

運用指針

第2条①-ハ 国内の道路事業において実績のない新たな技術の採用

橋梁基礎くい設計の地盤定数の見直し

(新名神高速道路 <sup>タカツキ</sup>高槻 JCT ~ <sup>ミノオ</sup>箕面 IC)

(新名神高速道路 <sup>ミノオ</sup>箕面 IC ~ <sup>コウベ</sup>神戸 JCT)

## 橋梁基礎くい設計の当初計画

- ・従来の設計要領では、岩盤の物性は
  - ・粘着力
    - ⇒  $c_0 = 0$
  - ・くい周面の極限せん断地盤反力度
    - ⇒ 砂質土と岩盤が同じ区分

### 【塑性化後のせん断定数】

項目	従来の設計要領(NEXCO西日本)	
	土砂～軟岩( $C_L$ )	中硬岩( $C_M$ 以上)
粘着力 $c_0$	$c_0 = c$	$c_0 = 0$
せん断抵抗角 $\phi_B$	$\phi_B = \phi$ ( $\phi' = \phi \leq 30^\circ$ )	$\phi_B = 2/3 \phi$ ( $\phi' = \phi \leq 30^\circ$ )

### 【くい周面の極限せん断地盤反力度】

項目	従来の設計要領(NEXCO西日本)	
	砂質土及び岩盤	
杭周面の極限せん断地盤反力度	$f = \min[5N, (c + p_0 \tan \phi)] \leq 200$	

## 経営努力による変更

- ・従来の設計要領の見直しを検討
- ・室内試験及び原位置試験を実施し、新たな設計手法の妥当性を確認

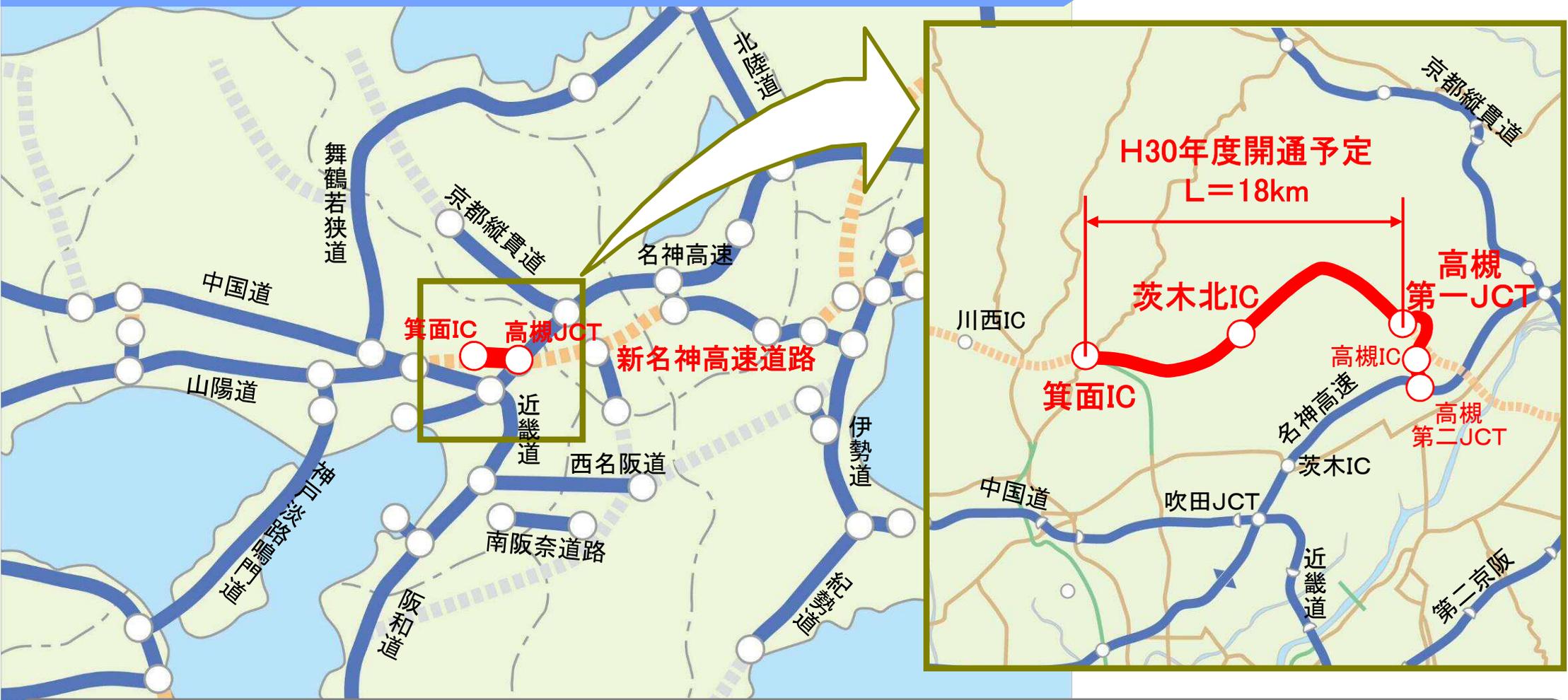
### 【塑性化後のせん断定数】

項目	岩盤の物性を評価した設計手法	
	土砂～軟岩( $C_L$ )	中硬岩( $C_M$ 以上)
粘着力 $c_0$	$c_0 = c$	$0 \leq c_0 \leq 1/3c$
せん断抵抗角 $\phi_B$	$\phi_B = \phi$ ( $\phi' = \phi \leq 30^\circ$ )	$\phi_B = 2/3 \phi$

### 【くい周面の極限せん断地盤反力度】

項目	岩盤の物性を評価した設計手法	
	砂質土	岩盤
杭周面の極限せん断地盤反力度	$f = \min[5N, (c + p_0 \tan \phi)] \leq 200$	(弾性領域) $f = c + p_0 \tan \phi$ (塑性領域) $f_0 = c_0 + p_0 \tan \phi_B$ ただし、 $0 \leq c_0 \leq 1/3c$ 、 $\phi_B = 2/3 \phi$

新名神高速道路 高槻JCT～箕面ICの路線概要



・新名神高速道路は、愛知県名古屋市を起点とし三重、滋賀、京都、大阪の各府県を結び兵庫県神戸市に至る延長約174kmの高速道路  
 ・このうち高槻第一JCT～神戸JCT間は、名神高速道路と中国自動車道及び山陽自動車道と接続し広域交通を処理、特に名神高速道路及び中国自動車道との適切な交通機能分担を確保することで、名神高速道路等の混雑を解消し、お客さまサービスの向上を図る。また災害や事故等の緊急時や大規模な補修工事による交通規制時には、名神高速道路等と相互に代替機能を発揮して的確に交通処理を行う

# 橋梁基礎くい設計のコスト縮減の検討



- ・新名神高速道路は山間部に位置し、**多くの採石場を通過**するルートである。
- ・H21当時、高槻JCT～神戸JCT間で**112基の深礎杭が計画**されており、地形の特性から**中硬岩への大口径深礎ぐい**の多用が想定された。
- ・一般に中硬岩に深礎ぐいを施工するには**多額のコストを要する**ため、当該区間においては**現地条件を踏まえた合理的な地盤反力度などを設定**することにより大幅なコスト縮減を目指した

# 橋梁基礎くい設計のコスト縮減の検討

## 【開発の背景、コスト縮減検討の要因】

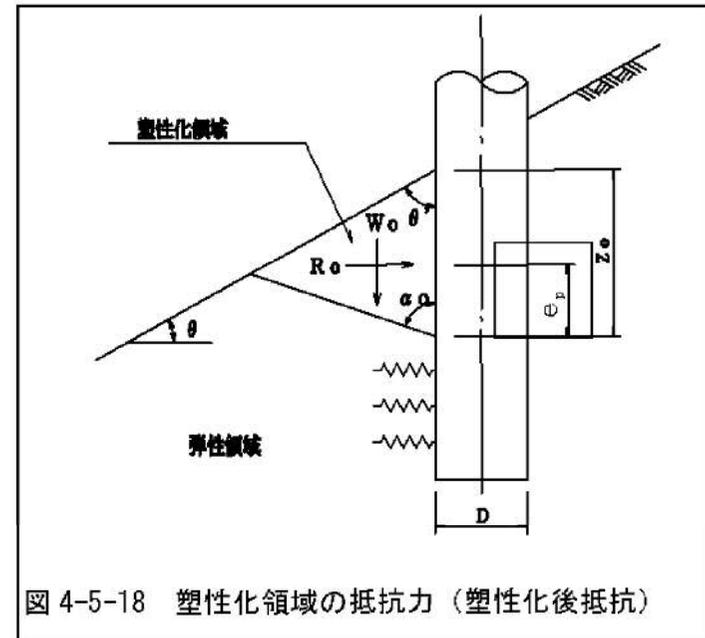
### 橋梁基礎くい設計の設計要領

【表-1：塑性化後のせん断定数】

項目	従来の設計要領(NEXCO 西日本)	
	土砂～軟岩( $C_L$ )	中硬岩( $C_M$ 以上)
粘着力 $c_0$	$c_0 = c$	$c_0 = 0$
せん断抵抗角 $\phi_B$	$\phi_B = \phi'$ ( $\phi' = \phi \leq 30^\circ$ )	$\phi_B = 2/3 \phi'$ ( $\phi' = \phi \leq 30^\circ$ )

【表-2：杭周面の極限せん断地盤反力度】

項目	従来の設計要領(NEXCO 西日本)
	砂質土および岩盤
杭周面の極限せん断地盤反力度	$f = \min[5N, (c + P_0 \tan \phi)] \leq 200$



### 【従来の設計要領】

- ・塑性化後のせん断定数の粘着力を0としている ⇒ 実際に0となることはまれである
- ・くい周面の極限せん断地盤反力度( $f$ )は、砂質土と岩盤が同じ区別 ⇒ 砂質土と岩盤では違いがある

現地状況を勘案し、制限値の見直しを行った深礎杭の設計を可能とすることでコストを縮減

# 橋梁基礎くい設計のコスト縮減の検討

## 【検討プロセス】

橋梁基礎くい設計

### 従来の設計要領の見直し検討

- ① 中硬岩の塑性化後の粘着力及びせん断抵抗角の見直し
- ② 杭周面の極限せん断地盤反力度の制限値の見直し

### 実験の実施

- ① 深礎杭の載荷試験
- ② 深礎内における水平平板載荷試験
- ③ 岩盤強度試験

### 解析の検討

- ①  $C_M$ 級岩盤の塑性化後強度の見直しに伴う合理化検討
- ② 周面摩擦抵抗上限値の見直しに伴う合理化検討

見直しによる新たな地盤定数を設定

設計要領の変更

## 【開発についての課題】

岩盤物性を十分評価した新たな橋梁基礎くい設計方法

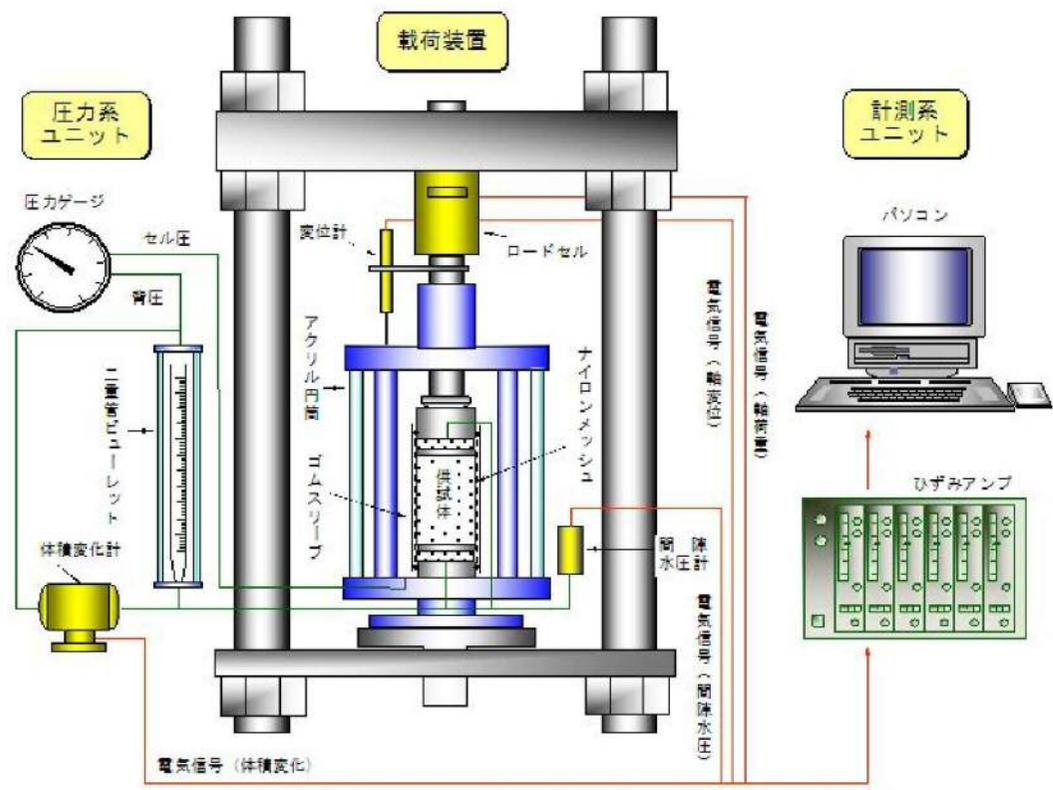
- ① 塑性化前後の地盤定数の評価  
【岩盤の室内試験の実施】多段階三軸圧縮試験
- ② 地盤定数評価の現場試験による確認  
【原位置試験の実施】試験くい水平載荷試験

# 橋梁基礎くい設計の新たな設計方法①

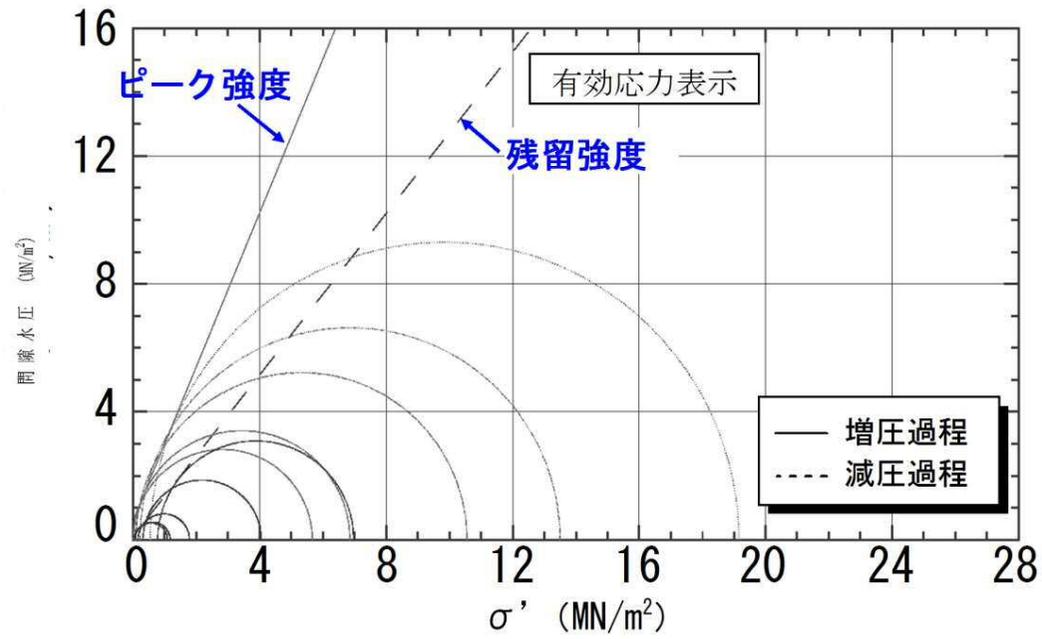
## ①塑性化前後の地盤定数の評価

### 【岩盤の室内試験の実施】多段階三軸圧縮試験

岩盤における塑性化後の残留強度を確認するために、1つの供試体を用いて様々な拘束圧下でせん断強度を求める試験。同一条件下でのピーク強度と残留強度を求め、**塑性化前後の強度定数の評価を実施**



多段階三軸圧縮試験装置の概要



モールの応力円(せん断強度)

### ■結果

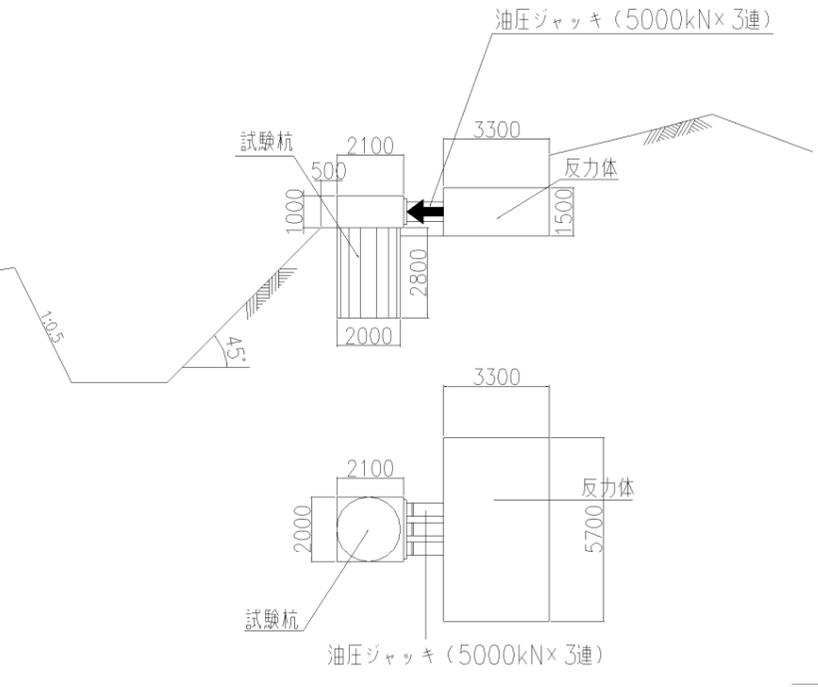
- ・ピーク強度後、大きなひずみ軟化を生じるが、**塑性化後の残留強度は、ある一定の内部摩擦角を確保**
- ・粘着力も多少は残留することから、**塑性化後**も作用する拘束圧下においてもその**せん断抵抗力が発現**

# 橋梁基礎くい設計の新たな設計方法②

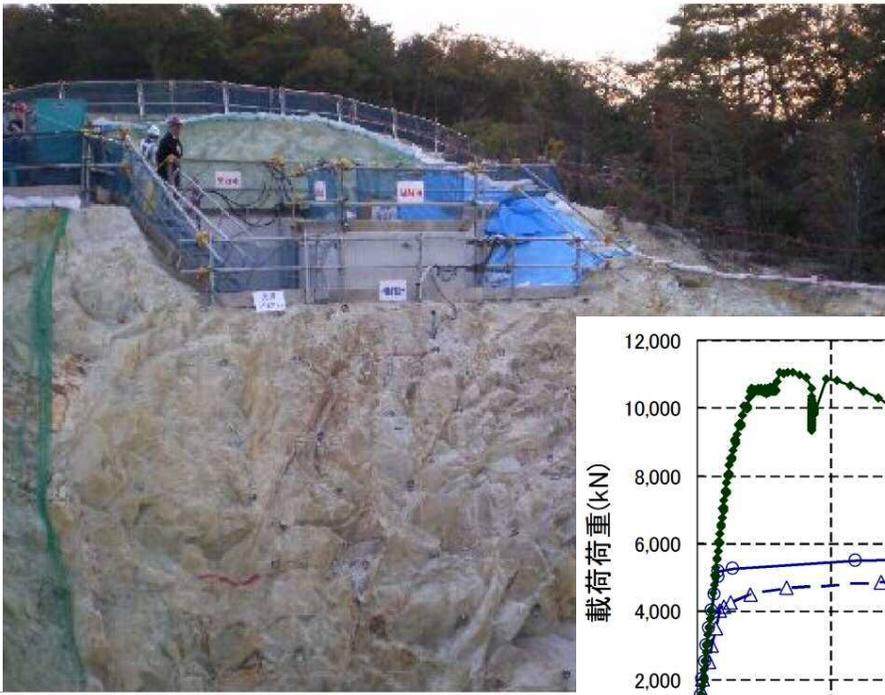
## ②地盤定数評価の現場試験による確認

### 【原位置試験の実施】試験くい水平載荷試験

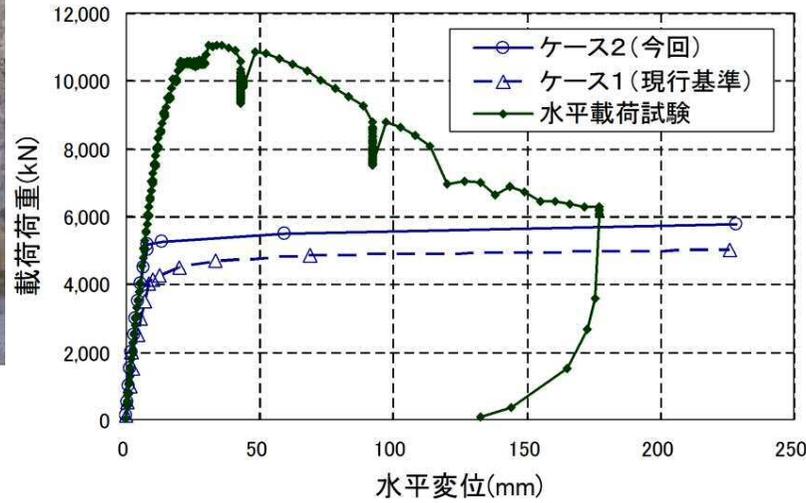
- ・室内試験及び解析等に基づき設定した地盤定数の妥当性を確認
- ・新名神の**建設現場に試験くいを設置し、水平載荷試験を実施**



試験くい配置図(単位:mm)



試験くい載荷試験全景



解析結果(荷重—水平変位)

### ■結果

現地試験結果とケース1(従来の設計)及びケース2(今回の岩盤の物性値を適切に評価した場合)を比べると、いずれも**安全性側の設計であることを確認**

# 橋梁基礎くい設計の地盤定数の見直し

## ●従来設計要領の改訂内容(平成22年2月)

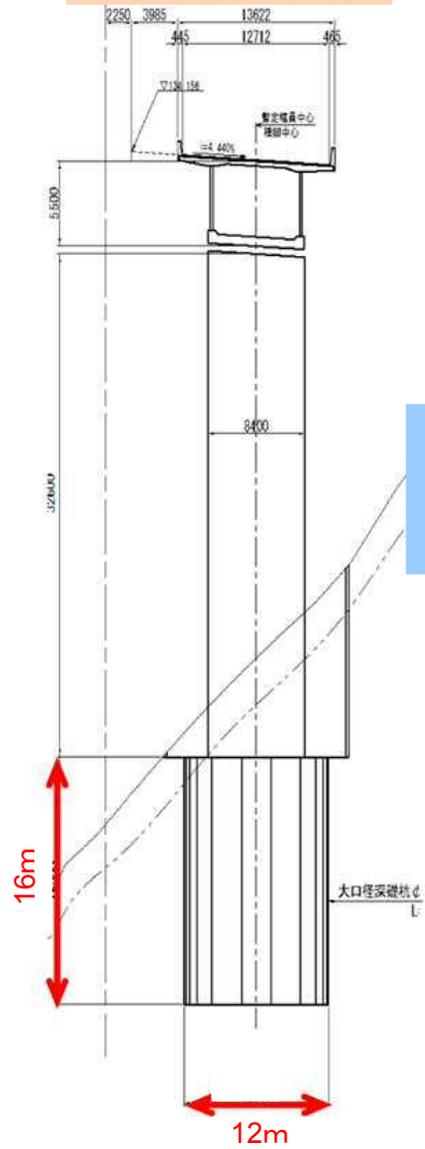
### 【塑性化後のせん断定数】

項目	従来設計要領		新たな地盤定数	
	土砂～軟岩 ( $C_L$ )	中硬岩 ( $C_M$ 以上)	土砂～軟岩 ( $C_L$ )	中硬岩 ( $C_M$ 以上)
粘着力 $c_0$	$c_0=c$	$c_0=0$	$c_0=c$	$0 \leq c_0 \leq 1/3c$
せん断抵抗角 $\phi_B$	$\phi_B=\phi'$ ( $\phi'=\phi \leq 30^\circ$ )	$\phi_B=2/3\phi'$ ( $\phi'=\phi \leq 30^\circ$ )	$\phi_B=\phi$	$\phi_B=2/3\phi$

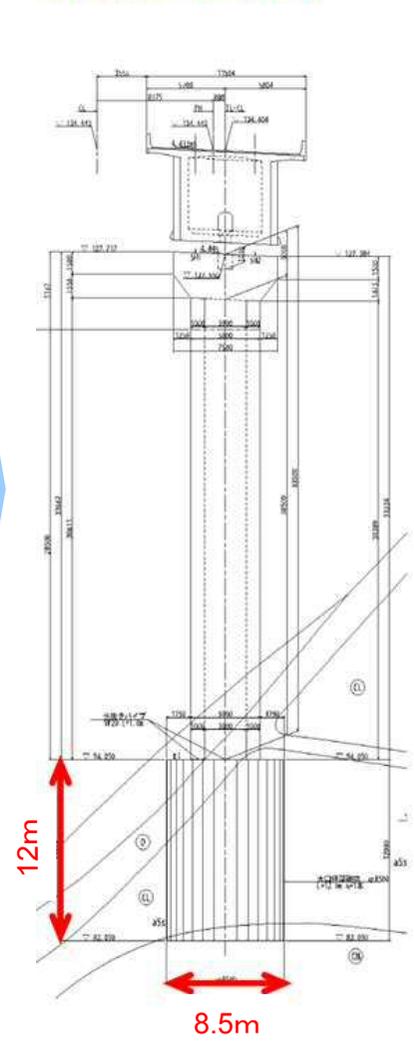
### 【くい周面の極限せん断地盤反力度】

項目	従来設計要領	新たな地盤定数	
	砂質土及び岩盤	砂質土	岩盤
杭周面の極限せん断地盤反力度	$f=\min[5N,(c+p_0 \tan \phi)] \leq 200$	$f=\min[5N,(c+p_0 \tan \phi)] \leq 200$	(弾性領域) $f=c+p_0 \tan \phi$ (塑性領域) $f_0=c_0+p_0 \tan \phi_B$ ただし、 $0 \leq c_0 \leq 1/3c$ 、 $\phi_B = 2/3\phi$

旧基準による設計結果



新基準による設計結果



従来の設計要領と比較し、深礎基礎のくいの規模の縮小が可能となり、コストを縮減

# 経営努力要件適合性の認定について

橋梁基礎くい設計の硬岩の地盤定数の見直しは、**適正な品質・安全性を確保しつつ**、

- ① 国内道路事業において、**初めて採用された技術**である。
- ② 新たな構造を最初に採用した工事のしゅん功日より**5年を経過した日以前に発注される工事において有効**である。

運用指針第2条第1項第1号ハ及び第2項に適合

## 《申請された会社の経営努力》

橋梁基礎くい設計の硬岩の地盤定数を見直し、  
深礎基礎のくい長短縮によるコスト縮減

### 助成金交付における経営努力要件適合性の認定に関する運用指針（抜粋）

#### 第二条 経営努力要件適合性の認定基準

機構は、助成金交付申請をした高速道路会社の主体的かつ積極的な努力による次の各号に掲げる費用の縮減（適正な品質や管理水準を確保したものに限る。）について、経営努力要件適合性の認定を行うものとする。

- ① 次に掲げるいずれかにより、道路の計画、設計又は施工方法を変更したことによる費用の縮減。

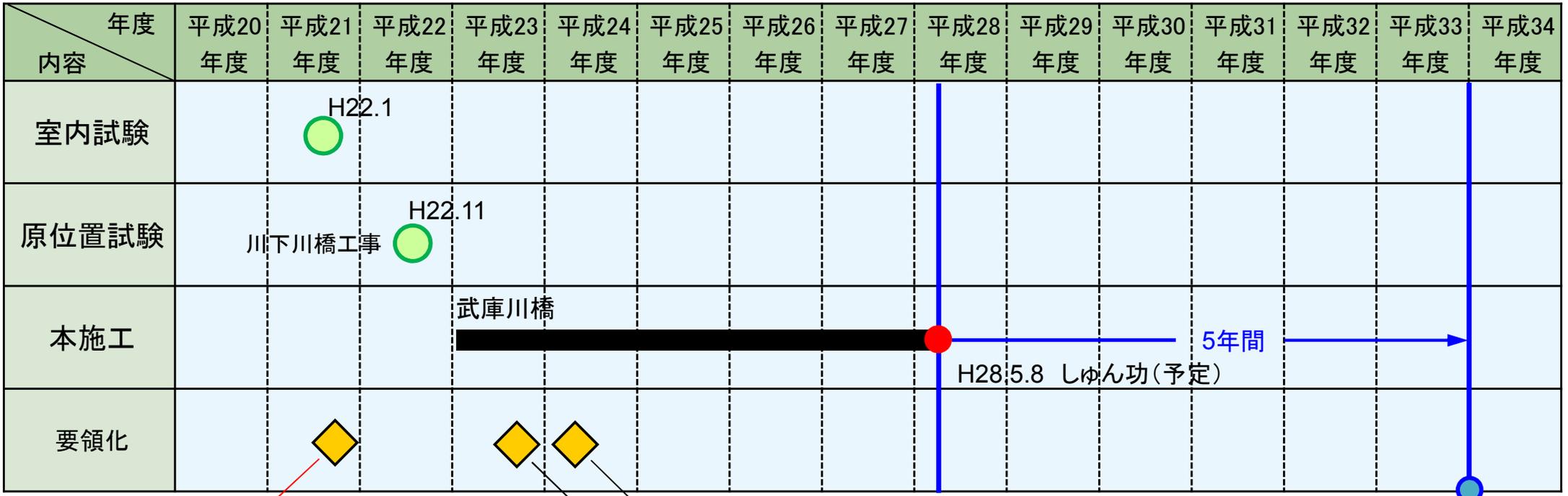
#### ハ 国内の道路事業において実績のない新たな技術の採用

2 前項第1号ハについては、同号ハに基づき同項の認定を受けた高速道路会社が、当該技術が最初に採用された工事のしゅん工日から5年を経過した日以前に発注した工事に係るものについても、前項の認定を行うことができるものとする。

# 申請された技術の有効期間の取扱いについて

## ● 橋梁基礎くい設計の硬岩の地盤定数の見直し

### 国内の道路事業において実績のない新たな技術である



H22.2  
西日本高速道路  
要領改正

H24.3  
道路橋示方書改正

西日本高速道路が  
下部構造小委員会に提案  
⇒ 下部構造小委員会で成案化  
⇒ 橋梁委員会で認められた

H24.7  
NEXCO3社  
要領改正

**当該技術の有効期間**  
(対象:平成33年5月7日以前に発注した工事)