

(公益法人) 土木学会関西支部 共同研究グループ

# メンテナンススモール橋梁 共同研究グループ

—活動報告書—

令和元年 7 月

平成 30 年度 土木学会関西支部 共同研究グループ

## 序

近年、日本では道路橋等のインフラ構造物の高齢化が進み、それらの維持管理が社会的課題となっている。ようやく、定期点検に基づく長寿命化修繕計画等により予防保全の仕組みが整いつつあるものの、今後、維持管理を実行するための財源や、従事する官民の専門技術者数は減少する傾向にあると予想される。また、近年の ICT の急速な進歩に伴い、BIM/CIM の導入が推進されつつあり、国土交通省では「i-Construction」が推進されている。その主たる活用方法は、従来の二次元から三次元へのデータ形式の移行と、三次元データを用いて調査、設計、施工、維持管理と一元管理することである。

一方、ひとつの三次元データを一貫して用いる設計手法は、自動車等の機械製造分野において CAE が先行している。そこで、土木分野においても CAE をベースとした土木構造物の設計方法及びデータベースシステム、さらにはアセットマネジメントシステムを構築することで、将来のあらゆるモノがつながる IoT 時代にふさわしい CAE を用いた設計手法を提案する。

具体的には、使用材料や構造細目の工夫によって供用期間中の致命的な劣化損傷の発生を回避することで、維持管理を最低限に抑制した橋である「メンテナンススモール橋」を開発し、将来の維持管理における諸々の負担を軽減することを最終目的としている。

「メンテナンススモール橋」開発を目的とし平成 30 年度に本研究グループを発足させ、1 年間研究活動を実施した。平成 30 年度については事例収集の年度と位置づけ、令和元年度の研究活動へ向けて現状の事例調査およびメンテナンススモール橋のあるべき姿についての議論を行い、その活動内容を本報告書に取り纏めた。

最後に、本研究グループの活動にご協力いただいた管理者の皆様、ならびに研究会活動に積極的に参加されたメンバーの皆様に深く感謝の意を表するものである。

土木学会関西支部共同研究グループ  
「メンテナンススモール橋梁 共同研究グループ」  
代表 鶴田 浩章

# 目次

1. 研究グループの活動報告	1
1.1 活動成果	1
1.2 構成員	5
1.3 研究会とWGの議題	6
(1) 第1回全体委員会 (H30. 4. 20)	
(2) 第2回全体委員会 (H30. 6. 22)	
(3) 第1回品質管理WG会議 (H30. 7. 13)	
(4) 第1回構造細目・形状等WG会議 (H30. 8. 8)	
(5) 第1回設計手法WG会議 (H30. 8. 14)	
(6) 第3回全体委員会 (H30. 8. 22)	
(7) 第2回構造細目・形状等WG会議 (H30. 9. 19)	
(8) 第2回品質管理WG会議 (H30. 9. 21)	
(9) 第2回設計手法WG会議 (H30. 9. 28)	
(10) 第3回構造細目・形状等WG会議 (H30. 10. 16)	
(11) 第4回全体委員会 (H30. 11. 7)	
(12) 第3回設計手法WG会議 (H30. 12. 4)	
(13) 第4回構造細目・形状等WG会議 (H30. 12. 4)	
(14) 第3回品質管理WG会議 (H30. 12. 27)	
(15) 第5回全体委員会 (H31. 1. 8)	
(16) 第4回設計手法WG会議 (H31. 1. 8)	
(17) 第5回構造細目・形状等WG会議 (H31. 2. 4)	
(18) 第4回品質管理WG会議 (H31. 2. 26)	
(19) 第6回全体委員会 (H31. 3. 1)	
(20) 第5回設計手法WG会議 (H31. 3. 1)	
2. 設計手法WG活動報告	13
2.1 概要	13
3. 品質管理WG活動報告	15
3.1 概要	15
4. 構造細目・形状等WG活動報告	18
4.1 概要	18

5. 令和元年度の活動方針について	20
付録1 全体委員会・WG 議事録	21

## 1. 研究グループの活動報告

### 1.1 活動成果

#### 1.1.1 調査研究対象、方針

調査研究対象は、主たる対象を橋長 15m 以下の中小コンクリート橋梁とし、調査・検討に当たっては一部 15m 以上の橋梁や鋼橋への適用性等についても範囲を広げて実施した。

#### 1.1.2 定例会議

本共同研究グループは、産・官・学各分野の関西在住土木技術者にて組織し、平成 30 年度から活動を実施した。平成 30 年度当初より定例会を概ね 2 ヶ月に一度、計 6 回開催した。主な議事としては、活動報告や話題提供、外部講師による講演などによるメンバー間の情報共有、具体的な企画に関する討議、ならびに今後の活動方針や組織の在り方等である。定例会議は情報共有および全体討議の場とし、具体検討に関しては 1.1.4 に記す 3 つの小 WG による検討を実施した。

#### 1.1.3 メンテナンススモール橋

本研究グループにおけるメンテナンススモール橋の定義とは、「使用材料や構造細目の工夫によって供用期間中の致命的な劣化損傷の発生を回避することで、維持管理を最低限に抑制した橋」である。具体的には、現在の要素技術を反映しコンクリート橋の劣化損傷を極限まで減少させ、維持管理を低減する橋である。一般に維持管理の低減とは、下記の項目が考えられるが、本研究グループにおける「維持管理」は限定せずすべての項目を包括的に考慮することとしている。

- ・維持管理の「量」の低減

⇒維持管理する箇所を限定し、維持管理する量を物理的に低減する

- ・維持管理の「質」の低減

⇒維持管理が容易となる構造とし、規格の低い（重機を用いずに人力で可能、等）維持管理作業のみを必要とすることで維持管理する質を低減する

- ・維持管理の「頻度」の低減

⇒維持管理を必要とする回数を低減し、維持管理作業の頻度を低減する

また、上記とあわせて現在国交省が推進している「i-Construction」の流れを汲むことも必要である。その主たる活用方法は、従来の二次元から三次元へのデータ形式の移行と、三次元データを用いて調査、設計、施工、維持管理と一元管理することである。現在の土木設計の体系としては 2 次元設計を行った後に 3 次元モデルを作成しているが、調査測量段階から 3 次元データが入手可能となる今後においては、上流工程から引継ぐ 3 次元データを有効活用した橋梁設計が求められることになる。

そこで、本研究グループでは 3 次元データを用いた構造解析を橋梁設計に活用することをあわせて検討する。

以上を踏まえ、メンテナンススモール橋梁の研究を行った。

#### 1.1.4 各ワーキングの活動概要

##### 1) 設計手法 WG

現在の BIM/CIM の作成事例の収集および今後の BIM/CIM 動向把握およびその整理を実施した。それを踏まえ、三次元データを用いた今後の橋梁設計手法のあるべき姿について 5 回/年開催した WG 会議において議論を行い、現状の三次元設計の課題およびメリットの整理を実施した。現時点では、二次元設計の後に二次元図面を三次元化して CIM モデルを作成しており、三次元設計を行うソフトも体系も整備されていないが、三次元データを用いて周辺状況を盛り込んだ設計を行う体系が整備されれば、より個別の架橋条件に最適な橋梁構造を追求することが可能となり、合理的な橋梁設計を行うことができる。

令和元年度の活動としては、各 WG にて検討された要素技術を取り込み、モデルケースに対する三次元試設計を実施する予定である。

##### 2) 品質管理 WG

プレキャスト化の事例や品質向上に関する文献を収集し、4 回/年開催した WG 会議においてメンバー間で意見交換を行い、既存技術の整理を行った。また、VE (Value Engineering) を用いたワークショップを開催し、メンテナンススモール橋を実現するうえでの課題を議論した。

コンクリート橋の耐久性を向上させる一つの考え方として、材料劣化の進行を抑制することを目的としたコンクリートの品質の向上化がある。このためには製造設備が整い高度な品質管理を行うことができる専門工場で作成されるプレキャスト部材の活用が有効と考えられる。効率的にプレキャスト部材を利用するためには、橋長や幅員の標準化や部材形状を統一してパッケージ化することも重要となってくる。また、損傷しやすい部位の交換を容易にするなど、プレキャスト部材の特色を生かした手法も、維持管理の低減に有効と思われる。

令和元年度の活動としては、品質の向上により維持管理を低減させるための理想的な技術として、今ある技術の延長にあるもの、技術革新により達成できるもの、全く異なる発想によるものについて整理を行う予定である。JIS 桁などのプレキャスト部材を使用する既存の橋梁とは異なる新たな発想で、高い耐久性をもったプレキャスト部材を使用したメンテナンススモール橋の提案を目指す。

##### 3) 構造細目・形状等 WG

主に構造細目・形状・材料に関する事例および文献の収集を行い、5 回/年開催した WG 会議において、収集事例を中心としてメンバー間で意見交換を行い、技術情報を共有した。表-1 に平成 30 年度に収集した構造細目・形状・材料に関する事例および文献の一覧を示す。収集した事例に基づき、構造細目・形状・材料に関する問題・課題を抽出し、現時点で解決している問題・課題であるかを整理した。また、これらの問題・課題が設計当時の適用基準による課題であるか、現在は解決している課題であるかも併せて確認した。コンクリート材料に関しては、密実性に着目した耐久性への影響が一つのキーワードと考えられる。また、撥水性材料や高炉スラグ等、適用条件次第で維持管理の低減に有効な材料があることを調査した。

令和元年度の活動としては、維持管理が最小限となる構造細目・形状・材料の要素技術を提案する。また、平成30年度に収集した事例に対して、評価を加えた一覧表を整理する予定である。

表-1. 収集事例一覧

No	概 要	No	概 要
1	樹脂塗装鉄筋・亜鉛めっき鉄筋等の調査	7	国土交通省におけるi-ConstructionとBIM/CIMの取組み状況
2	表面保護工の新技术調査		
3	SFRCによる鋼床版補強	8	FRP補強材料等の調査
4	コンクリート橋の損傷事例・写真	9	偏心断面鋼管桁の耐風安定性検討
5	プレキャスト化の動向と使用材料	10	UFC床版
6	プレキャストの活用に向けた取組み状況と課題	11	ステンレス鉄筋の調査

### 1.1.5 他研究との違い

#### 1) ミニмумメンテナンス橋

##### (1) ミニмумメンテナンス橋の定義

「原因が明らかな耐久性喪失要因に対して技術的・経済的に可能な対策を施した橋。最小限の維持管理行為を前提とする。」

##### (2) ミニмумメンテナンス橋実現への必要項目

ミニмумメンテナンス橋実現へ向けては、下記項目を必要項目として挙げている。

- ・要素技術
- ・確実な施工
- ・適切な維持管理

##### (3) メンテナンススマール橋との比較

メンテナンススマール橋との比較に関しては、以下のとおりであった。

項目	ミニмумメンテナンス橋	メンテナンススマール橋
実施団体	国土技術政策総合研究所 (社)プレストレスト・コンクリート建設業協会	土木学会関西支部
定義	原因が明らかな耐久性喪失要因に対して技術的・経済的に可能な対策を施した橋。最小限の維持管理行為を前提とする。	仕様材料や構造細目の工夫によって供用期間中の致命的な劣化損傷の発生を回避することで、維持管理を最小限に抑制した橋。
対象	PC 橋	橋長 15m 以下のコンクリート橋梁
実現へ向けた取り組み	<ul style="list-style-type: none"> <li>・要素技術の検討 ⇒PC 橋の損傷要因に対する対策検討</li> <li>・確実な施工 ⇒鋼橋と違い施工が耐久性に与える影響が大きい</li> <li>・適切な維持管理 ⇒点検補修を容易にする要素の検討等</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計手法の検討 ⇒現在の設計手法を基盤とし、3次元 CIM による環境条件、地形条件等を盛り込んだ設計手法の提案</li> <li>・品質管理に関する検討 ⇒パッケージ化やプレキャスト化、施工管理など品質管理の検討</li> <li>・構造細目や形状に関する検討 ⇒維持管理が最小限となる構造細目や材料・形状等を検討</li> </ul>

ミニмумメンテナンス橋との違い

- ・3次元データを用いる点 (i-construction の流れを汲む)
- ・桁形状の変更など、抜本的な構造変更も視野に入れる。

## 1.2 構成員

表-2 に構成員名簿を示す。

表-2. 構成員名簿

	氏名	所属
委員長	鶴田 浩章	関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科
委員	上田 尚史	関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科
委員	江藤 彰彦	(株)富士ピー・エス 関西支店 土木部 設計チーム
委員	北山 明生	大阪府 茨木土木事務所 新名神関連事業建設事業所 建設課
委員	鈴木 徹	阪神高速(株) 保全交通部
委員	関谷 圭介	(株)オリエンタルコンサルタンツ 関西支店 構造部
委員	永橋 俊二	大阪市建設局 道路部橋梁課
委員	野澤 裕和	(株)竹中工務店 大阪本店 設計部 設計第6部門 構造グループ
委員	野村 泰稔	立命館大学 理工学部 都市システム工学科
委員	服部 洋	(株)ニチゾウテック 技術開発室
委員	藤澤 弘幸	(株)近代設計 大阪本社
委員	古田 均	大阪市立大学 応用構造工学研究室
委員	松村 政秀	熊本大学 くまもと水循環・減災研究教育センター
委員	三住 泰之	(株)オリエンタルコンサルタンツ 関西支店 構造部
委員	山口 武志	阪急設計コンサルタント(株) 都市土木部
委員	芳倉 孝宜	中央復建コンサルタンツ(株) 構造系部門 橋梁・長寿命化グループ
委員	吉房 俊裕	(株)近代設計 大阪本社 技術部
委員	和田 健次	(株)大林組 大阪本店土木事業部
幹事長	小沼 恵太郎	パシフィックコンサルタンツ(株) 交通基盤事業本部
幹事	山本 智弘	パシフィックコンサルタンツ(株) 大阪交通基盤事業部
幹事	谷 直彦	パシフィックコンサルタンツ(株) 大阪交通基盤事業部
幹事	矢口 昂史	パシフィックコンサルタンツ(株) 大阪交通基盤事業部

### 1.3 研究会とWGの議題

#### (1) 第1回全体委員会

日時：平成30年4月20日（金）15：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. 委員長挨拶
2. 委員紹介
3. 委員会規則
4. 活動方針
5. 予備検討内容（対外発表済）
6. その他

#### (2) 第2回全体委員会

日時：平成30年6月22日（金）10：00～12：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. 委員紹介
2. 前回議事録の確認
3. 話題提供
4. WG所属について
5. 次回予定

#### (3) 第1回品質管理WG会議

日時：平成30年7月13日（金）15：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG長挨拶
2. 参考事例紹介
3. 今後の検討方針

#### (4) 第1回構造細目・形状等WG会議

日時：平成30年8月8日（水）10：00～12：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG長挨拶
2. WGの方針について
3. 次回までの検討内容

**(5) 第1回設計手法WG会議**

日時：平成30年8月14日（火）14：00～16：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG 長挨拶
2. 話題提供「CIMの最近の動向に関して」
3. 今後の検討方針
4. 次回までの検討内容

**(6) 第3回全体委員会**

日時：平成30年8月22日（水）13：00～15：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. 委員紹介
2. 前回議事録の確認
3. WG 活動報告
4. 話題提供
5. スケジュールに関して
6. 今後の検討方針に関して
7. 次回予定

**(7) 第2回構造細目・形状等WG会議**

日時：平成30年9月19日（水）10：00～12：00

場所：中央復建コンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. 開会の挨拶等（鶴田主査）
2. 収集事例の紹介
3. 次回までの検討内容

**(8) 第2回品質管理WG会議**

日時：平成30年9月21日（金）15：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG 長挨拶
2. 議事録確認
3. 構造細目・形状等 WG の活動共有
4. 参考事例紹介
5. 検討方針
6. その他

**(9) 第2回設計手法WG会議**

日時：平成30年9月28日（金）15：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG 長挨拶
2. 前回議事録・他 WG 活動内容の共有
3. 3次元設計の動向
4. 今後の活動内容について

**(10) 第3回構造細目・形状等WG会議**

日時：平成30年10月16日（火）10：00～12：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. 開会の挨拶、前回議事録の確認（鶴田主査）
2. 他 WG の活動共有
3. 収集事例の紹介
4. 全体会議への報告事項その他

**(11) 第4回全体委員会**

日時：平成30年11月7日（水）15：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. 委員長挨拶
2. 前回議事録の確認
3. WG 活動報告
4. 話題提供
5. スケジュールに関して
6. その他
7. 次回予定

**(12) 第3回設計手法WG会議**

日時：平成30年12月4日（火）15：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG 長挨拶
2. 前回議事録・他 WG 活動内容の共有
3. 話題提供：3次元設計の動向
4. 設計WGの活動方針について
5. 今後の活動内容について

**(13) 第4回構造細目・形状等WG会議**

日時：平成30年12月4日（火）15：00～18：30

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. 話題提供（小沼幹事長）
2. 本年度・来年度研究の棲み分けについて（矢口委員）
3. 次回品質VEワークショップについて
4. 収集事例の紹介
5. 次回までの検討内容

**(14) 第3回品質管理WG会議**

日時：平成30年12月27日（木）13：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社  
議事

1. WG 長挨拶
2. 事務連絡
3. VE ワークショップ
4. 今後の検討方針
5. その他

**(15) 第5回全体委員会**

日時：平成31年1月8日（火）15：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社  
議事：

1. 委員長挨拶
2. 追加委員紹介
3. 前回議事録、WG 活動内容の報告
4. 事務連絡
5. 今後の検討方針について
6. 話題提供
7. 次回予定

**(16) 第4回設計手法WG会議**

日時：平成31年1月8日（火）13：00～15：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社  
議事：

1. WG 長挨拶
2. 他 WG 活動内容の共有
3. 設計 WG の次年度の活動方針、共同研究グループ全体の方針案について
4. 今後の活動内容について

**(17) 第5回構造細目・形状等WG会議**

日時：平成31年2月4日（月）15：00～17：15

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG 長挨拶
2. 個別検討内容報告
3. モデルケースへのWGからの反映事項について
4. WG 報告書等
5. その他（次回予定、全体会議での報告事項等）

**(18) 第4回品質管理WG会議**

日時：平成31年2月26日（火）15：00～17：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG 長挨拶
2. 議事録確認、事務連絡
3. 次年度の方針および活動について
4. 公開ワークショップ、報告書について
5. その他

**(19) 第6回全体委員会**

日時：平成31年3月1日（金）14：00～16：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. 委員長挨拶
2. 前回議事録、WG 活動内容の報告
3. 事務連絡
4. 次年度の検討内容（モデルケースの試設計）について
5. 公開ワークショップについて
6. 次回予定

**(20) 第5回設計手法WG会議**

日時：平成31年3月1日（金）13：00～14：00

場所：パシフィックコンサルタンツ株式会社大阪本社

議事：

1. WG 長挨拶
2. 他 WG 活動内容の共有
3. モデルケースの試設計について
4. 今後の活動内容について

## 2. 設計手法 WG 活動報告

### 2.1 概要

#### 2.1.1 背景

以下の社会的背景を踏まえ、3次元データを用いた建設プロセス全体の効率化が求められていた。

- ①建設業就業者の減少
- ②2次元図面の照査の効率化
- ③建設業の国際競争力の強化

これを踏まえ、建築分野で先行していた BIM に倣う形で CIM の取組みが始まった。CIM については、3次元モデルを中心に関係者間で情報共有することで一連の建設生産システムの効率化・高度化を図る「ICTの全面的な活用（CIMの活用）」を含む3施策を掲げる i-Construction の取組みが始まった。

#### 2.1.2 目的

設計手法 WG では、前述の背景をもとに i-Construction の流れを汲み、3次元データを用いた今後の橋梁設計のあるべき姿の検討を目的とする。

#### 2.1.3 平成 30 年度の活動

現在の BIM/CIM の作成事例の収集および今後の BIM/CIM 動向把握およびその整理を実施した。それを踏まえ、三次元データを用いた今後の橋梁設計手法のあるべき姿について 5 回/年開催した WG 会議において議論を行い、現状の三次元設計の課題およびメリットの整理を実施した。

現時点では、二次元設計の後に二次元図面を三次元化して CIM モデルを作成しており、三次元設計を行うソフトも体系も整備されていないが、三次元データを用いて周辺状況を盛り込んだ設計を行う体系が整備されれば、周辺の架橋条件や 3 次元的な検討が可能となり、現行の設計体系と比較してより個別の架橋条件に最適な橋梁構造を追求することが可能となり、合理的な橋梁設計を行うことができる。

#### 2.1.4 令和元年度の活動

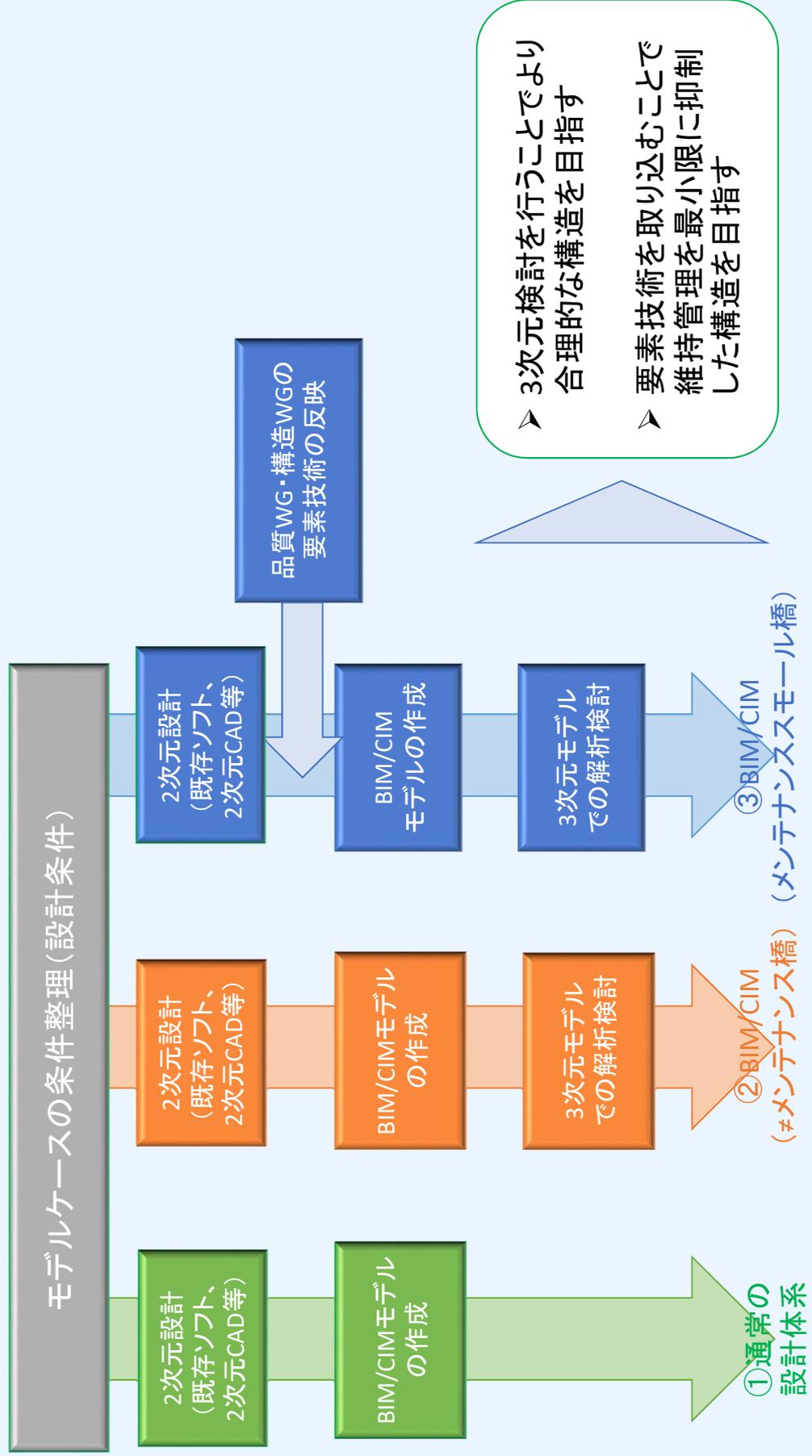
令和元年度の活動としては、モデルケースを設定し、他 WG にて収集された要素技術を取り込みながら、3次元データを用いた解析・検討を実施する予定である。モデルケースの検討は下記 3 ケースを実施する予定である。

- ①通常の設計体系での 2 次元設計
  - ②上記に対する 3 次元モデルを用いた 3 次元検討（BIM/CIM モデル作成）
  - ③他 WG にて検討の要素技術を反映したモデルケースでの 3 次元検討
- 上記をもとに通常の 2 次元設計との比較、今後へ向けた課題提起を目指す。

# 今年度の活動方針

## モデルケースにおける3次元試設計

- ① 通常の設計体系での2次元設計
  - ② 上記に対する3次元モデルを用いた3次元検討(BIM/CIMモデル作成)
  - ③ 他WGにて検討の要素技術を反映したモデルケースでの3次元検討
- **通常の2次元設計との比較、今後へ向けた課題提起**



### 3. 品質管理 WG 活動報告

#### 3.1 概要

##### 3.1.1 目的

品質管理 WG の活動目的は、「現技術を活用し施工時の品質向上やプレキャスト化の促進によって供用期間中の致命的な劣化損傷を回避し維持管理を低減する」ことである。

##### 3.1.2 平成 30 年度の活動

WG の活動内容は、維持管理が最小限となる品質向上やプレキャスト化を検討することである。

プレキャスト化の事例や品質向上に関する文献を収集し、4 回/年開催した WG 会議においてメンバー間で意見交換を行い、既存技術の整理を行った。また、VE (Value Engineering) を用いたワークショップを開催し、メンテナンススモール橋を実現するうえでの課題を議論した。

検討の議題は「メンテナンススモール橋を実現するうえでの課題」と題し、課題のブレインストーミングを実施して抽出されたキーワードをもとに系統図を作成した。その系統図をもとに検討方針の検討（メンテナンススモール橋の定義、条件設定、要素技術、技術レベル）を整理した。また、メンテナンススモール橋の効果の提示方法等についても議論を行い、全体の検討方針の共有を行った。

続いて、ワークショップでのキーワードをもとに維持管理を最小限とするための品質向上技術やプレキャスト化の動向を把握するため事例収集を行った。事例収集を実施した要素技術は下記の通りである。

- ・ PC 構造物におけるプレキャスト化
- ・ 工事における業務効率化・施工効率化向上の取組み
- ・ プレキャストコンクリート製品の JIS
- ・ UFC 軌道桁
- ・ コンクリート橋のプレキャスト化ガイドライン
- ・ 土木学会年次学術講演会におけるプレキャスト化検討の取組み
- ・ コンクリート標準示方書

コンクリート橋の耐久性を向上させる一つの考え方として、材料劣化の進行を抑制することを目的としたコンクリートの品質の向上化がある。このためには製造設備が整い高度な品質管理を行うことができる専門工場で作成されるプレキャスト部材の活用が有効と考えられる。効率的にプレキャスト部材を利用するためには、橋長や幅員の標準化や部材形状を統一してパッケージ化することも重要となってくる。

また、損傷しやすい部位の交換を容易にするなど、プレキャスト部材の特色を生かした手法も、維持管理の低減に有効と思われる。

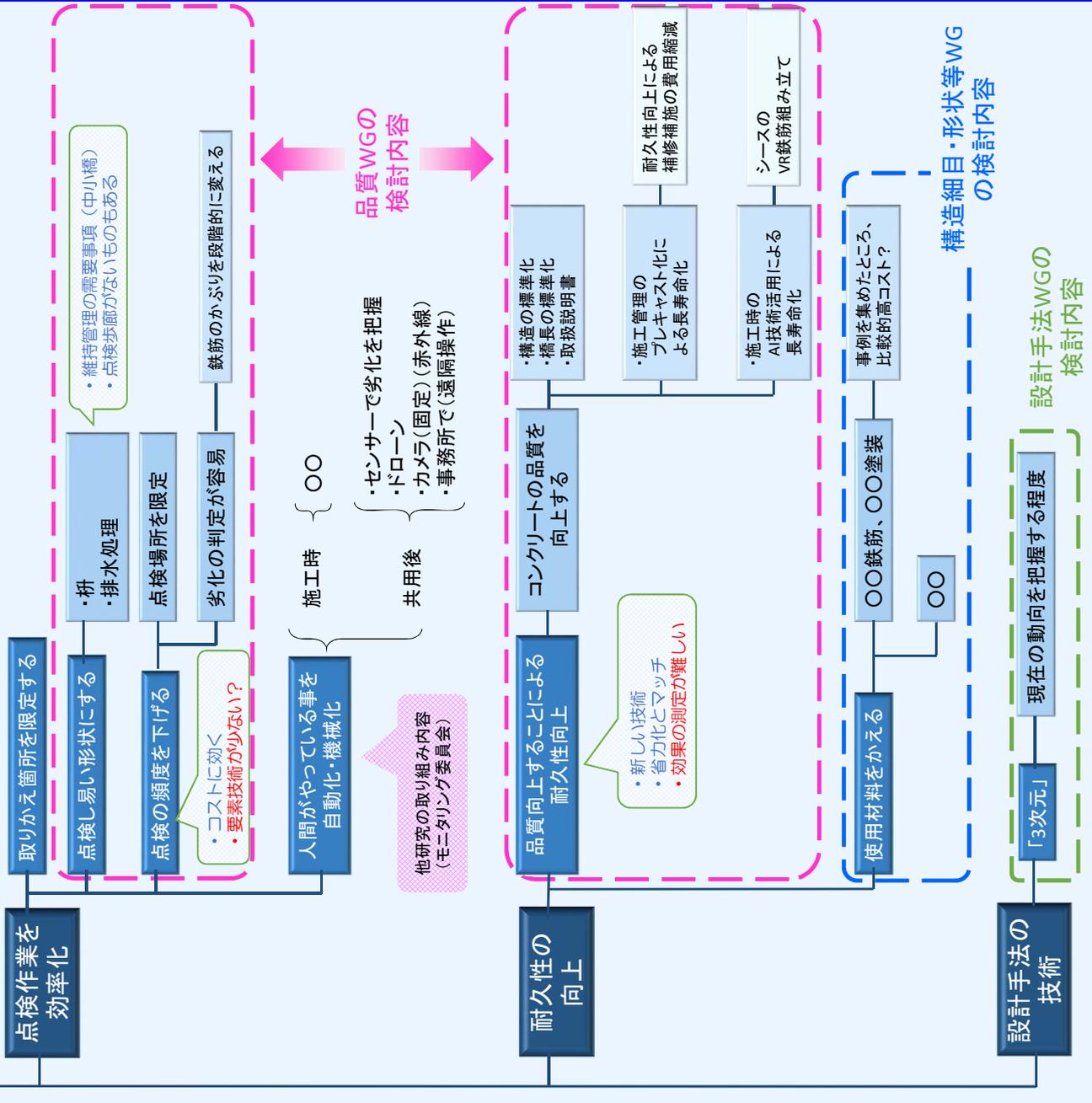
### 3.1.3 令和元年度の活動

令和元年度の活動は、平成 30 年度に収集した要素技術をもとに設計手法 WG にて実施するモデルケースでの 3 次元検討に反映する要素技術の抽出を行う。

また、平成 30 年度に収集した要素技術の整理・評価を実施する。

# 品質WGでのワークショップ

## 議題：メンテナンススモール橋を実現するうえでの課題



## 検討方針

- メンテナンススモール橋について
- 提案先⇒地方公共団体
- 初期コスト⇒現状程度
- ライフサイクルコスト⇒下げる
- 実現性

## 条件設定

- モデルケースのパターン決定
- 場所(臨海部)
- 橋長(規模感)
- 既存の小スパンの架替え(ターゲット)
- 25~15m(中)、15m以下(小)で方針が変わる

## 要素技術

- 各要素技術の評価(伸縮性、実現性、コスト)
- 点検の頻度を下げる要素技術の収集
- 目的別に効果を評価

## 技術レベル

- 技術開発の見通し
- ⇒現在検討されている技術、手の届く技術
- 汎用品になればコストが下がる見通し
- ⇒現時、5年先、10年先のコスト技術

## 効果

### 効果の提示

- 耐久性のコスト効果を示す方法
- 安全性の向上をどのように示すか
- 維持管理のコストモデル
- 耐久性向上のコストモデル

### 定量的評価

- 作業量が減ることは示すことができる
- ⇒割引積算単価
- 小さな橋梁、箇所数が提案になる
- ⇒箇所が減ることは示すことができる

## 4. 構造細目・形状等 WG 活動報告

### 4.1 概要

#### 4.1.1 目的

構造細目・形状等 WG の活動目的は、「現技術を活用し使用材料や構造細目の工夫によって供用期間中の致命的な劣化損傷を回避し維持管理を低減する」ことである。

#### 4.1.2 平成 30 年度の活動

WG の活動内容は、維持管理が最小限となる構造細目や材料・形状等を検討することである。

主に構造細目・形状・材料に関する事例および文献の収集を行い、5 回/年開催した WG 会議において、収集事例を中心としてメンバー間で意見交換を行い、技術情報を共有した。表-1 に平成 30 年度に収集した構造細目・形状・材料に関する事例および文献の一覧を示す。

表-1. 収集事例一覧

No	概要	No	概要
1	樹脂塗装鉄筋・亜鉛めっき鉄筋等の調査	7	国土交通省におけるi-ConstructionとBIM/CIMの取組み状況
2	表面保護工の新技术調査		
3	SFRCによる鋼床版補強	8	FRP補強材料等の調査
4	コンクリート橋の損傷事例・写真	9	偏心断面鋼管桁の耐風安定性検討
5	プレキャスト化の動向と使用材料	10	UFC床版
6	プレキャストの活用に向けた取組み状況と課題	11	ステンレス鉄筋の調査

収集した事例に基づき、構造細目・形状・材料に関する問題・課題を抽出し、予防保全、事後保全、劣化環境、施工環境をキーワードに表-2の通りに分類した。

表-2 要素技術分類表

環境	予防保全		事後保全	
		項目		項目
劣化環境	材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・非鉄鉄筋</li> <li>・表面保護</li> <li>・犠牲材料</li> <li>・高強度 C0</li> <li>・収縮低減</li> <li>・水切り</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表面保護</li> <li>・水切り</li> </ul>	
	形状	<ul style="list-style-type: none"> <li>・円形（波力）</li> <li>・張出し床版なし</li> </ul>	-	
施工環境	材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プレキャスト</li> <li>・SFR C</li> <li>・収縮低減</li> <li>・型枠</li> </ul>	-	
	形状	-	-	

また、これらの問題・課題が設計当時の適用基準による課題であるか、現在は解決している課題であるかも併せて確認した。コンクリート材料に関しては、密実性に着目した耐久性への影響が一つのキーワードと考えられる。また、撥水性材料や高炉スラグ等、適用条件次第で維持管理の低減に有効な材料があることを確認した。

#### 4.1.3 令和元年度の活動

令和元年度の活動は、平成 30 年度に収集した要素技術をもとに設計手法 WG にて実施するモデルケースでの 3 次元検討に反映する要素技術の抽出を行う。

また、平成 30 年度に収集した要素技術の整理・評価を実施する。

## 5. 令和元年度の活動方針について

### 5.1 方針

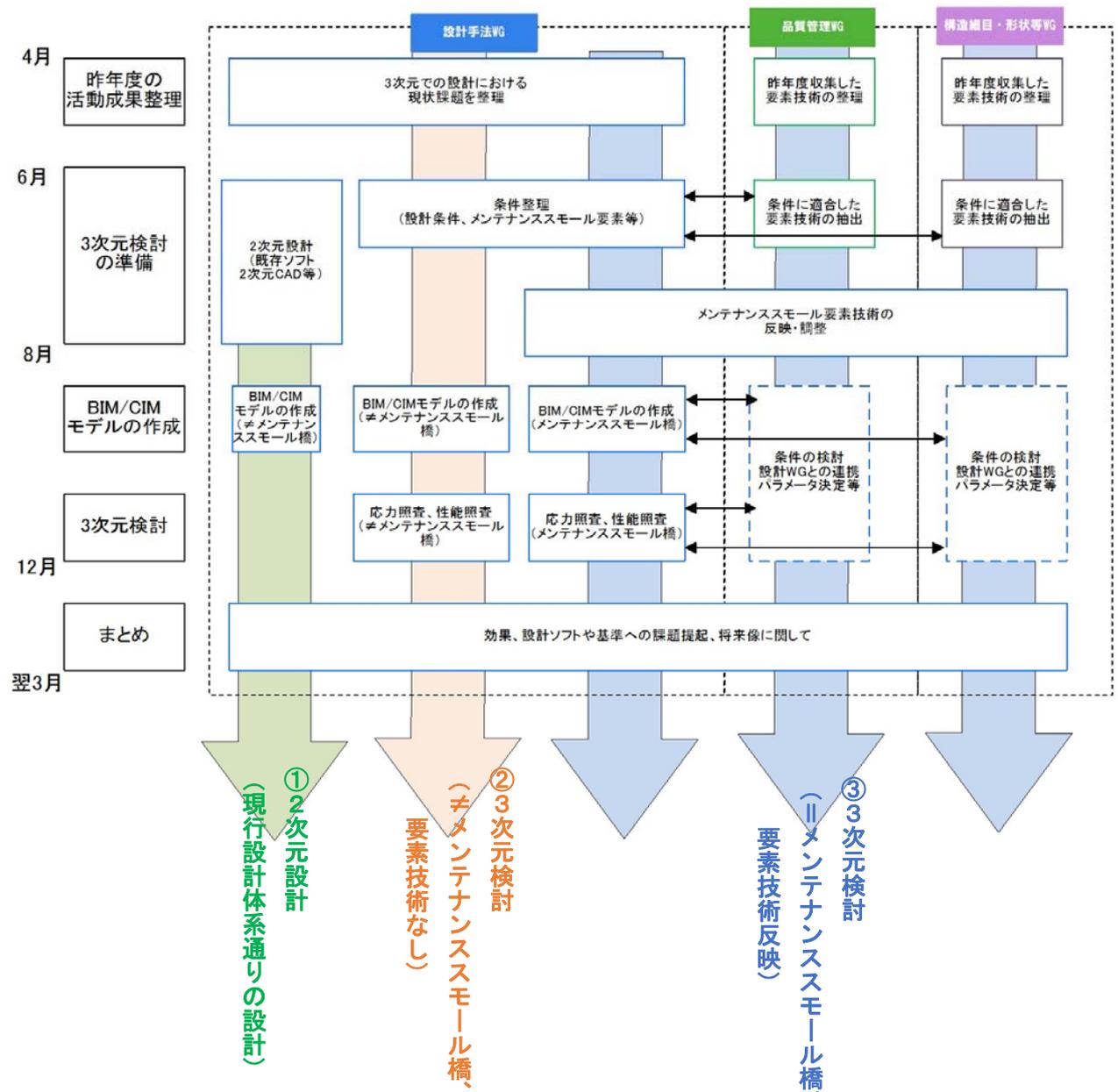
平成30年度の事例収集内容を受け、共同研究グループとしての活動および成果は下記を予定している。

- ・収集事例（要素技術）の整理・評価
- ・要素技術を反映したメンテナンススモール橋梁のモデルケースの設定
- ・モデルケースの試算

### 5.2 活動予定

令和元年度の共同研究グループとしての活動は、下記スケジュールを予定している。

- ① 現行の2次元設計体系により定まる橋梁
- ② 要素技術は取り込まずに作成した3次元モデルでの検討(≠メンテナンススモール橋梁)
- ③ 検討モデルに要素技術を盛り込んだ3次元モデルでの検討(メンテナンススモール橋梁)



## 付録 1. 全体委員会議事録

会議 議事録	第1回メンテナンススモール橋梁 共同研究グループ会議	日時	平成30年4月20日 15:00~17:00
		場所	パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 会議室
出席者	委員：鶴田、上田、江藤、北山、鈴木、野村、 服部、藤澤、古田、松村、山口、芳倉、 幹事：山本、谷、矢口 オブザーバー：吉房（順不同、敬称略） 合計16名		
<b>配布資料</b> 資料1-0：議事次第 資料1-1：共同研究グループ構成員名簿 資料1-2：共同研究グループ承認書 資料1-3：共同研究グループ規則 資料1-4：共同研究グループ実施計画書 資料1-5：謝金および旅費に関する内規 資料1-6：共同研究グループ活動経費内訳 資料1-7：土木学会応募原稿および概要資料 別紙：土木学会第72回年次学術講演会（平成29年9月）発表論文			
<b>議事</b> <b>1.委員長挨拶</b> 開会にあたり鶴田委員長にご挨拶いただいた。 ・まずは一年間での成果とりまとめを目標とする。 ・得意分野が異なるメンバーが集まっているため、各々の力を集約して共同研究グループの検討を実施したい。			
<b>2.委員紹介</b> 参加委員に自己紹介をしていただいた。			
<b>3.委員会規則</b> ・委員会幹事は4名以内に変更する。 ・構成員として、人事異動が落ち着いたら国土交通省、大阪市、NEXCOへの打診を行う。			

#### 4.活動方針

- ・2か月に1回の活動とすることを確認した。
- ・助成金の経費内訳として、構成員の旅費交通費を計上していたが、手続き上必要な場合を除いて原則支給しない。旅費交通費としていた予算は話題提供として次回以降での実施を検討している外来講師への謝金に充てる。
- ・外来講師による講演内容として、ソフト会社や土木以外の他分野における現状と将来展望の他、CIM導入ガイドライン（案）に関する講演を検討する。
- ・WGの希望調査を5月18日（金）期限として幹事より連絡し実施する。希望を踏まえてWGの振り分けを行い、次回協議時に確認する。
- ・委員公募の期限が5月18日（金）であることを確認した。
- ・昨年度の予備検討では、橋長15m以下の橋梁を対象に検討をしていたが、本研究グループではその制限は設けず、コンクリート橋を対象とする。また、15m以上と未満に分けて検討を行い、それぞれのメリットとなる条件や問題点を明確にすることも有意義と考えられる。
- ・支承や舗装、伸縮装置など、橋梁本体のみではなく付属物もメンテナンスを減らすうえで重要な要素であるため、今後検討を行う。
- ・大阪府の実績では、予備検討の対象としていた15m以下の橋梁数が約2000橋程度、15m以上の橋梁数が900橋程度と数に差がある。（鋼橋、RC橋、PC橋の割合は同程度の割合）
- ・最終的な成果としては、3つのWGがそれぞれ検討を行うが、設計手法WGが全体を集約したうえで本共同研究グループの成果とする。
- ・品質管理に関しては、「施工のしやすさ」という観点もある。施工難易度が高いと、初期欠陥発生の可能性があり、架け替え施工時の代替ルートが確保できないような橋梁に対する対応も考慮する必要がある。
- ・3次元設計が可能な土木設計ソフトは現状実用されていない。3次元での設計が先行している自動車分野や機械分野において、土木設計の諸元を反映していくことで3次元設計を実現することも今後の検討として考えられる。

#### 5.予備検討内容(対外発表済)

- ・昨年の土木学会にて講演した、昨年度の予備検討に関して説明を行い予備検討の情報共有を行った。

#### 6.その他

- ・次回協議および次々回協議日をあわせてスケジュール調整を別途行う。
- ・開催場所は、パシフィックコンサルタンツ大阪本社または中央復建コンサルタンツ本社の会議室を基本とする。

- ・今回の共同研究グループ会議を踏まえ、各社でより適任となる者に委員の変更を希望する場合には、幹事へ連絡すること。
- ・助成金の経費内訳として、ワークショップ費 20,000 円を計上しているが、翌年度にワークショップを行う場合はどうなるのかを関西支部に確認する。

以上

会議 議事録	第2回メンテナンススモール橋梁 共同研究グループ会議	日時	平成30年6月22日 10:00~12:00
		場所	パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 会議室
出席者	委員：鶴田、上田、江藤、北山、鈴木、服部、 藤澤、古田、松村、山口、芳倉、吉房、和田 幹事：小沼、谷、山本、矢口（順不同、敬称略） 合計17名		
<b>配布資料</b> 資料2-0：議事次第 資料2-1：共同研究グループ構成員名簿 資料2-2：前回会議録 資料2-3：WG所属(案) 資料2-4：土木学会関西支部スケジュール  <b>議事</b> 1.委員紹介 前回欠席者および追加委員より、自己紹介をしていただいた。  2.前回議事録の確認 ・前回会議時に確認事項となっていた項目に関して、報告および情報共有を実施した。 ・公開ワークショップの開催は、共同研究グループの継続有無に関わらず年度ごとに開催する必要がある。（土木学会関西支部より） ・公開ワークショップ開催にあたる費用は、助成金内から捻出する。ワークショップ以外の会計報告を年度内に済ませ、ワークショップ後に再度会計報告を行う。  3.話題提供 ・幹事長の小沼様より、BIM/CIM推進委員会での現状に関して情報提供頂いた。 ・委員の北山様よりPC舟形桁の現況に関して、情報提供頂いた。  4. WG 所属について ・WG 希望調査結果から、WG 振り分け（案）に関して説明を行った。 ・次回共同研究グループ会議までに各WG を実施し、会議結果を次回共有する。 4-1 設計手法 WG ・主査：古田様、副査：藤澤様、吉房様			

4-2 品質管理 WG

- ・主査：上田様、副査：江藤様

4-3 構造細目・形状 WG

- ・主査：鶴田様、副査：芳倉様

**5.次回予定**

- ・次回共同会議日程：8月22日(水)13時開始予定  
場所：パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 26階 AB 会議室
- ・設計手法 WG 会議日程：8月10日14時開始予定
- ・品質管理 WG 会議日程：7月13日15時開始予定
- ・構造細目 WG 会議日程：8月8日13時開始予定

以上

会議 議事録	第3回メンテナンススモール橋梁 共同研究グループ会議	日時	平成30年8月22日 13:00~15:00
		場所	パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 会議室
出席者	委員：鶴田、上田、江藤、北山、永橋、服部、 藤澤、古田、松村、山口、芳倉、吉房、和田 幹事：谷、山本、矢口（順不同、敬称略） 合計16名		
<b>配布資料</b> 資料3-0：議事次第 資料3-1：共同研究グループ構成員、WG名簿 資料3-2：前回会議議事録 資料3-3：WG会議議事録 資料3-4：共同研究グループスケジュール 資料3-5：参考資料  <b>議事</b> 1.委員紹介 ・追加委員の永橋様より、自己紹介をしていただいた。  2.前回議事録の確認 ・議事録をもとに、前回会議内容を確認した。  3.WG活動報告 ・第1回WGの会議内容に関して、WG会議録に基づき各WGの副査より説明いただいた。  4.話題提供 ・H29に改定された道路橋示方書による設計計算例に関して、幹事の山本様より話題提供いただいた。  5.スケジュールに関して ・本共同研究グループは、次年度の継続申請を行う。申請内容に関しては、9月末の公示を受けてメールにて情報共有を行いながら確認する。			

## 6.今後の検討方針に関して

- ・メンテナンススモール橋の検討方針および成果目標は、メンテナンスが省力化できる要素を極力網羅することを検討方針とし、設計時に適切に要素を取り込める体制整備を当面の成果目標とする。
- ・WGでの検討内容に対して、他WGからの情報提供や要望があれば適宜検討対象に追加する。（構造細目WGに対しては、非鉄材料に関して検討要望があった。）
- ・自治体の立場では、定期点検時の点検項目が少なく、判定区分が技術的に明確である橋梁が望ましい。
- ・品質管理WGでのパッケージ化検討に関しては、既存技術（JIS桁等）との差別化が必要となる。
- ・設計手法WGでの検討内容は、解析手法との連携を踏まえたうえで、現行の2次元設計を3次元化するのみに留まらず、3次元設計を行うことによる新たなメリット（排水検討や環境（景観）検討等）を取り込める設計手法の一提案とする。
- ・各WGで収集した事例や文献および抽出した課題に関しては、各WGの副査が更新した一覧表を全体会議にて共有する。

## 7.次回予定

- ・次回全体会議日程：11月7日(水)15時開始予定  
場所：パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 26階 AB 会議室
- ・次回設計手法WG会議日程：9月28日15時開始予定
- ・次回品質管理WG会議日程：9月21日15時開始予定
- ・次回構造細目WG会議日程：9月19日10時開始予定

以上

会議 議事録	第4回メンテナンススモール橋梁 共同研究グループ会議	日時	平成30年11月7日 15:00~17:00
		場所	パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 会議室
出席者	委員：鶴田、上田、北山、服部、藤澤、松村、山口、芳倉、吉房、和田 幹事：小沼、谷、山本、矢口（順不同、敬称略） 合計14名		
<p><b>配布資料</b></p> <p>資料4-0：議事次第 資料4-1：共同研究グループ構成員、WG名簿 資料4-2：前回会議議事録 資料4-3：WG会議議事録 資料4-4：共同研究グループスケジュール 資料4-5：WG資料</p> <p><b>議事</b></p> <p>1.委員長挨拶 ・鶴田委員長より、開会にあたり挨拶をいただいた。</p> <p>2.前回議事録の確認 ・議事録をもとに、前回全体会議内容を確認した。</p> <p>3.WG活動報告 ・各WGの会議内容に関して、WG会議録に基づき各WGの副査より説明いただいた。 品実管理WGのVEワークショップについては、次回WG会議にて開催の予定である。</p> <p>4.話題提供 ・今年度終了した土木学会の「モニタリング技術と融合した橋梁マネジメント」について、服部委員および谷幹事より話題提供いただいた。</p> <p>5.スケジュールに関して ・本共同研究グループは、次年度の継続申請を行っており、採否の通知は2月中頃を予定している。</p>			

## 6.その他

- ・PC建協のプレキャスト化の取組みについて、建協内での取組みは進んでいるようだが、それが外部に認知されていない可能性がある。今後、話題提供として紹介いただくことを有意義と思われる。
- ・PC橋の優位性を説明する資料はあるが、それに対してPC橋の採用が少ないという実情がある。PC橋が今後優位とされるためには、現状採用が少ない理由を整理することも採用が促進されることにつながるのではないかと。
- ・道路管理者の要望としては、橋梁にセンサー取付で損傷等が計測できるのであれば、全橋にでもつけたい。実用化されてもコストの面で全橋設置が困難であれば、重要度に応じて設置を検討することになるのかと思う。
- ・モニタリング用のセンサーについては、後付けセンサーが好ましい。（埋め込みタイプはセンサーが損傷しやすい）
- ・センサー設置によるたわみ計測は、実験値と解析値が整合しないことが多い。実験と解析の挙動が整合しやすい、という事もメンテナンススモールの一つとなるのではないかと。
- ・パッケージ化にあたっては、新技術を取り入れるハイテクとしてのアプローチと、逆にローテク（犠牲材料のように、あえて損傷部位を明確化する）アプローチもメンテナンススモールに寄与するのではないかと。

## 7.次回予定

- ・次回全体会議日程：1月8日(火)15時開始予定  
場所：パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 26階 AB 会議室
- ・次回設計手法 WG 会議日程：12月4日 15時開始予定
- ・次回品質管理 WG 会議日程：日程調整中（12月実施予定）
- ・次回構造細目 WG 会議日程：12月4日 15時開始予定

以上

会議 議事録	第5回メンテナンススモール橋梁 共同研究グループ会議	日時	平成31年1月8日 15:00~17:00
		場所	パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 会議室
出席者	委員：鶴田、江藤、関谷、永橋、野村、服部、藤澤、古田、松村、三住、山口、吉房 オブザーバー：寺田氏、上田氏、藤井氏 幹事：小沼、谷、山本、矢口（順不同、敬称略） 合計19名		
<b>配布資料</b> 資料5-0：議事次第 資料5-1：共同研究グループ構成員、WG名簿 資料5-2：前回会議議事録 資料5-3：WG会議議事録 資料5-4：事務連絡 資料5-5：今後のスケジュール  <b>議事</b> <b>1. 委員長挨拶</b> ・鶴田委員長より、開会にあたり挨拶をいただいた。  <b>2. 追加委員紹介</b> ・設計手法WGに追加委員としてご参加いただく関谷委員、三住委員に自己紹介いただいた。  <b>3. 前回議事録、WG活動内容の報告</b> ・全体会議および各WGの会議内容に関して、会議録に基づき各WGの副査より説明いただいた。 品質管理WGにて昨年末に実施されたワークショップの内容について共有した。  <b>4. 事務連絡</b> ・共同研究グループの継続申請について、今年度と来年度の活動内容の棲み分けを行うよう指示を受け、検討内容に関して今年度は事例収集と位置づけ、来年度は収集事例をもとにしたモデルケースの検討を行う予定としたことを共有した。			

・来年度の公開ワークショップについて、土木学会関西支部の年次学術講演会（5/25（土）、大阪大学吹田キャンパス）にて実施することを確認し、論文投稿をあわせて行うことを確認した。

投稿論文に関しては、取りまとめを幹事で行い、各WGの活動内容に関してはWG副査にて作成を行う。

#### 5.今後の検討方針について

品質管理WGで実施したワークショップを受け、今後の共同研究グループの検討方針に関して議論を行った。

- ・共同研究グループ全体の成果としてモデルケースの検討を実施し、収集した事例における要素技術の評価や効果の検証は各WGで引き続き実施する。
- ・品質WGの検討内容としては、維持管理に着目し点検作業が効率化できる技術を上げられるのであればモデルケースに取り込む。パッケージ化（プレキャスト化）に関しては設計WGで検討した設計手法を適用しなくともWGとしての活動は問題ない。
- ・メンテナンススモール橋の対象として、コンクリート橋の橋長15m以下が最適なのかについては議論がある所だが、まずはモデルケースで検討を行い、設計手法としての体系を検討する。

#### 6.話題提供

・話題提供として、川田テクノシステム(株)の寺田氏より、講演いただいた。講演内容は下記のとおりである。

『3次元設計（BIM/CIM）ソフトの整備状況や今後の方向性について』

#### 7.次回予定

- ・次回全体会議日程：3月1日（金）16時開始予定  
場所：パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 26階 AB 会議室
- ・次回設計手法WG会議日程：3月1日 14時開始予定
- ・次回品質管理WG会議日程：2月18日 15時開始予定
- ・次回構造細目WG会議日程：2月4日 15時開始予定

以上

会議 議事録	第6回メンテナンススモール橋梁 共同研究グループ会議	日時	平成31年3月1日 14:00~16:00
		場所	パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 会議室
出席者	委員：鶴田、上田、江藤、関谷、服部、藤澤、古田、松村、三住、山口、芳倉、吉房 幹事：谷、山本、矢口（順不同、敬称略） 合計15名		
<b>配布資料</b> 資料6-0：議事次第 資料6-1：共同研究グループ構成員、WG名簿 資料6-2：前回会議議事録 資料6-3：WG会議議事録 資料6-4：事務連絡 資料6-5：今後のスケジュール  <b>議事</b> <b>1. 委員長挨拶</b> ・鶴田委員長より、開会にあたり挨拶をいただいた。  <b>2. 前回議事録、WG 活動内容の報告</b> ・全体会議および各WGの会議内容に関して、会議録に基づき各WGの副査より説明いただいた。  <b>3. 事務連絡</b> ・共同研究グループの継続申請が承認された旨の連絡を行った。委嘱状が必要な委員は、幹事に連絡いただく。 ・公開ワークショップについて、5月25日の関西支部年次講演にて講演を行う事を共有した。また、活動報告書に関して共有した。  <b>4. 次年度の検討内容(モデルケースの試設計)について</b> ・モデルケースによる試設計の流れおよびスケジュールは下記とする。 ①橋梁概要(条件)の決定(北山委員、永橋委員と調整、その他点検事例等を踏まえて全体会議にて決定) ②品質WG、構造WGからの要素技術の提示(～6月末を目途)			

③モデルケースによる試設計（～12月末を目途）

④試設計の考察等（～翌3月）

- ・要素技術に関しては、試設計に反映の可・非は考慮せず、最適技術を提案いただく。
- ・設計手法WGで実施する試設計は、従来通りの現行2次元設計および3次元設計の2ケースを予定している。

#### 5.公開ワークショップについて

・公開ワークショップ講演に関しては、下記時間配分を目安とし、WGの主査または副査が講演することを基本とする。

①全体概要（10分）、②WGの活動内容（各20分）：計70分+質疑応答

- ・講演資料(案)に関しては、4月26日の全体会議で方向性を確認する。

#### 6.次回予定

- ・次回全体会議日程：4月26日(金)16時開始予定  
場所：パシフィックコンサルタンツ 大阪本社 26階 AB 会議室
- ・次回設計手法WG会議日程：4月26日15時開始予定
- ・次回品質管理WG会議日程：4月23日または23日で調整予定
- ・次回構造細目WG会議日程：別途調整（4月26日までに開催）

以上