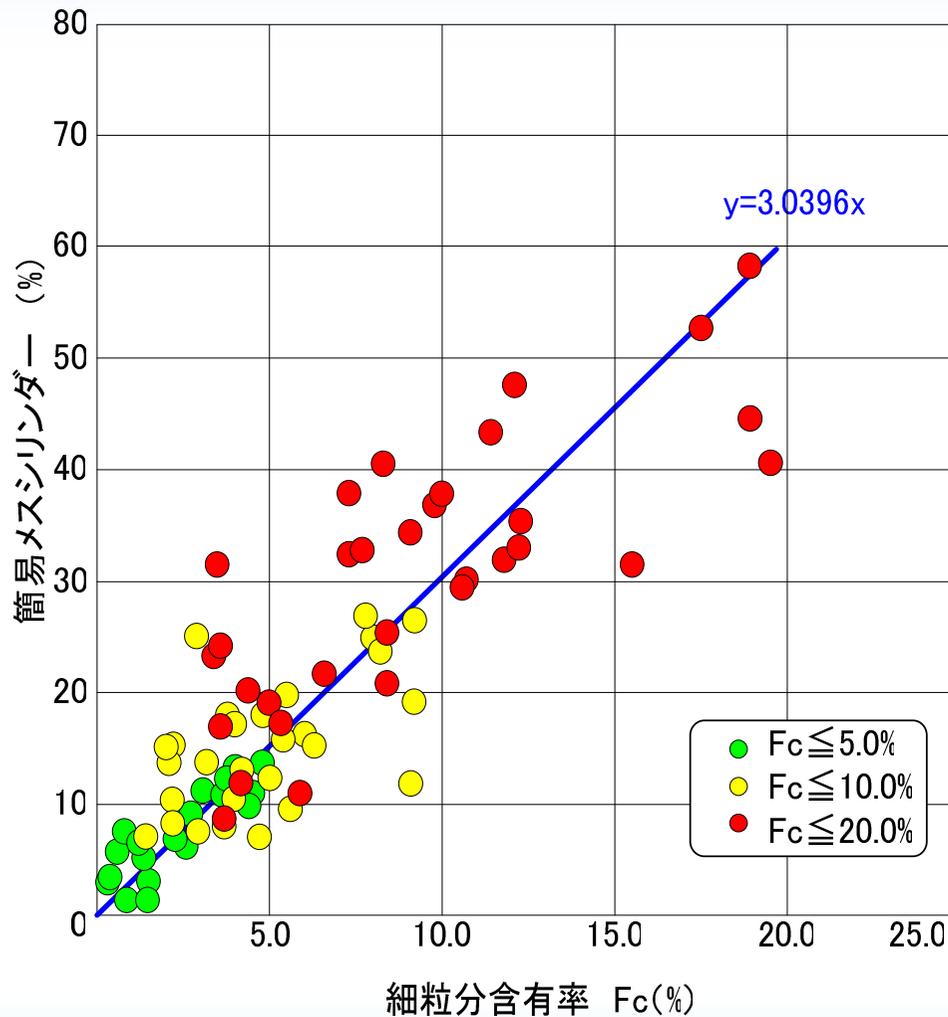


# ■ トレーサビリティの確保について



# ■ 品質管理項目と方法

## <簡易メスシリンダー試験>



簡易メスシリンダー法：

粗粒分と細粒分の体積比

粒度試験：重量比

体積比と重量比の相関性：

3:1=体積比：重量比

→  $F_c \leq 5.0\%$ の基準の山砂

→ 15.0%以下を基準