

阪神高速道路株式会社 技術審議会

技 術 審 議 会 資 料

No.5

日付 平成28年7月28日

## 構造技術委員会の報告

平成28年7月28日

阪神高速道路株式会社

# 構造技術委員会

## 活動状況

平成28年7月28日  
阪神高速道路(株)  
技術部 技術推進室

1

### 構造技術委員会

- ▶ 鋼構造分科会
- ▶ 鋼橋疲労分科会
- ▶ コンクリート構造分科会
- ▶ 基礎・地下構造分科会
- ▶ 耐震設計分科会
- ▶ 舗装分科会

2

## 鋼製フーチングの健全性評価の実施

### 【背景と課題】

- 建設時に想定していなかった地下水位の上昇により、基礎内部に地下水が流入。底面および側面にさび・腐食が発生。また、結露により、天井面などにもさびが発生。
- 内面の防食に着目した補修(表-1)を実施しているが、軽微なさび・腐食が再発。

表-1 鋼製フーチングの補修履歴  
(塚下P41南の例)

- ・昭和46年竣工(内面は塗装)
- ・昭和60年アルミ溶射施工(支承部電気防食も併せて施工)
- ・平成20年度にジंकパール防食を施工

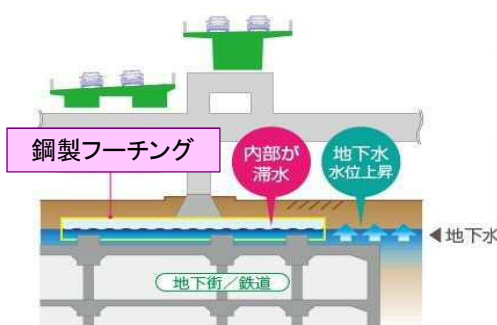


図-1 構成図

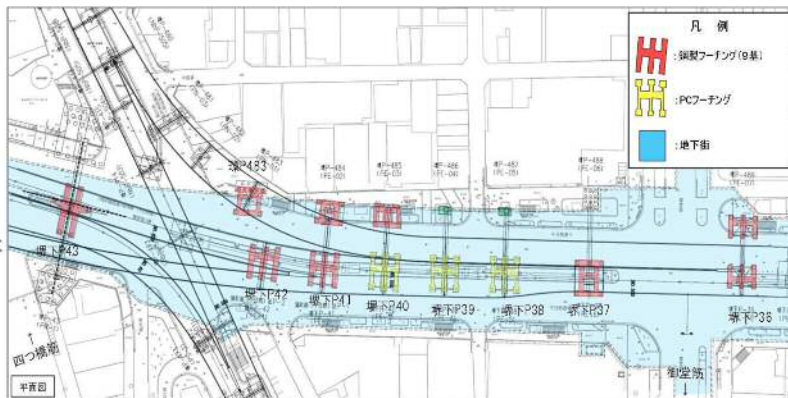


図-2 鋼製フーチングの設置位置

3

## 鋼構造分科会

## 鋼製フーチングの健全性評価の実施 【H27・28の検討状況】

- 現状の損傷レベルを詳細に把握するため、現地詳細調査(表-2)を実施。
- 調査結果に基づき、健全性評価を実施し、調査可能箇所については、ほぼ健全であると評価。
- 今後、既設鋼製フーチングおよび支承部は活用を可能として更新内容を検討。

表-2 鋼製フーチングの詳細調査項目

- (1) 鋼製フーチング本体  
本体外観、板厚、減肉分布、支承部
- (2) 滞水及び内部環境  
水質、水位測定、湿度など内部環境
- (3) 金属溶射  
外観、膜厚
- (4) 電気防食(支承部)  
外観、消耗度(残存Mg陽極量)



(a) 塚下P41南



(b) 塚下P41南



(c) 塚下41P北

写真-1 内部のさび腐食状況(H27.8撮影)

- ロードマップ

H27\_4/四

健全性評価

H28\_3/四

耐震・永続  
性評価

H28\_4/四

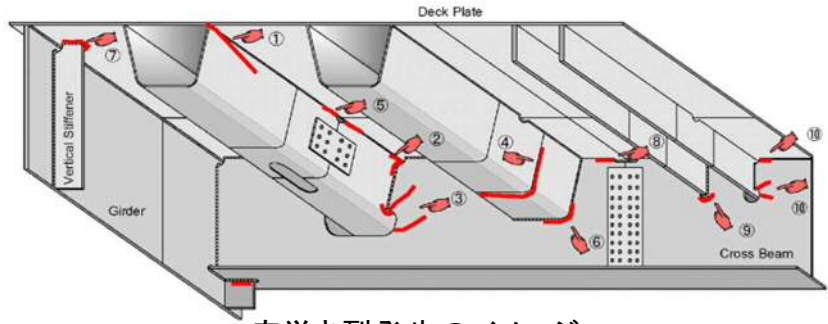
工事発注の  
方針決定

4

既設Uリブ鋼床版の下面補強に関する検討

【背景と課題】

- 鋼床版Uリブの疲労き裂が多く発生。
- SFRC舗装による対策を行っているが、交通規制を伴い、天候の影響も受けるため、対策が追いつかない状況。
- 鋼床版下面から施工可能な補強方法に対する開発ニーズあり。



疲労き裂発生イメージ



SFRC施工の状況

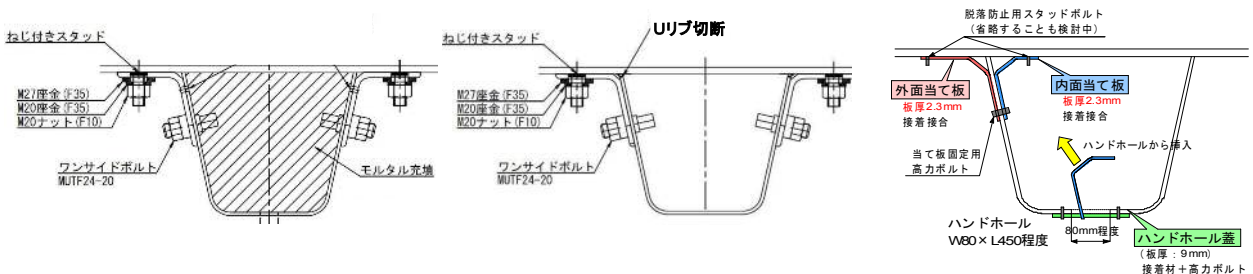
※SFRC: Steel Fiber Reinforced Concrete

【過年度の成果】

- 3工法を提案し、補強効果及び疲労耐久性を確認。

【H27・28の検討状況】

- 実橋での小規模な試験工事を実施済
- 各工法の施工性やコストを踏まえた評価が必要



①モルタル充填工法

②Uリブ切断工法

③弾性あて板工法

● ロードマップ

H27\_4/四

H28\_2~3/四

H29\_2/四

実橋  
試験工事①

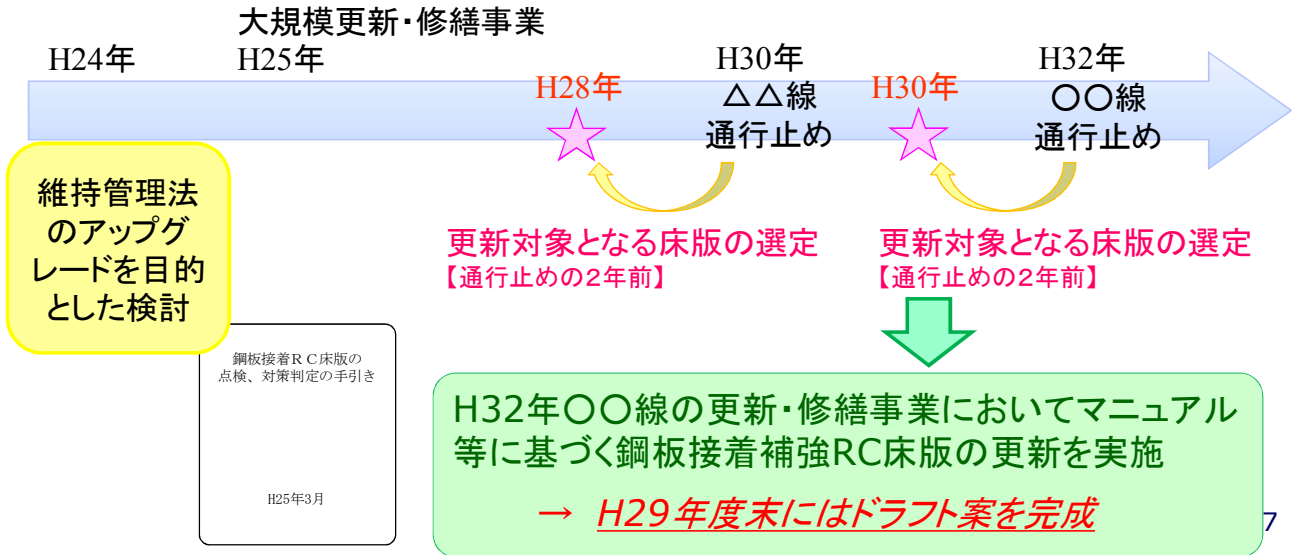
実橋  
試験工事②

工事発注の  
方針決定

鋼板接着補強RC床版に関する検討(各テーマ横断)

【背景と目的】

- 鋼板接着補強RC床版の再劣化も懸念されることから適切かつ効率的な維持管理手法の検討を過年度より実施。
- 大規模更新という新たな観点での当該構造の性能評価が必要。
- 検討成果を用いて、目前に控えた大規模更新・修繕を着実に実施。



劣化構造物の耐荷性能の評価に関する検討



【目的】

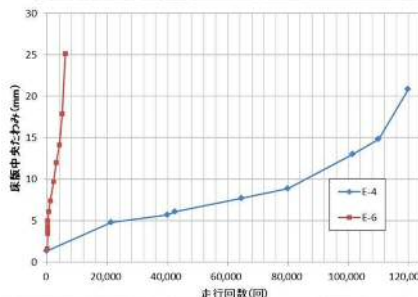
- 劣化が生じている実構造物の耐荷性・耐久性の把握

【過年度の成果】

- 通行止め時に床版の切り出しを行い、輪荷重試験を実施。
- 水平ひび割れがあるケースとないケースでの耐久性の違いを確認。

【H27・28の検討状況】

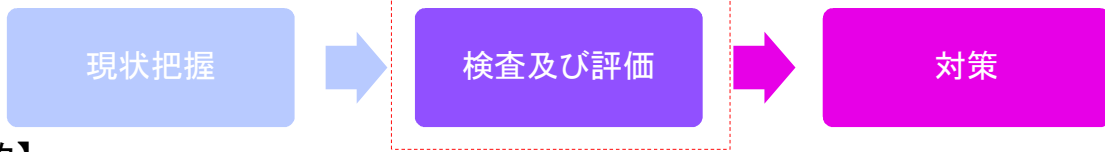
- 実験結果の分析及び評価。



輪荷重による繰り返し繰り返し荷重の回数と床版中央部のたわみ量の関係



## 非破壊検査手法による劣化状態の把握に関する検討



### 【目的】

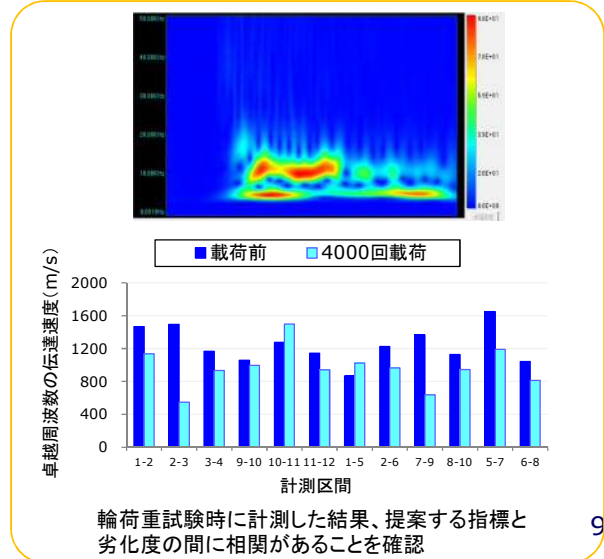
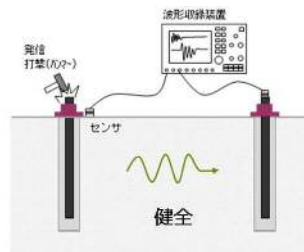
- 構造物を傷つけず、交通阻害することなく劣化状態を評価する技術が必要

### 【過年度の成果】

- アンカーボルトを活用したセンシング技術の開発

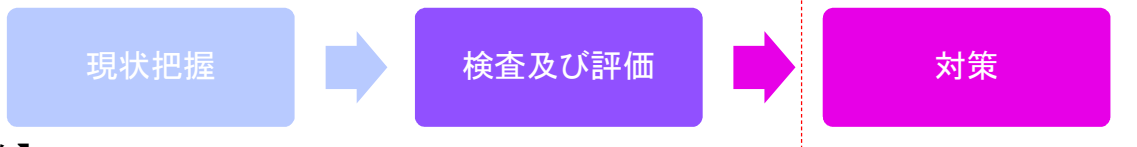
### 【H27・28の検討状況】

- 室内実験、実現場での当該技術の適用性の検証。



9

## 新たな床版構造の開発～UFC床版～



### 【目的】

- 既設床版の更新に資する新たな床版構造の開発

### 【過年度の成果】

- 軽量かつ耐久性の高いUFC床版について、解析及び実験で安全性・耐久性等を検証

### 【H27・28の検討状況】

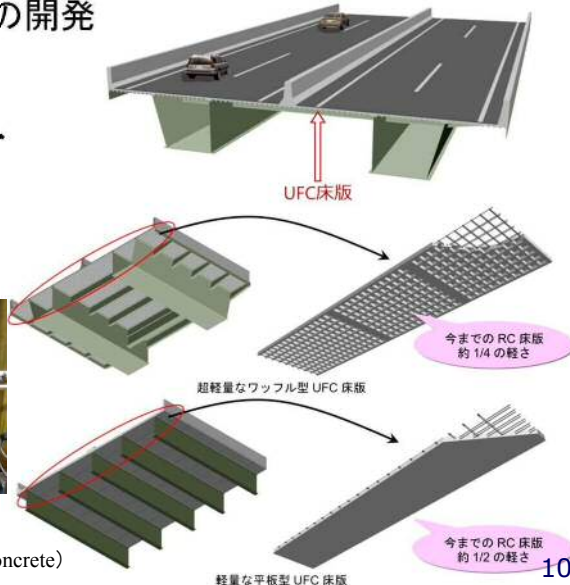
- 接合部など詳細構造を検討



輪荷重走行試験(ワッフル型)



接合部試験の状況



UFC: 超高強度繊維補強コンクリート(Ultra High Strength Fiber Reinforced Concrete)

※ 本開発は鹿島建設との公募型共同研究で実施中

10

## 設計基準第3部の改訂 (開削トンネル編、シールドトンネル編の基準化)

### 【背景と目的】

- 設計基準第3部はH11年10月の改訂から15年が経過。
- 今後の新規路線の建設で採用が想定される開削トンネル、シールドトンネルについて、神戸山手線、京都線、淀川左岸線、大和川線の事業で得られた技術的知見を基準にフィードバックする。

### 【H27・28年度の検討状況】

- 改定原案の策定



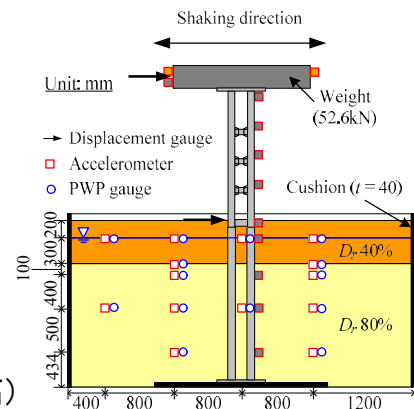
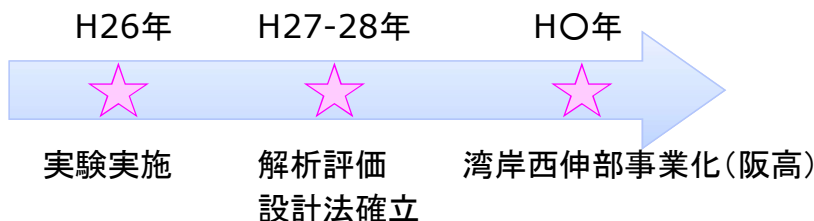
## 杭基礎一体型鋼管集成橋脚の振動台実験

### 【背景と目的】

- 剛体フーチングを用いない杭基礎一体型鋼管集成橋脚の採用にあたって、大型振動台模型実験によって地震時の挙動を評価し、設計の妥当性を確認する必要がある。

### 【H27・28の検討状況】

- 実験のシミュレーション解析を試み、定性的には挙動を再現することができた。
- 低拘束圧下の地盤の繰返しせん断挙動や初期剛性に関するモデル化方法には課題が残った。



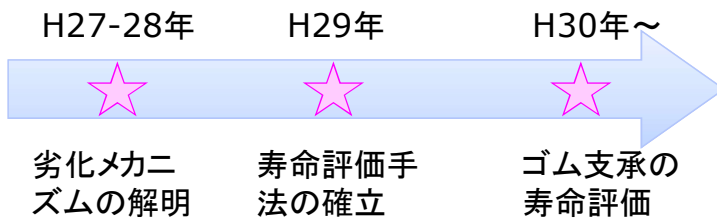
## 劣化ゴム支承の耐震性能検証に関する検討

### 【背景と課題】

- ゴム支承(全支承の約3割)の経年劣化が顕在化

### 【過年度の検討成果】

- 北神戸線において供用後27年が経過したリングプレート積層ゴム支承のせん断特性試験の実施
- リファレンスに比べてせん断耐力が50%以上低下することを確認
- 破断がゴム層と鋼板の接着層において発生  
→ 積層ゴム支承の劣化メカニズムを明らかにする必要がある。

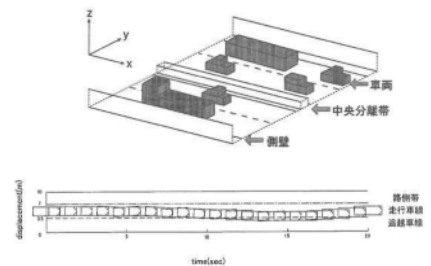


13

## 地震時走行安全性に関する検討

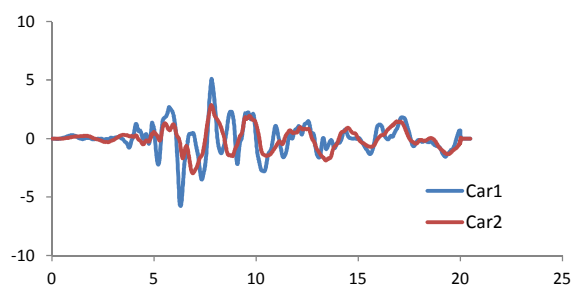
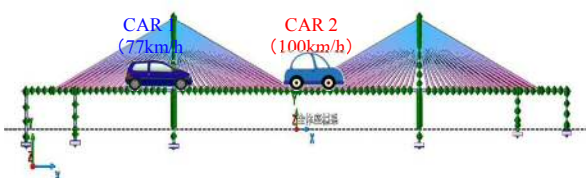
### 【背景と課題】

- 地震時の安全性に関する検討は、構造物を主体として行ってきた。
- 安全性とは構造物だけを守るのではなく、高速上を走行する車両の安全性を確保することも重要。



### 【過年度からの検討成果】

- 橋梁の地震時応答解析と車両の地震時応答解析を組み合わせることで車両の地震時応答を求めることが可能。



14



## 地震時走行安全性に関する検討

【平成27・28の検討状況】

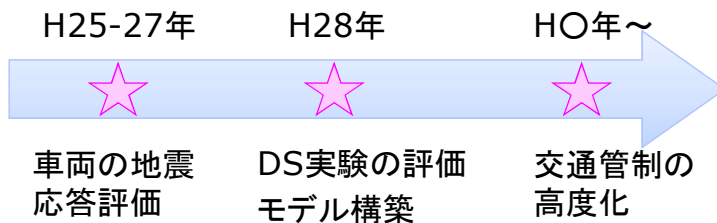
- ドライビングシミュレーターから得られた地震時のドライバー反応をモデル化
- 上記の地震時のドライバー挙動を組み込んだ解析の実施  
橋梁上を走行する車両の応答解析におけるドライバーの反応(追従挙動、車線変更挙動)モデルの高度化



そもそも地震時に、ドライバーは追従挙動と呼ばれるアクションを起こすのか？

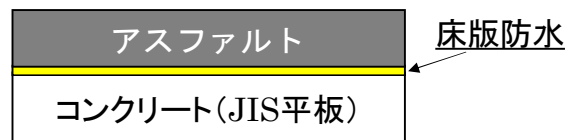
知見が無い領域

Seismic scale	Driver's behavior
1	Normal
2	Normal?
3	?
4	?
5	?
6	Hard stop?
7	Hard stop



## 舗装分科会

## 床版防水に関する検討



【背景と目的】

- フレッシュアップ工事(通行止め工事)等における、床版防水を含む舗装の補修間隔を踏まえ、床版防水に要求する性能の検討が必要。
- 床版防水の性能試験(防水性、ひび割れ開閉負荷、せん断)によって、各種床版防水の保有性能を把握し、その結果をふまえ要求性能を設定する。

【過年度の成果】

- 床版防水層の要求性能を検討。
- 既設及び新設床版を想定した試験体を用いて、防水性試験、ひび割れ開閉負荷試験、せん断試験を実施。



## 床版防水に関する検討

【H27・28の検討状況】

- 複数の防水材料を対象に性能確認試験を実施中（塗膜系防水層、シート系防水層、複合型防水層）
- 舗装補修の間隔、既設床版の状態、試験結果を踏まえ床版防水に求める要求性能を検討。



17

## 防水材料に関する検討

【背景と目的】

- RC床版上の防水層について、阪神高速道路の工事の状況をふまえた要求性能の整理が必要。  
（RC床版を切削している、施工時間に制約がある、等）
- 大規模修繕事業で使用する防水材料の使用を決定する必要がある。
- 平成27年度に塗膜系防水層（アスファルト加熱型）を対象に、切削面を再現した性能試験を実施。

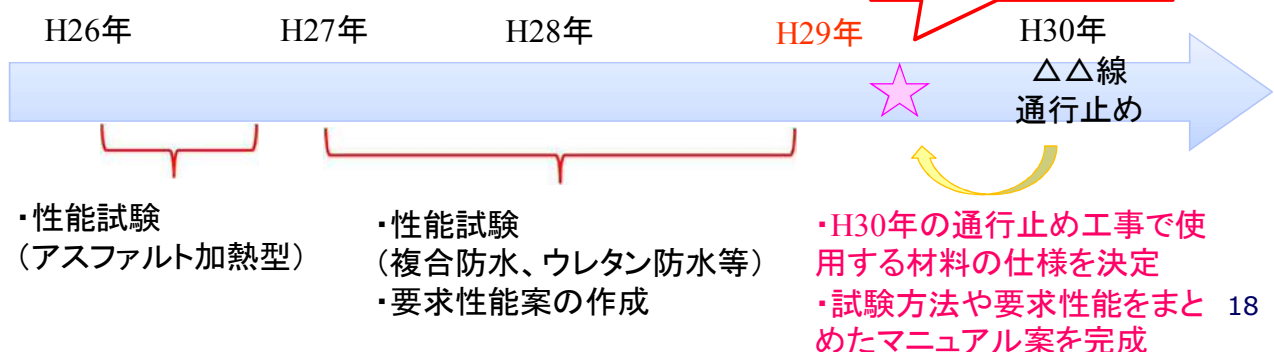


切削面を想定した試験体作製



性能試験（防水性試験）

実用化目標年



18

## 平成27・28年度審議計画

- 鋼構造分科会
- 鋼橋疲労分科会
- コンクリート構造分科会
- 基礎・地下構造分科会
- 耐震設計分科会
- 舗装分科会

19

## 鋼構造分科会

### 平成27・28年度審議計画

			H27年度				H28年度				到達 レベル
			1/四	2/四	3/四	4/四	1/四	2/四	3/四	4/四	
1	短期 H28	鋼製フーチングの健全性評価の実施					②				Ⅲ
2	短期 H28	せん断パネルの低サイクル疲労設計手法の検討					②			④	Ⅱ
3	中期 H29	摩擦接合部の継手合理化に関する検討							③		Ⅱ
4	短期 H28	皿型高力ボルトの高耐久化に関する検討						③			Ⅰ
5	短期 H28	ボルトと接着剤を併用した当て板補修の検討								④	Ⅰ
6	短期 H28	接着剤を用いた片面接合に関する検討						③			Ⅱ
7	短期 H28	鋼桁の連結化に関する検討								①	Ⅱ

※1について、健全性の審議内容を踏まえ、耐震性や永続性の評価を加えて継続審議する。

※短期は1～2年程度、中期は3～5年で完結予定。フォローアップは必要に応じて審議。

※到達レベルの目安 Ⅰ：計画、Ⅱ実験、Ⅲ：試験施工、Ⅳ実構造に適用可能

20

平成27・28年度審議計画

			H27年度				H28年度				到達レベル	
			1/四	2/四	3/四	4/四	1/四	2/四	3/四	4/四		
1	中期 H29	既設Uリブ鋼床版の下面補強に関する検討	現場試験と施工品質管理				各工法の評価と補強方針検討				III	
						②	③	④		⑤		
2	短期 H28	既設Uリブ鋼床版の「SFRCと補修溶接」による対策効果に関する検討						対策効果の確認試験			I	
							④			⑤		
3	中期 H29	既設鋼橋の疲労照査法に関する検討	手引き(案)の作成								III	
					①							
4	中期 H29	既設鋼橋の疲労照査及び補強設計に関する検討		照査方針の検討								II
					①		③	④				
5	短期 H28	ICRを用いた鋼床版垂直補剛材上端部疲労き裂の応急処置に関する検討		室内試験・実橋での試験施工及び追跡点検								IV
						②	③			⑤		

※短期は1~2年程度、中期は3~5年で完結予定。フォローアップは必要に応じて審議。  
 ※到達レベルの目安 I:計画、II実験、III:試験施工、IV実構造に適用可能

平成27・28年度審議計画

			H27年度				H28年度				到達レベル
			1/四	2/四	3/四	4/四	1/四	2/四	3/四	4/四	
1	短期 H28	表面保護工の改訂に関する検討	供試体による試験		基準改定に係る検討					II	
				①				③		④	
2	中期 H30	劣化構造物の耐荷性能の評価に関する検討	鋼板接着補強RC床版の軸重試験結果の取りまとめ		評価手法の提案、評価手法の確立に向けた検討計画				II		
			ASR劣化した横梁の構造性能評価								II
						PC桁の耐荷性能の評価に関する検討					I
					②		③			④	
3	中期 H29	非破壊検査手法による劣化状態の把握に関する検討	アンカーボルトセンサ、ローリングセンサによる鋼板接着補強RC床版の劣化度評価				II				
			PCグラウト未充填部の評価(インフラ先端研講座、AETモグラフィ)				II				
										ASR劣化した横張の評価	I
			①		②					④	
4	短期 H28	新たな床版構造の開発~UFC床版~	耐力検証	現場施工試験	接合部に関する検討		平板型UFC床版の疲労耐久性に関する検討			III	
					②		③				
5	フォローアップ	ディビダーク橋の構造改良に関する検討	モニタリング調査による構造改良の効果(末吉橋 フォローアップ)								-
6	フォローアップ	新たな床版連結構造の検討	モニタリング調査による連結化の効果								-

※短期は1~2年程度、中期は3~5年で完結予定。フォローアップは必要に応じて審議。  
 ※到達レベルの目安 I:計画、II実験、III:試験施工、IV実構造に適用可能

平成27・28年度審議計画

	H27年度				H28年度				到達レベル	
	1/四	2/四	3/四	4/四	1/四	2/四	3/四	4/四		
1	フォローアップ	土工部の合理的維持管理	カルテ点検を行い必要に応じて審議							—
2	短期 H28	開削トンネルの縦断耐震に関する検討	解析検討の実施					基準案などの作成		II
3	短期 H28	設計基準第3部の改定（開削トンネル、シールドトンネル等）	原案作成		意見照会		基準通知		IV	
4	中期 H30	既設橋梁基礎等の耐震性評価	フーチングの耐震性評価			代表フーチングを対象とした詳細検討				II
			液状化に伴う流動化の被災危険度評価							
			橋台アプローチ部の沈下の被災危険度評価			橋台アプローチ部の沈下対策検討				
			①	②						
5	中期 H30	基礎構造の合理化検討（鋼管矢板基礎・地盤改良基礎）	課題の抽出			設計の妥当性検証（必要に応じ手引きの作成）				II
							④	⑤		
6	短期 H28	杭基礎一体型鋼管集成橋脚の振動台実験	解析条件整理		解析による評価		設計の妥当性検証（必要に応じ手引きの作成）			II
					②			④	⑤	

※短期は1～2年程度、中期は3～5年で完結予定。フォローアップは必要に応じて審議。

※到達レベルの目安 I：計画、II 実験、III：試験施工、IV 実構造に適用可能

耐震設計分科会

平成27・28年度活動計画

	H27年度				H28年度				到達レベル	
	1/四	2/四	3/四	4/四	1/四	2/四	3/四	4/四		
1	短期 H28	南海トラフ地震に対する防災・減災対策検討	南海トラフ地震動作成、東神戸大橋における耐震性検証							III
						③		⑤		
2	中期 H30	劣化ゴム支承の耐震性能検証に関する検討	LRB、積層ゴム支承の劣化メカニズムの解明							II
			①			③	④			
3	短期 H29	鋼管集成橋脚の耐震性能評価に関する検討	一体型鋼管集成橋脚の設計法の確立、超多径間連続橋の検討							IV
				②				⑤		
4	中期 H30	既設橋梁基礎の耐震性評価に関する検討	既設橋梁基礎の耐震性の評価							II
						③				
5	中期 H30	スパコン京を活用した地震応答解析に関する検討	スパコン京を用いた路線一体解析の実施							II
							④			
6	短期 H29	地震時走行安全性に関する検討	ドライバーの地震時挙動を考慮した地震時の走行車両の挙動の解明							II
				②			④			
7	短期 H29	既設鋼橋の桁連続化に伴う耐震性能検証	連続化した既設橋梁の耐震性能の検証							III
								⑤		
8	短期 H29	地盤改良複合杭基礎の適用性評価	地盤改良複合杭の適用性に関する検討							II
								⑤		
9	短期 H29	柱状付属構造物の耐震性評価	柱状付属構造物の耐震性の評価に関する検討							II
						③				

※短期は1～2年程度、中期は3～5年で完結予定。フォローアップは必要に応じて審議。

※到達レベルの目安 I：計画、II 実験、III：試験施工、IV 実構造に適用可能

平成27・28年度審議計画

			H27年度				H28年度				到達レベル	
			1/四	2/四	3/四	4/四	1/四	2/四	3/四	4/四		
1	短期 H28	グースアスファルトの 耐久性向上検討			品質向上検討、基準等の作成							II
					②							
2	短期 H28	排水性舗装の骨材 特性に関する検討			品質向上検討、基準等の作成						試験施工	II
					②							
3	中期 H29	床版防水に関する検 討	性能確認試験①			材料募集・性能確認試験②・要求性能検討					床版防水シス テムの高度化	II
					①					③		
4	中期 H29	コンクリート床版上の SMAIに関する検討						施工品質の向上検討			試験施工	III
											④	
5	短期 H28	PC桁埋設ジョイント の改良	破壊試験の計画		破壊試験							IV
						②						
6	中期 H30	高耐久性舗装の長 期耐久性の検証				高耐久性舗装の劣化性状の検討					II	
										③	④	
7	フ ォ ー ロ ー ア ッ プ	淀川左岸線コンク リート舗装の追跡調 査	劣化要因の解明、補修方法の検討				必要に応じ対策工の検討				IV	

※短期は1～2年程度、中期は3～5年で完結予定。フォローアップは必要に応じて審議。  
 ※到達レベルの目安 I：計画、II 実験、III：試験施工、IV実構造に適用可能