




2017年 第32回台日工程技術研究会

道路橋の複合構造、プレキャスト工法の  
開発、設計、および施工

2017年11月22日  
 三井住友建設株式会社  
春日昭夫

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研究会 2017/11/22  三井住友建設

## 目次

1. エクストラードーズド橋
2. 波形ウェブ橋
3. バタフライウェブ橋
4. ノンメタル橋

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

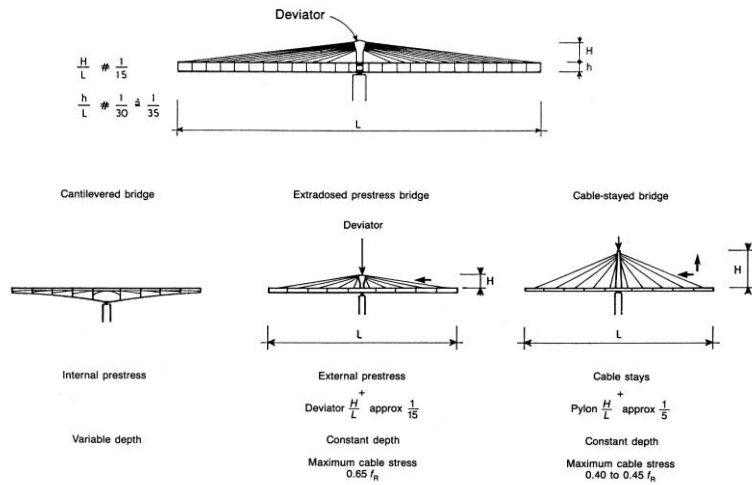
## 複合構造、プレキャストの技術開発の背景

三井住友建設の特徴として、

- ・ 設計部門（50名）
- ・ 技術研究所（40名）
- ・ 自社プレキャスト工場（4箇所）

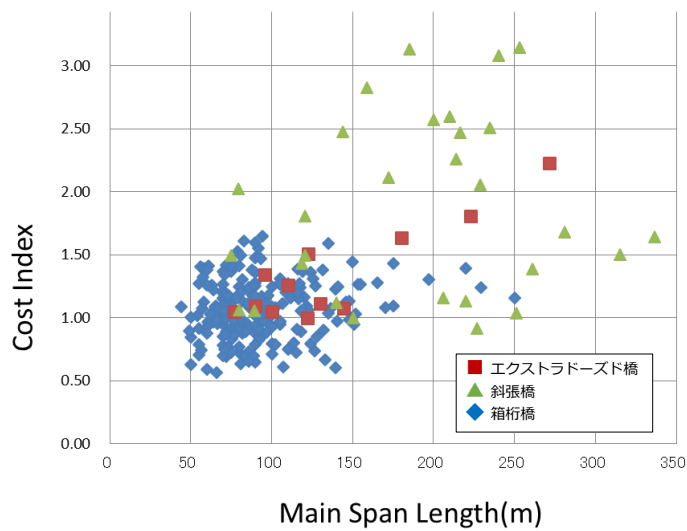
1. エクストラドーズド橋
2. 波形ウェブ橋
3. バタフライウェブ橋
4. ノンメタル橋

# Mathivat's Paper (FIP Note, 1988)




Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

# コスト比較

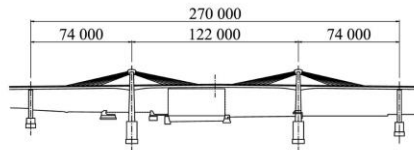


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22



 三井住友建設

## 小田原ブルーウェイブリッジ (1994年)

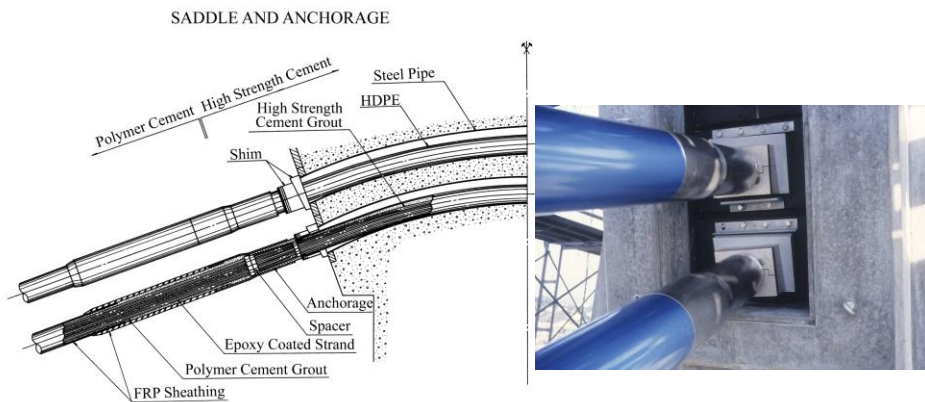


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22



 三井住友建設

## サドルの開発



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22



 三井住友建設

## 斜材用高減衰ゴムダンパーの開発

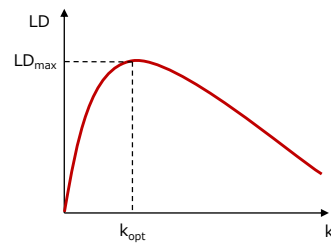
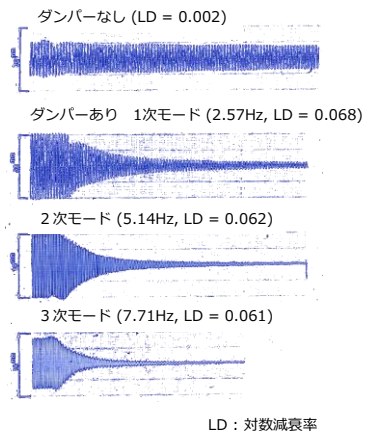


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22

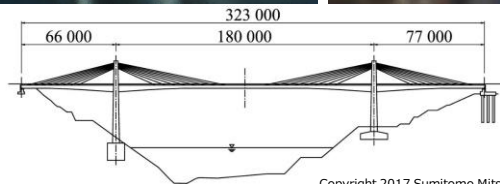

 三井住友建設

## 斜材用高減衰ゴムダンパーの開発



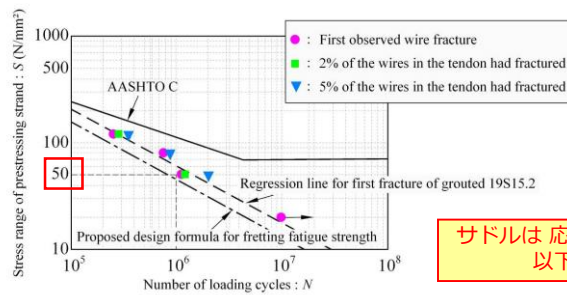
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

# つくはら橋 (1997年)

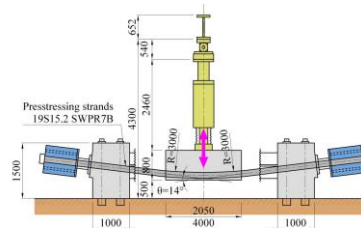


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

# サドル部のフレッチング疲労実験




サドルは 応力変動50N/mm<sup>2</sup> 以下で使用可

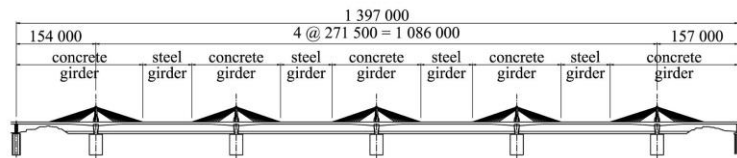


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22



 三井住友建設

## 揖斐川橋 (2001年)



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22

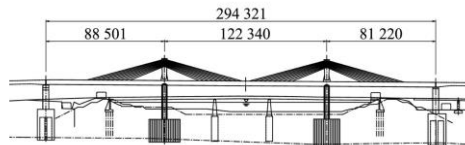

 三井住友建設

## 揖斐川橋の施工



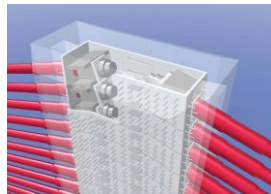
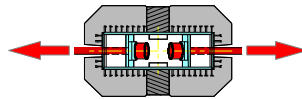
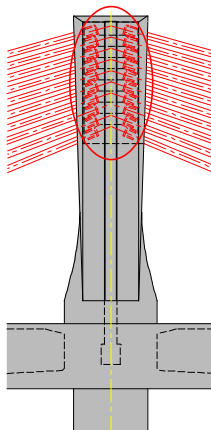
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## 新名西橋（2004年）



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## 主塔定着部における複合構造の開発



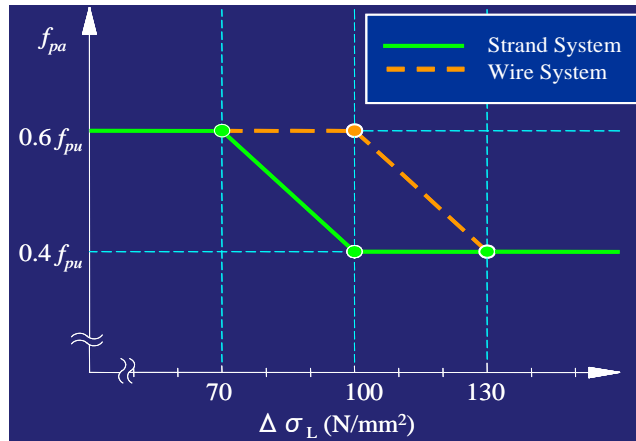
斜材張力の水平分力：鋼板で負担  
 斜材張力の鉛直分力：鋼板+コンクリートで負担

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.



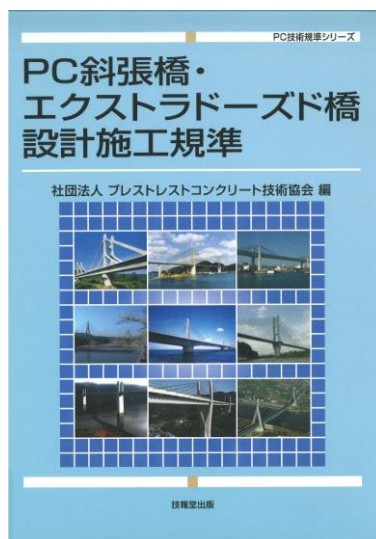
## 斜材の許容値の設定基準

Kasuga, Extradosed Bridges in Japan, fib Structural Journal, 2006



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## プレレストコンクリート工学会規準



2010年度版

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.


1. エクストラードーズド橋
2. 波形ウェブ橋
3. バタフライウェブ橋
4. ノンメタル橋

## *fib* (federation internationale du béton)

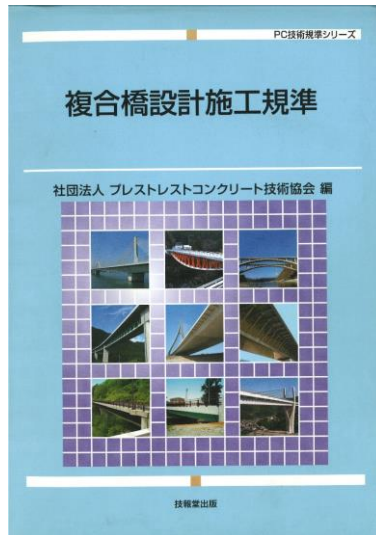
### Bulletin 77 (2015)



2017年 第32回台日工程技術研究会 2017/11/22


 三井住友建設


# プレストレストコンクリート工学会規準



2005年度版

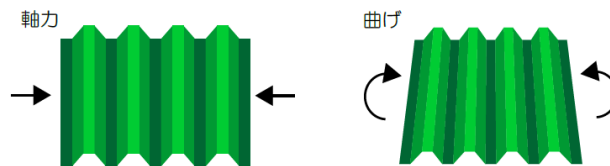
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研究会 2017/11/22


 三井住友建設

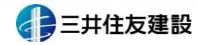
## 波形ウェブの原理

せん断力だけを伝達する



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22



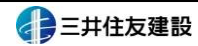
## 日本における波形ウェブの開発

島田の研究（1965年）：世界初

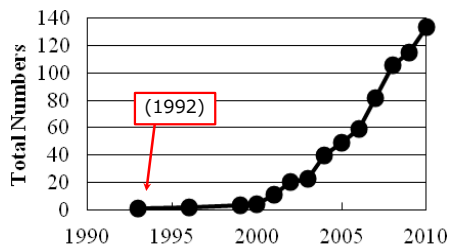


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22




## 日本における波形ウェブの開発



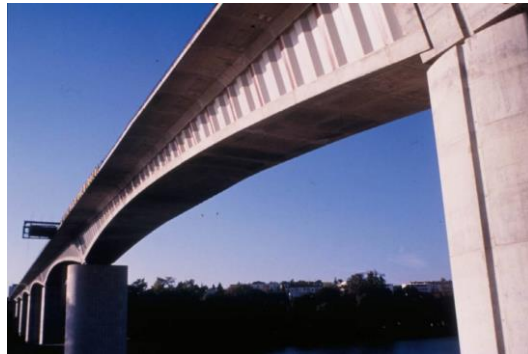
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研究会 2017/11/22

 三井住友建設


## フランスにおける波形ウェブの開発

ドール橋（1986年）



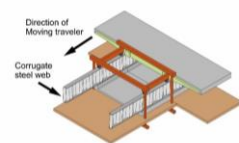
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研究会 2017/11/22

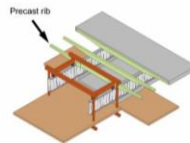
 三井住友建設

## 波形ウェブ橋急速施工法の開発

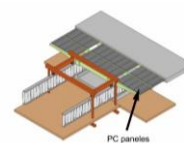
工期短縮と最小限の型枠作業による省力化（20橋以上の実績）



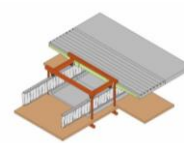
(1)WG移動



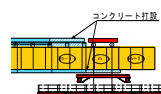
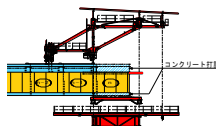
(2)リブ、波形鋼板架設



(3)PC板架設、鉄筋組立

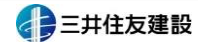


(4)床版コンクリート打設



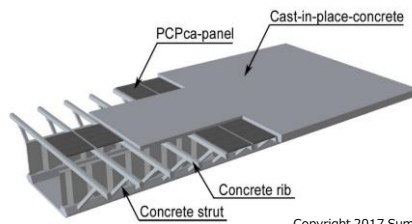
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22



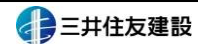
## 桂島高架橋（2005年）

軽量化と最小限の型枠作業による押し出し工法の省力化

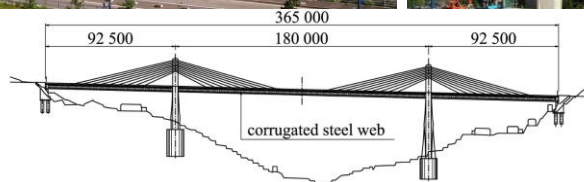


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22

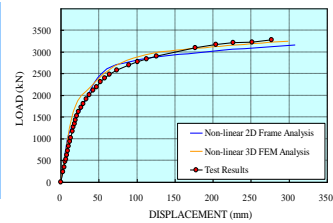
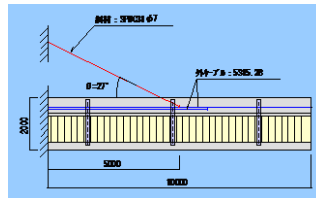
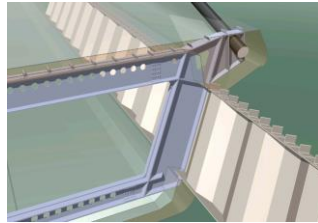


## 日見橋（2004年）



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## 斜材定着構造の開発




Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

1. エクストラドーズド橋
2. 波形ウェブ橋
3. バタフライウェブ橋
4. ノンメタル橋

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22

 三井住友建設

## バタフライウェブ橋開発の原点

波形ウェブ橋




複合トラス橋



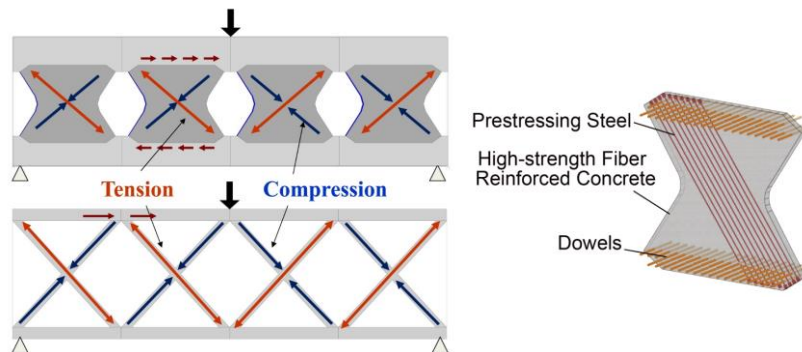
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22

 三井住友建設

## バタフライウェブ橋の原理

挙動はダブルワーレントラスと同等



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.



## バタフライウェブ橋の材料

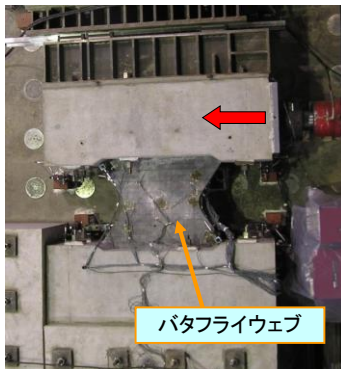
- コンクリート強度は  $f_{ck} = 80\text{MPa}$ 、W/C は25%
- 引張強度  $2000\text{N/mm}^2$ 、直径0.2mm、長さ22mmの鋼繊維を容積率0.5% 混入



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## バタフライウェブ橋の試験

ウェブせん断強度試験



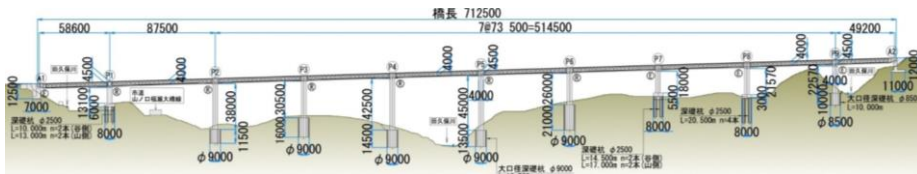
1/2モデルによる梁試験



構想から実現まで15年

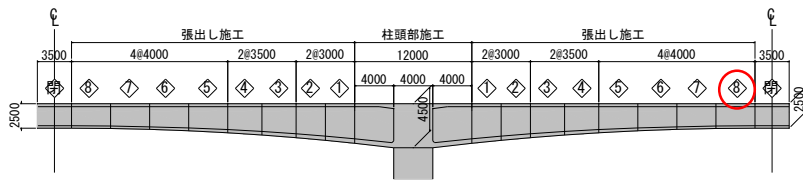
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

# 田久保川橋 (2013年)

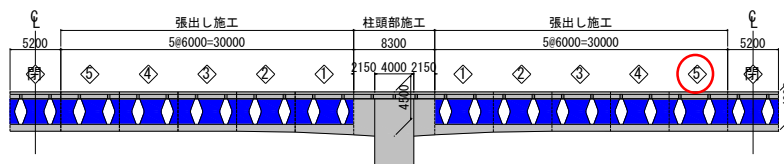


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

# 従来設計との違い



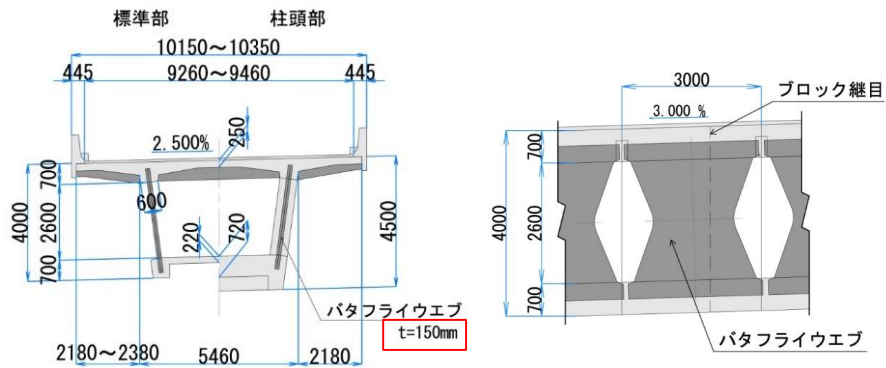
基本設計



詳細設計

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## 構造詳細



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## バタフライウェブの製作と架設

プレテンション緊張材のみ配置、重量は3.7t



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

# バタフライウェブ橋の内部



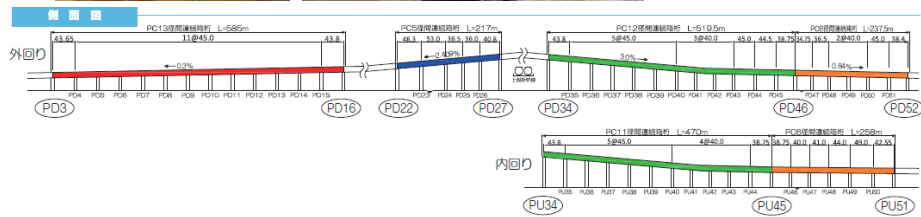
Easy Maintenance!

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

# 桶川高架橋 (2015年)




- 橋長：3.2km
- 標準支間：45.0m
- 橋面積：35,000m<sup>2</sup>
- 工期：18ヶ月

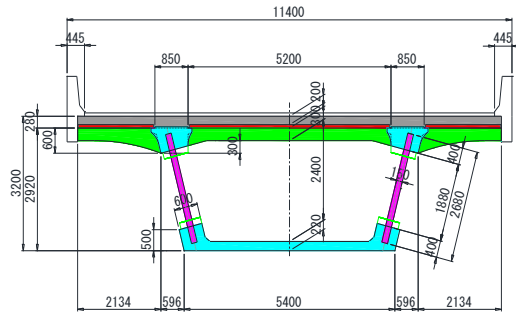


Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

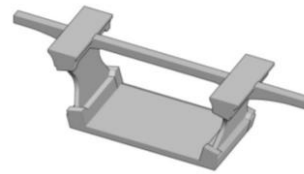
2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22

 三井住友建設

## U形セグメント形状




古川高架橋（2002年）



セグメント重量：25 t

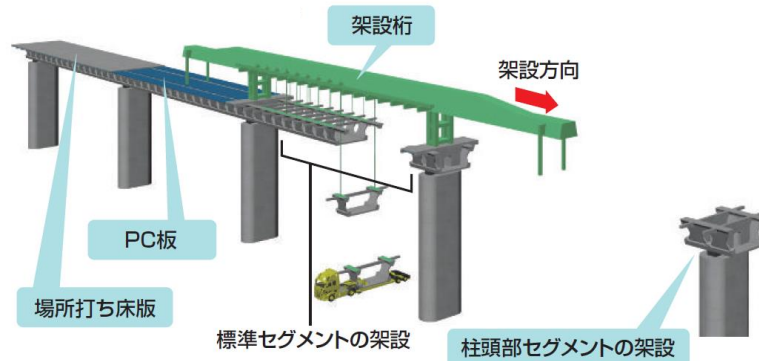
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22

 三井住友建設

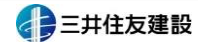
## スパンバイスパン工法

1径間1週間



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22



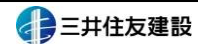
## 自社コンクリート工場でのセグメント製作

バタフライパネル2372枚、セグメント1036個を製作



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研討会 2017/11/22



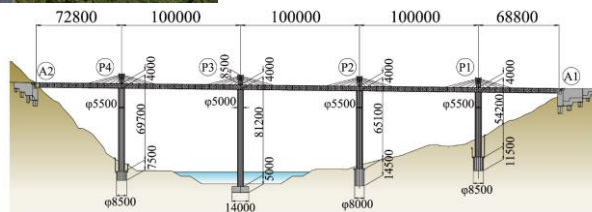
## 架設現場での作業

U形セグメント架設後、プレキャストパネルによる上床版施工



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## 武庫川橋 (2017年)



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## 橋脚の急速施工と主塔構造の開発

橋脚の部分プレキャスト (1m/1日)

主塔斜材定着構造の簡素化



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

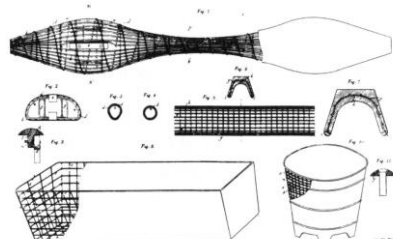
1. エクストラードーズド橋
2. 波形ウェブ橋
3. バタフライウェブ橋
4. ノンメタル橋

## 無筋コンクリートから鉄筋コンクリートへ

アーチ、ドームからあらゆる形状の構造が可能に




パンテオン（ローマ、BC25年）



仏の特許技術（1867年）



2017年 第32回台日工程技術研究会 2017/11/22

 三井住友建設


## 鉄筋コンクリートのジレンマ

しかし、同時に鋼材の錆という劣化因子も内在



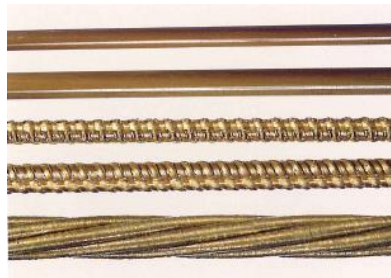
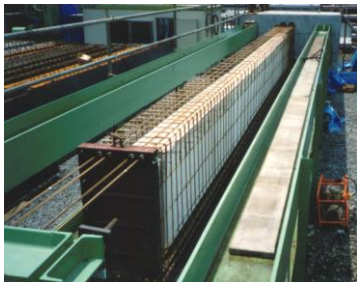
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

2017年 第32回台日工程技術研究会 2017/11/22

 三井住友建設

## 世界初のノンメタル橋（1991年）

鉄筋と緊張材がアラミドのため非常に高価

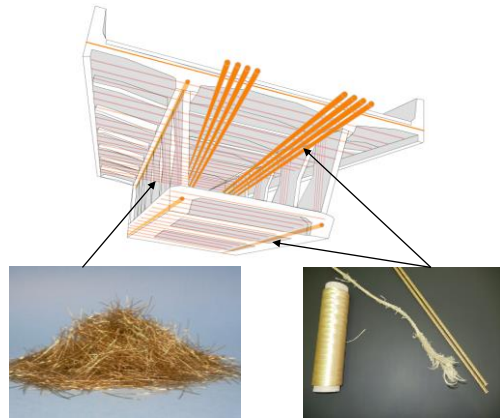


φ7.4mm

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## ノンメタル橋 (Dura-Bridge<sup>®</sup>)

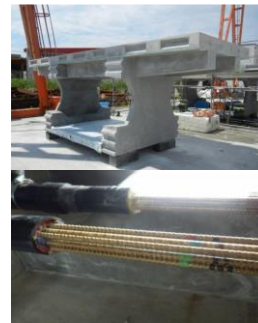
150年に及ぶRCからのパラダイムシフト  
(繊維補強コンクリート+アラミド緊張材)



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## 現川橋 (2015年)

- ✓ ノンメタル橋でコンクリート本来の高耐久に
- ✓ 1.5倍のイニシャルコストでもライフサイクルコストは最小化
- ✓ 2019年の実橋建設を目指す



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

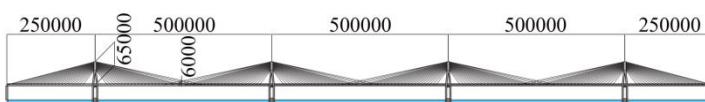
## まとめ

1. 三井住友建設の技術開発は、設計、技術研究所、自社のコンクリート工場に負うところが大きい。
2. 高速道路プロジェクトで、施工業者がおこなう詳細設計は技術開発の源泉になってきた。
3. 省力化による生産性向上、軽量化、高耐久化が技術開発のキーワードである。

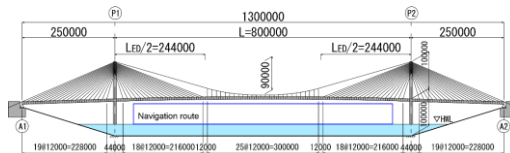
Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

## 次世代の橋梁を日本から発信

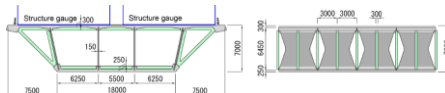
長大エクストラロード橋 (MSLB 2015 Porto)



ハイブリッド長大橋 (fib 2017 Maastricht)



断面はバタフライウェブで軽量化、耐風安定性も確認



Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.

ご清聴ありがとうございました



感謝大家的聆聴

Copyright 2017 Sumitomo Mitsui Construction All rights reserved.