

## 「コンクリート構造物への鋼材、FRP、セラミックなどの各種材料の適用例」

～研究開発・実用化と特許～

古市 耕輔

西武ポリマ化成 企画開発部

## 目次

1. 自己紹介
2. 技術開発の流れ
3. 個別技術の説明
  - ・鋼とコンクリートの複合構造
  - ・シールド用セグメント
  - ・あと施工アンカーと機械式定着鉄筋
  - ・FRPと繊維
  - ・セラミックス
4. 特許について
5. まとめ

### 1.自己紹介

横浜国立大学 大学院修士卒(海岸工学専攻)

1986年4月 鹿島建設 技術研究所 土木部(構造)に配属  
1991年4月 関東支店 土木部 設計課  
1993年4月 技術研究所 第一研究部  
1995年9月 関東支店 越谷工事事務所(現場)  
1997年1月 技術研究所 主任研究員・上席研究員  
2010年9月 横浜国大 博士(工学)取得  
2011年4月 技術研究所 土木構造グループ長  
2014年4月 (兼)横浜国大 非常勤講師(4年間)  
2016年4月 土木管理本部 土木技術部 技術管理部長  
(兼)リニューアルグループ長

研究開発 27年 / 設計・現場 3年 / 開発管理 5年

2021年4月 西武ポリマ化成 企画開発部 部長

### [西武ポリマ化成(株)]

インフラ構造物に適用される、  
ゴム製品の製造・販売をする会社。



用途: 海洋



大型船舶用防舷材



普通船舶用  
防舷材



オイルフェンス

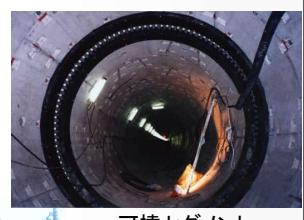


マリンネット

用途: 変形・伸縮対応(耐震)



可撓管

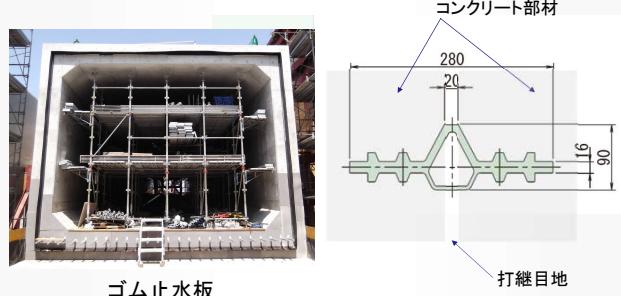


可撓セグメント

用途:耐震・免震



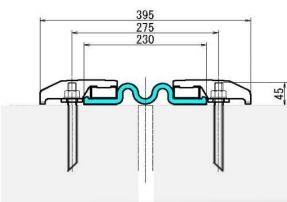
用途:構造物間の止水・防水



用途:構造物間の止水・防水(耐震補強)



後付け可撓継手



## 2.技術開発の流れ

コンクリートサンドイッチ構造(耐力、軸力伝達)

橋梁関係

RC橋脚の耐震性能評価

RC橋脚の耐震補強工法の開発

新型RCセグメントの開発(WB, QB, SFRC, 耐火コンクリート)

MMST工法の開発

高性能・新形式

地下構造物

拡底式アンカーの開発(LFアンカー)

合成セグメントの開発(DRC, 6面鋼殻, SBL)

鋼・コンクリート複合トラス橋の開発

合成土留壁(合成梁)の開発

耐震構造

FRPの開発と適用研究

機械式定着工法の開発(Jフットバー、プレートフック、プレートナット)

セラミックスの適用研究(CCb工法、他)

超高強度繊維補強コンクリートの適用研究

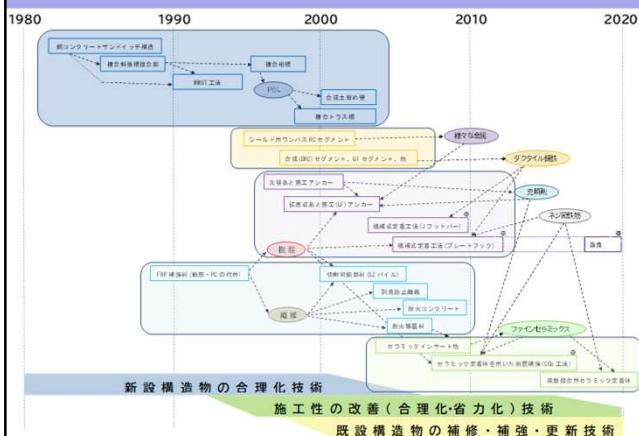
構造物のモニタリング技術の開発

合理的・生産性

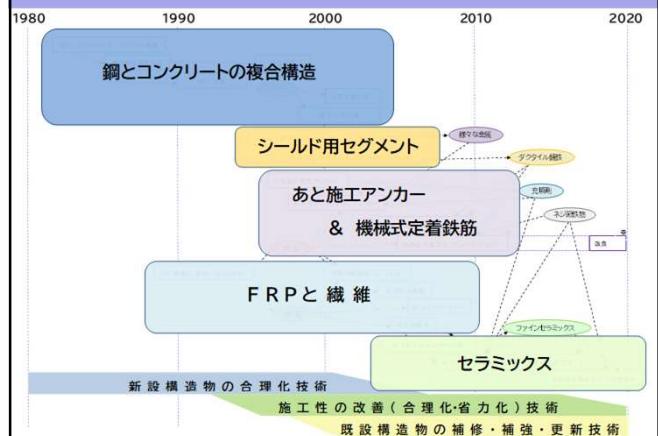
床版更新工法の開発(SDRシステム)

維持・更新

## 2.技術開発の流れ



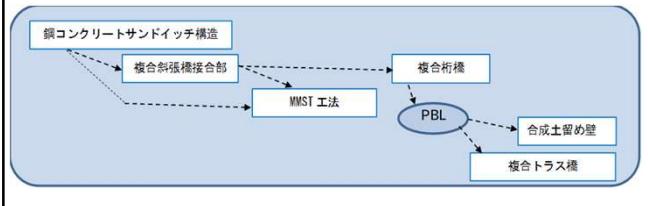
## 2.技術開発の流れ



### 3.個別技術の説明

#### ・鋼とコンクリートの複合構造

- ・シールド用セグメント
- ・あと施工アンカーと機械式定着鉄筋
- ・FRPと繊維
- ・セラミックス

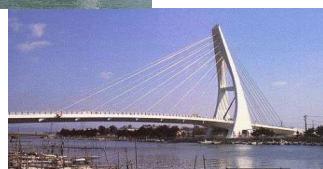


1986～1988 コンクリートサンドイッチ構造(耐力・軸力伝達)



試験体の製作  
ゲージ貼り  
計測装置(ソフト含む)の作成  
実験の実施(半年間現23号館の地下にこもり実験三昧)

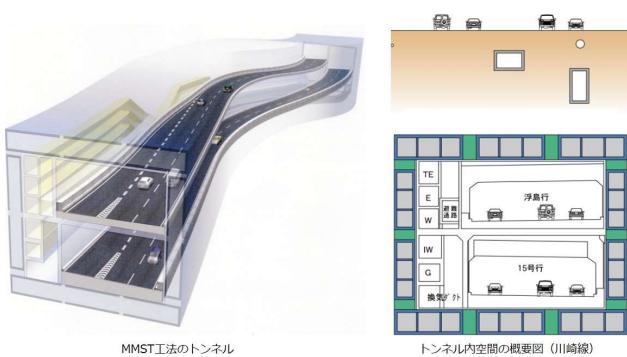
複合斜張橋



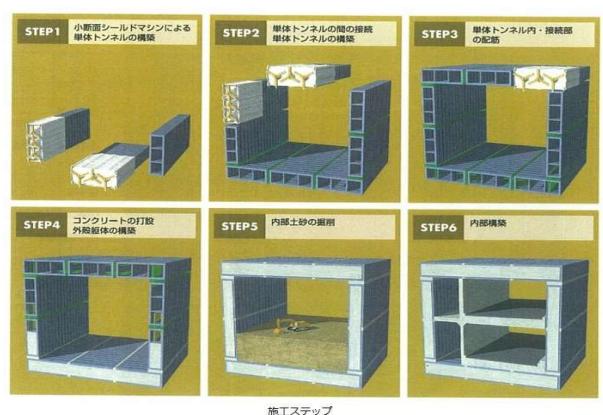
生口橋・多田羅橋を視察(2010年10月)

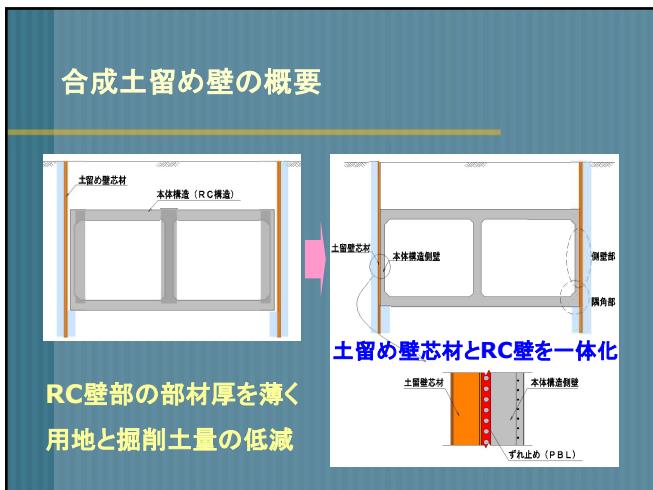
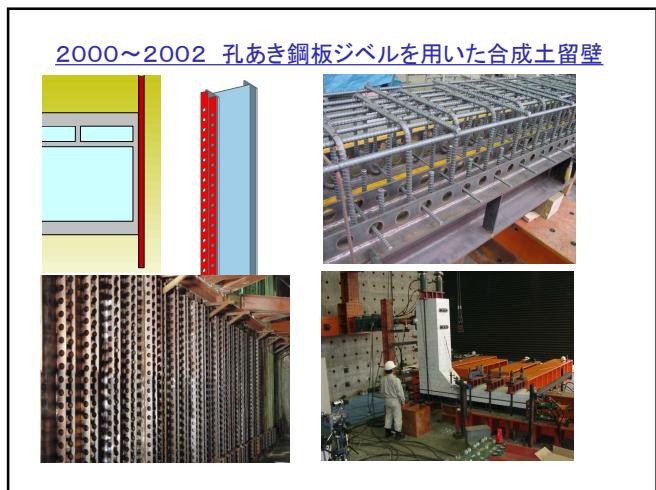
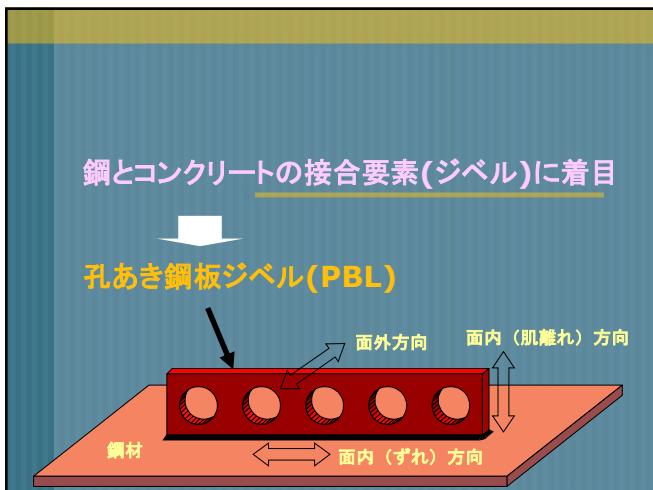
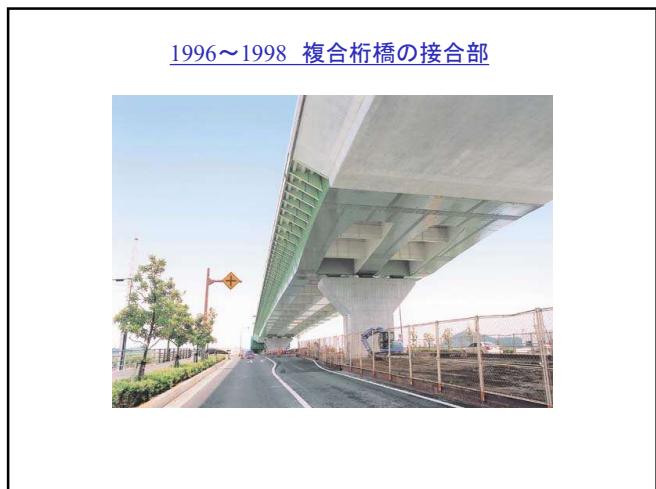
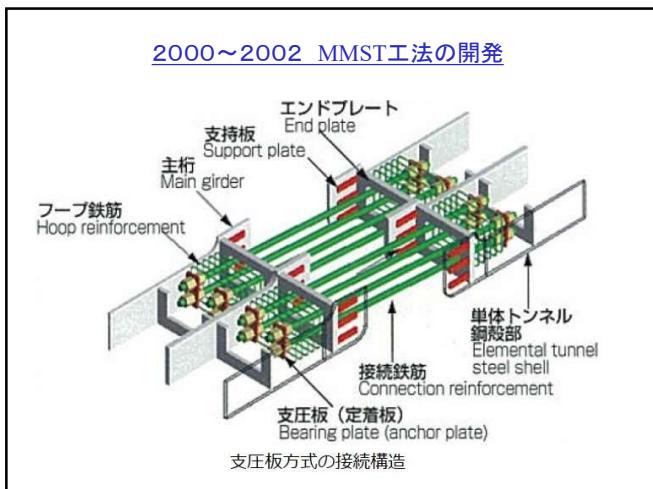


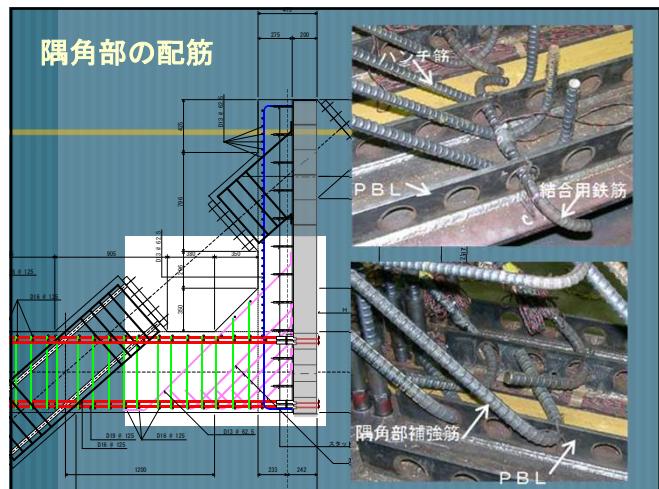
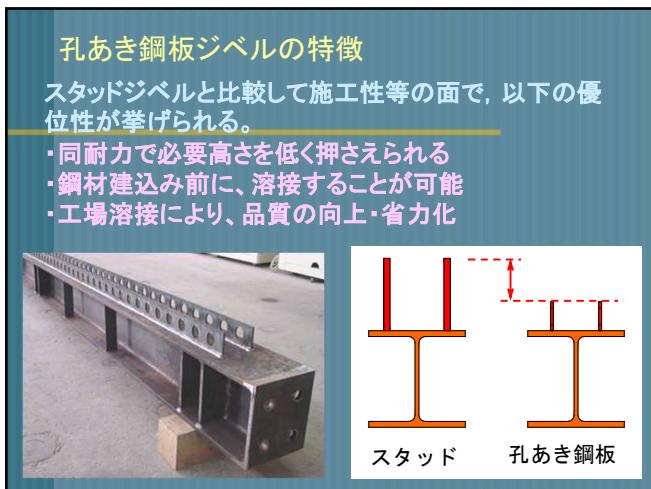
2000～2002 MMST工法の開発



2000～2002 MMST工法の開発





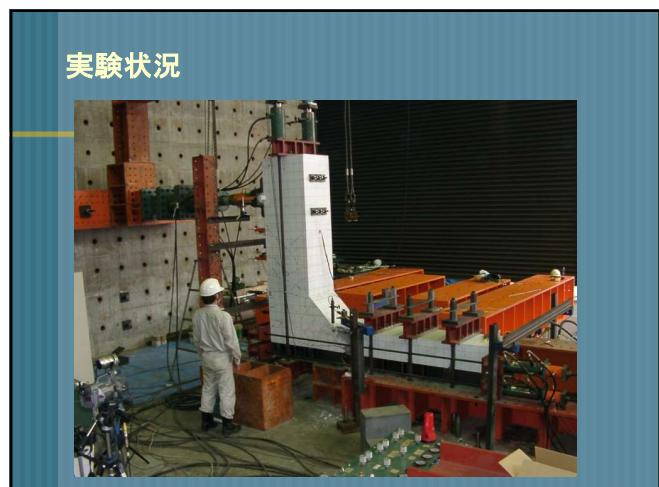


**期待される施工性向上効果(工期)**

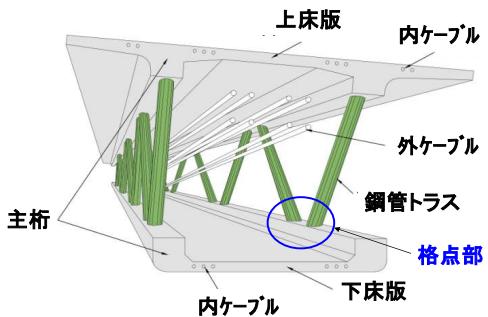
1BL (15m) 深さ16m 単位(日)

	スタッド	PBL後付け	差	PBL先付け	差
前工程	—	—	—	—	—
土留め壁工	13	13	—	13	—
掘削工	76	76	—	76	—
躯体工	160	149	—	122	—
(ジベル)	33	27	6	0	27
(鉄筋)	37	32	5	32	—
埋め戻し	46	46	—	46	—
全体	295	284	11	257	27
	▲4%		▲9%		▲13%

・スタッドを孔あき鋼板ジベルにすると、現場施工でも11日(4%)  
・孔あき鋼板ジベルを工場で先付けにすると27日(9%)  
が短縮でき、トータルでは38日(13%)の短縮

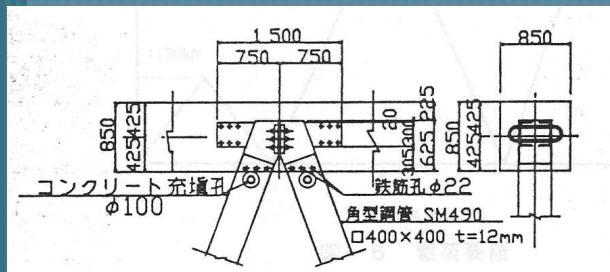


## 複合トラス橋の概要



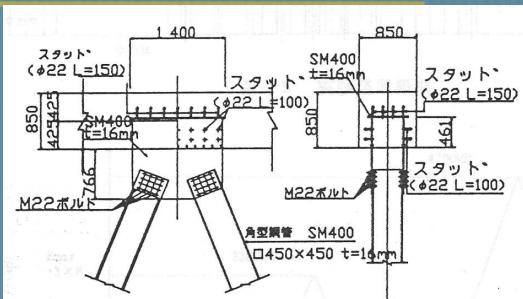
格点部が施工上・構造上のポイント

## 格点構造案(1)



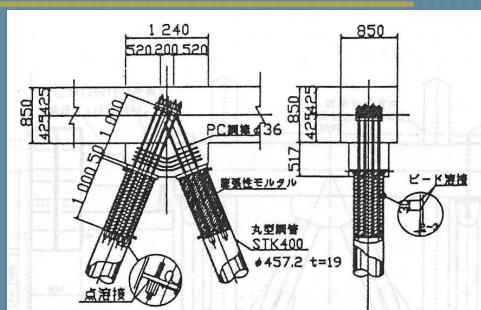
鉄物タイプ

## 格点構造案(2)



ガセットプレートタイプ

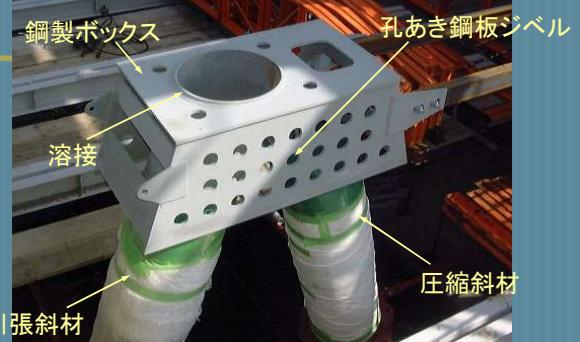
## 格点構造案(3)



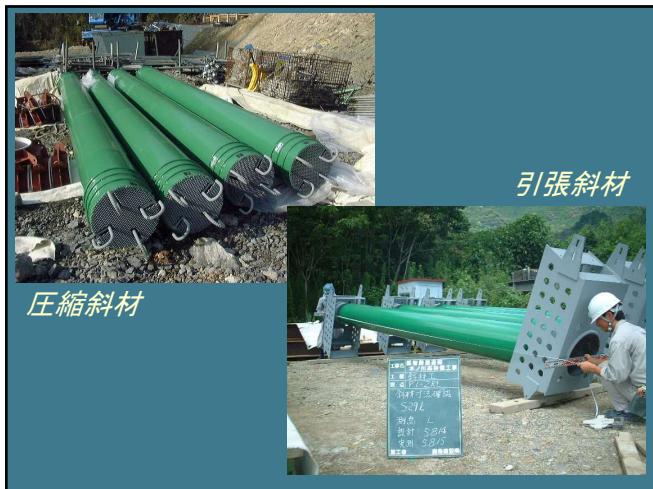
PC鋼棒接合タイプ

## 格点構造に設定した要求項目

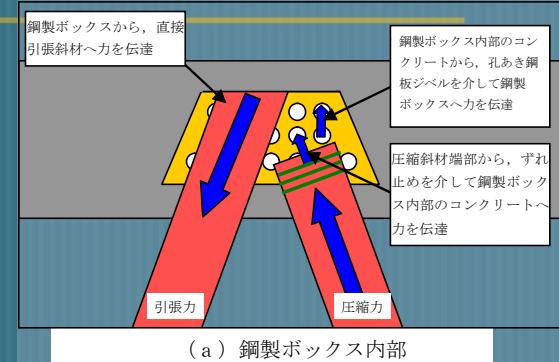
- 特殊な材料を使わない(経済性・工期)
- 疲労特性に優れた丸型鋼管を採用可能(耐久性)
- 格点部を小さくする(重量・景観)
- トラス斜材の角度補正が容易(施工性)
- 現場での溶接、ボルト締めなどをしない(施工・品質)
- 現場での塗装作業をなくす(耐久性・工期)
- 架設に大型の機械が不要(施工性・経済性)
- 過密な鉄筋配置を必要としない(施工性・耐久性)



提案した鋼製ボックス格点構造



## 基本コンセプト



### 期待される施工性向上効果(工期)

1BL(4m)		幅員11m		単位(日)	
	PC箱桁	PC鋼棒接合	差	鋼製BOX	差
ワーゲン移動	0.5	0.5		0.5	
トラス設置	0	1	-1	0.5	-0.5
鉄筋組立て	4	3.5	0.5	2.5	1.5
型枠組立て	1.5	1.5		1	0.5
コンクリート	1.5	1	0.5	1	0.5
緊張	0.5	0.5		0.5	
全体	8	8	0	6	▲25%

・張出し仮設の場合、1ブロックあたり、**2日(25%)**が短縮可能

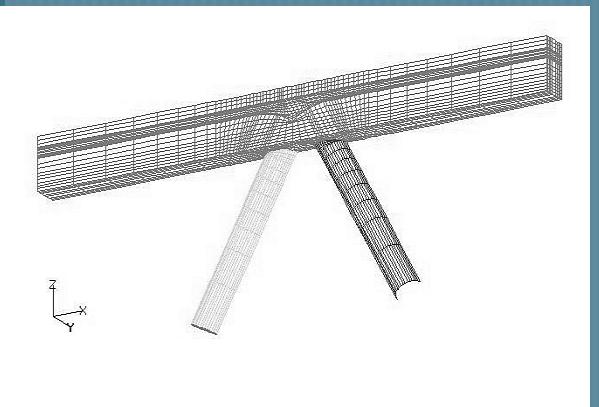
## ①圧縮斜材先端部の耐力実験



## ④圧縮斜材の引抜き耐力



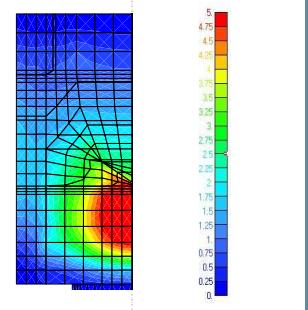
##### ⑤線形FEM解析によるコンクリート応力評価



##### ⑥供用時のコンクリート応力(分担率)

ボックス外 1.8  
ボックス内 5.0  
(N/mm<sup>2</sup>)

外／内 = 36%



②実験での外コンクリートの分担率は30~40%

##### 実適用(複合トラス橋)



国土交通省近畿地方整備局の国道42号線  
那智勝浦道路「木ノ川高架橋」【2003年竣工】

##### 張出し架設



鋼製ボックス周りの配筋状況

##### 実適用(複合トラス橋)



東日本旅客鉄道株式会社の羽越線  
「(新)山倉川橋梁」【2003年竣工】

## 総支保工架設



## 実適用(複合トラスエクストラドーズド橋)



国土交通省関東整備局 ハツ場ダムの付け替え道路  
「東吾妻線2号橋」

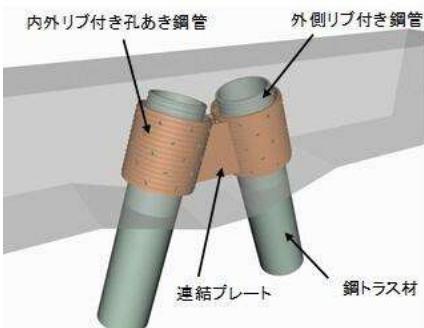
## 特許

- 特許登録番号: 第3362019号,
- 特許名称: 「土留め壁・RC合成構造物」,
- 登録日: 2002.10.18,
- 発明者: (阪神高速)金治英貞, 佐藤奈津代,  
(鹿島)日紫喜剛啓, 須田久美子,  
古市耕輔, 平陽兵, 安藤進, 斎藤勲雄, 村田俊彦
  
- 特許登録番号: 第3549754号,
- 特許名称: 「鋼・コンクリート複合トラス構造物の格点構造」,
- 登録日: 2004.4.30登録,
- 発明者: (鹿島)古市耕輔, 日紫喜剛啓, 平陽兵, 山村正人,  
上迫田和人, 新保弘

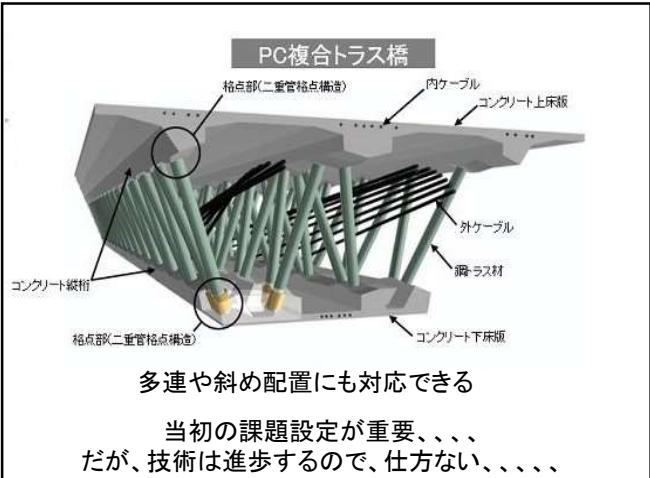
## 学位授与(2010年9月)



## 他社が新しい格点構造を開発・提案



我々が想定した課題を満足し、さらに



多連や斜め配置にも対応できる  
当初の課題設定が重要、、、  
だが、技術は進歩するので、仕方ない、、、、

### 3.個別技術の説明

- ・鋼とコンクリートの複合構造
- ・シールド用セグメント
- ・あと施工アンカーと機械式定着鉄筋
- ・FRPと繊維
- ・セラミックス

シールド用ワンパス RC セグメント

合成(DRC)セグメント、GT セグメント、他

20

### 新型セグメントの概要

従来のボルト型RCセグメント

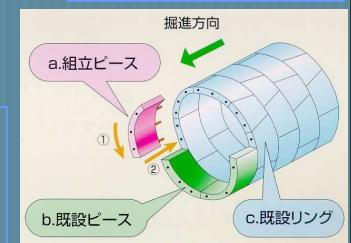


#### 課題

- ・内ボルトボックスの中埋め  
(ボルト防錆)
- ・平内面平滑滑  
(二次覆工省略)

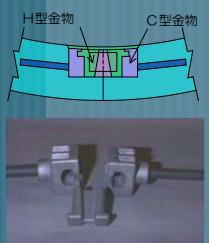
#### ニーズ

- ・内面平滑  
(二次覆工省略)
- ・施工の合理化  
(ワンパスボルト締め無し)



### 高速施工用準内面平滑型セグメント (半径插入楔式継ぎ手方式)

コッター継手



ウェッジロックピン

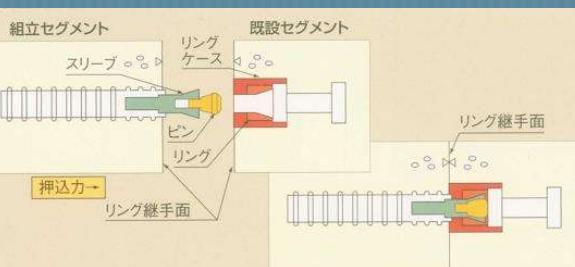
### QBセグメント構造概要

セグメント継手を「突合せ構造」、  
リング継手を「ピン継手構造」とし  
千鳥組による添接効果  
を有効に活用した、  
ワンパス方式の内面平  
滑型RCセグメント。

ピン継手構造

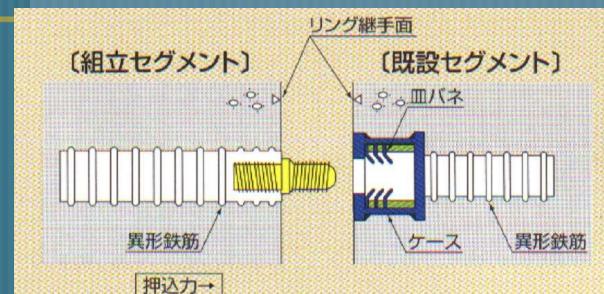


### 楔式ピン継手(WLP)



ボルト相当の引張荷重、シールドジャッキにて押し込み

### 皿バネ継手



施工時荷重対応、エレクターにて組立て可能

### 1996～1998 急速施工用RCセグメント(WB, QB, SL)

#### [開発を通して得られた知見]

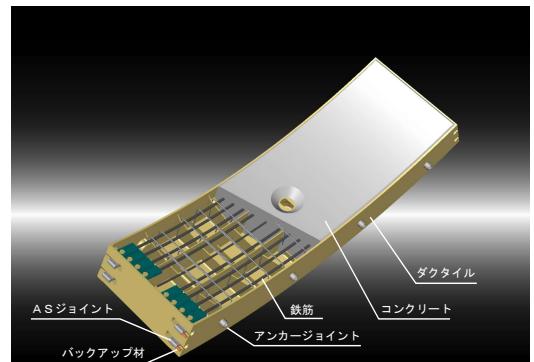
- ・金属の種類  
硬さ、加工性
- ・表面処理  
塗装、メッキの種類、表面加工(摩擦係数)
- ・緩衝材としてのゴム、スポンジ  
種類と特性

#### [特許を多数出願]

- ・もの無いように出願

### 2000～2001 新型合成セグメント(DRCセグメント)

(Ductile and Reinforced Concrete Segment)



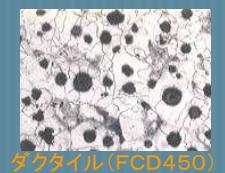
### ダクタイル鉄鉄

正式名称、『球状黒鉛鉄』といい、マグネシウムを添加することで鉄鉄中の炭素結晶を球状化させた鉄鉄。

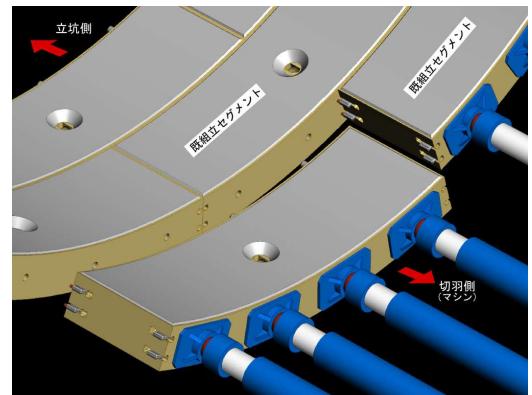


結合力の弱い炭素結晶が、片状(たくさんの筋状)

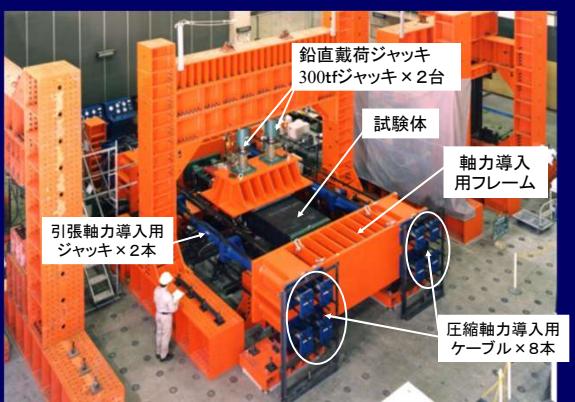
もろく、折れやすい



炭素結晶が球状で独立  
 強度・伸び向上



### 戴荷試験装置



### 外郭放水路第4工区トンネル新設工事

トンネル延長: 1,235m

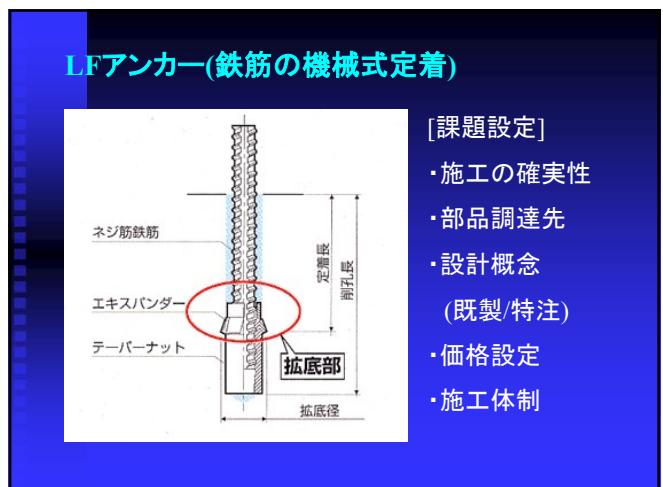
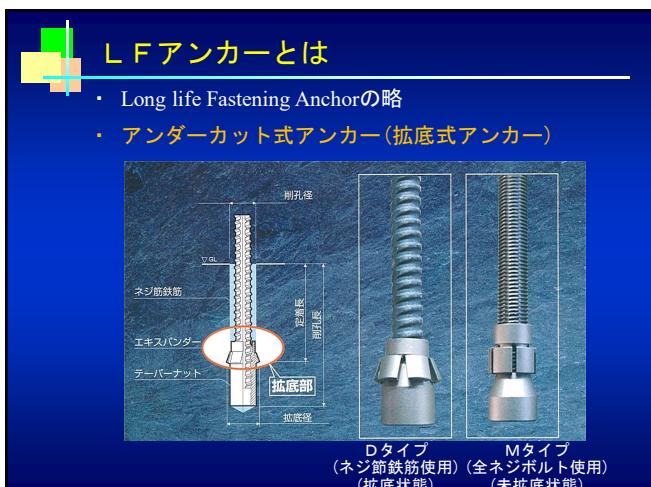
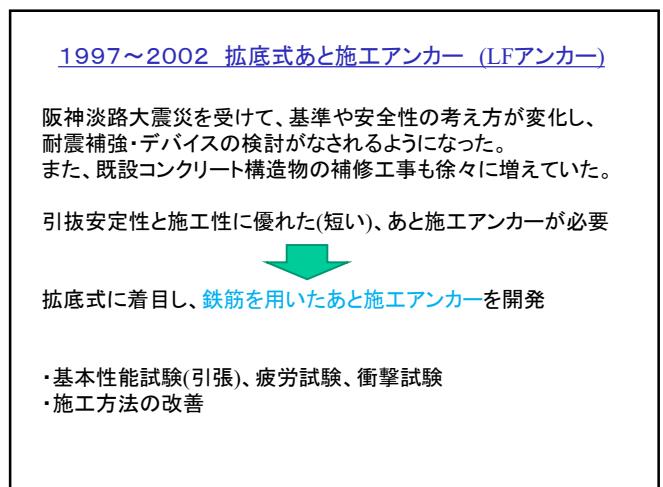
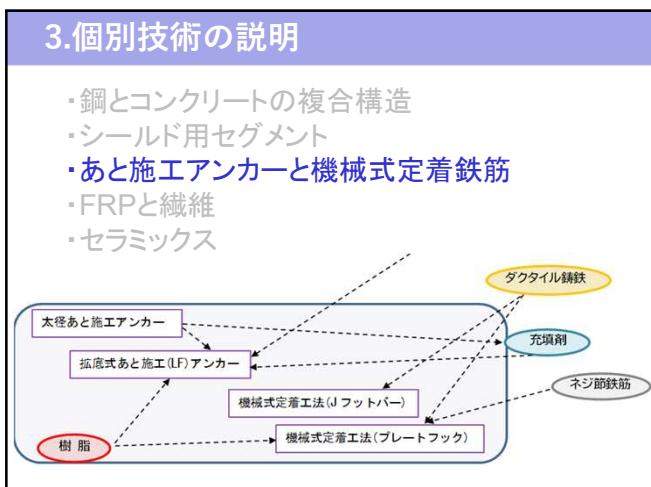
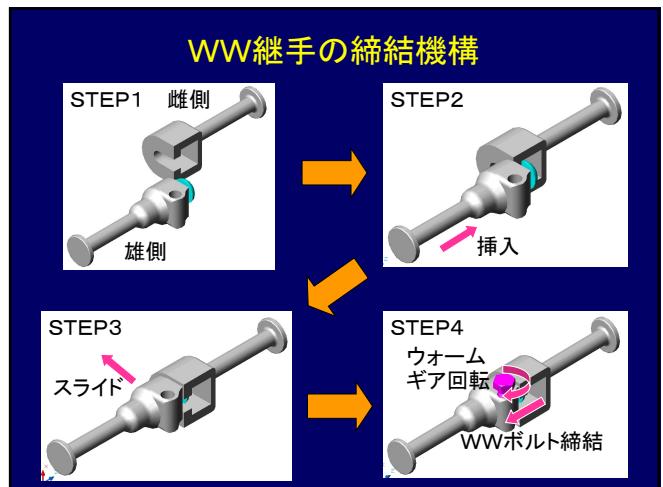
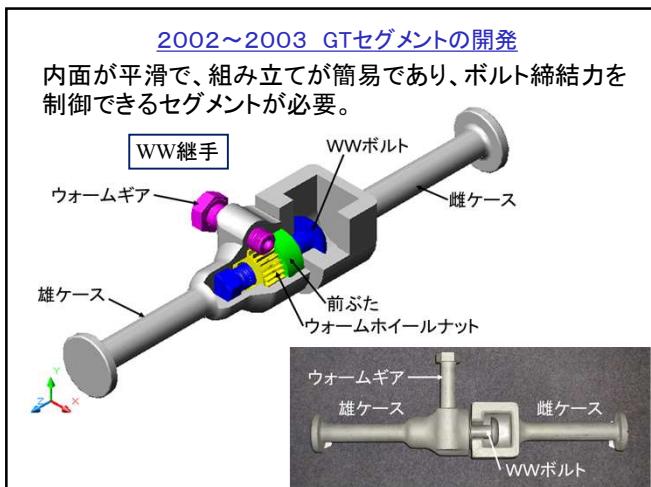
トンネル外径: 11.8m

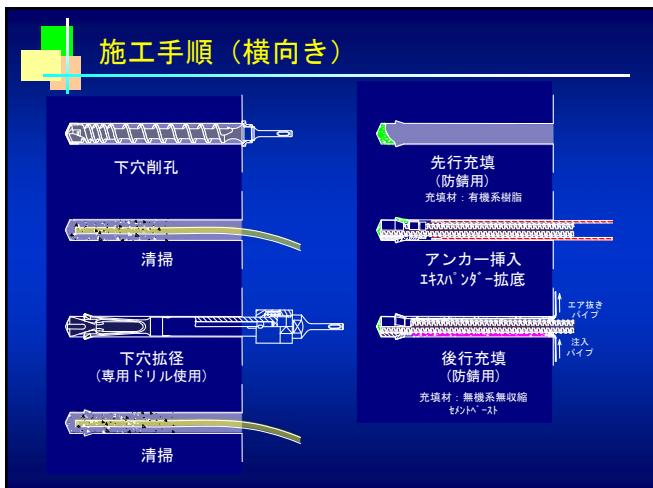
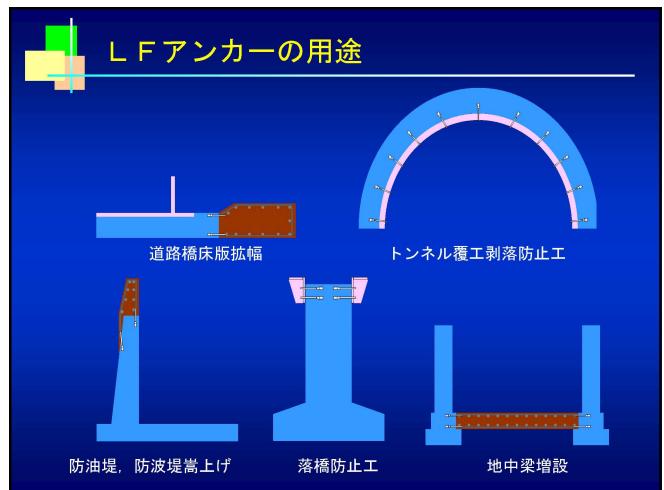
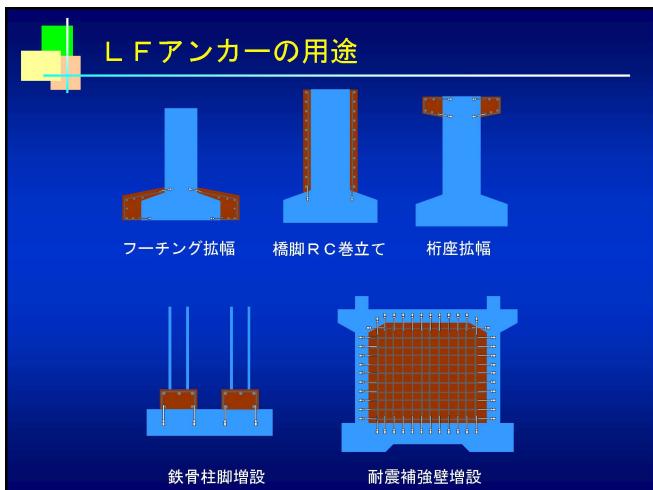
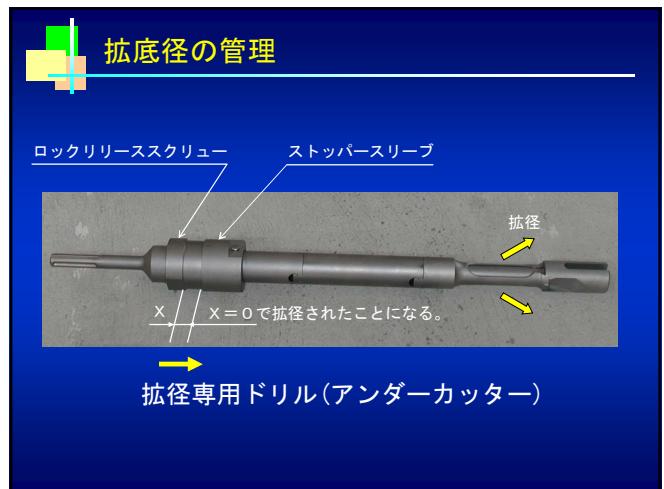
セグメント桁厚: 46.5cm



- ・従来セグメントに対して組立時間が約2/3 (55分⇒35分)
- ・セグメントの割れ、欠けは皆無
- ・高水圧下における漏水なし

	従来タイプ	DRC
セグメント単体	100	106
ボルトボックス充填込み	100	96





### L F アンカー耐疲労性能確認試験

**J H殿のご指導をうけて実施**

試験条件  
・鉄筋: D16 SD345  
・載荷方法: 片振り載荷  
・繰返し回数: 200万回  
・上限荷重: 許容荷重及び許容荷重/1.2

試験体 No.	上限荷重 (kN)	応力振幅 (N/mm <sup>2</sup> )	繰返し回数
No. 1	29.1	144	200 万回
No. 2	35.0	174	

● 繰返し数～変位関係  
● 200万回繰返し後の引張試験結果

### L F アンカー落橋防止壁衝突試験

**J H殿のご指導をうけて実施**

CASE	パラメータ		破壊モード
	落橋防止壁構造	アンカー定着長	
1	鋼製ストッパー	15φ	ボルト破断
2	鋼製ストッパー	10φ	補強筋破断
3	RC逆T式アンカーバー	10φ	コンクリート圧壊

CASE1

供試体全景 試験後供試体状況

### L F アンカー落橋防止壁衝突試験

**J H殿のご指導をうけて実施**

CASE	パラメータ		破壊モード
	落橋防止壁構造	アンカー定着長	
1	鋼製ストッパー	15φ	ボルト破断
2	鋼製ストッパー	10φ	補強筋破断
3	RC逆T式アンカーバー	10φ	コンクリート圧壊

CASE2

供試体全景 試験後供試体状況

### L F アンカー落橋防止壁衝突試験

**J H殿のご指導をうけて実施**

CASE	パラメータ		破壊モード
	落橋防止壁構造	アンカー定着長	
1	鋼製ストッパー	15φ	ボルト破断
2	鋼製ストッパー	10φ	補強筋破断
3	RC逆T式アンカーバー	10φ	コンクリート圧壊

CASE3

供試体全景 試験後供試体状況

### L F アンカー施工実績

**グリコ乳業(株) 東京工場 ラック倉庫増築工事**

L F アンカー施工後

現場品質確認試験

### L F アンカー施工実績

**神宮橋P 6.5橋脚耐震補強工事試験施工**

変位制限構造用 L F アンカー施工状況

耐震補強工事全景

技術・権利はカジマリノペイトに移管し、数現場で適用したが、施工手間、コストが高いなどの理由で普及せず  
開発から約15年後に、「LFアンカー」としての取り扱いを断念

メーカーは「アンゼックス」の名称で販売を継続

2022年  
コンクリートあと施工アンカー  
設計・施工・維持管理指針(案)  
[土木学会]に拡底式を掲載

The diagram illustrates the development of the anchor system. It starts with a 'Half-circle hook' anchor at the top left, followed by a 'J-Footbar' anchor. Below these are two photographs of the concrete and construction site. A green arrow points downwards from the original text to this diagram.

2003～2005 機械式定着工法の開発(Jフットバー)

機械式定着工法を大成と清水が実用化していたので鹿島も…  
2003年1月に、NKKよりフラッシュ溶接の技術紹介を受ける

The technical drawings show the mechanical anchorage process. It includes a cross-section of the anchor being driven into concrete, a side view of the anchor being inserted, and a photograph of the welding process.

他工法より、品質が良く、短時間に安く施工できるとのこと  
⇒開発予算を積み上げて、社内説明し鹿島内では了解  
⇒先方内の共同研究予算確保のために市場調査を実施、収支予測も含めた説明資料を作成  
⇒先方の常務(開発担当)に直談判  
⇒共同研究契約

30

### ●配筋状況の比較

The diagram shows a comparison of reinforcement conditions. On the left, a 'Half-circle hook' is shown with a dense grid of green and blue reinforcement bars. On the right, a 'J-Footbar' is shown with a more sparse grid of black reinforcement bars. Below each diagram is its respective label: '半円形フック' and 'Jフットバー'.

2003～2005 機械式定着工法の開発(Jフットバー)

基礎実験をすると、平板と鉄筋の接合強度が安定しない???

調査すると、接合部の断面積が大きく違うと安定しないことが判明  
⇒突起付きのプレート(最適形状)を考案(ダクタイル鋳鉄)

The investigation results show that the bonding strength between the plate and the reinforcement bar is unstable. This led to the development of a new plate shape with protrusions (optimal shape), made of ductile iron casting.

マクロ試験体 D22

### ●解析結果

着目点

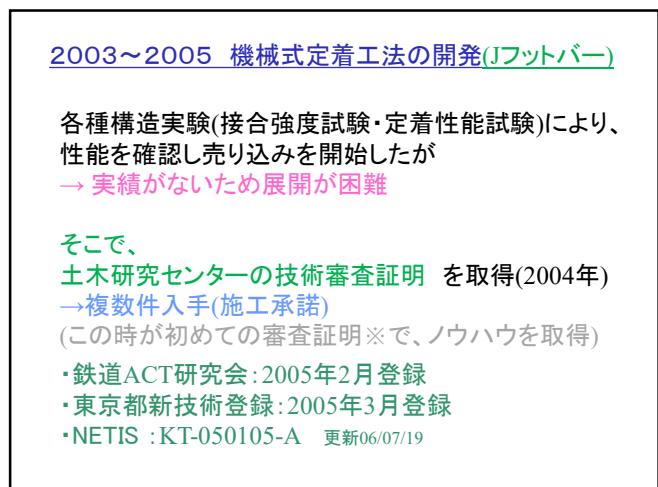
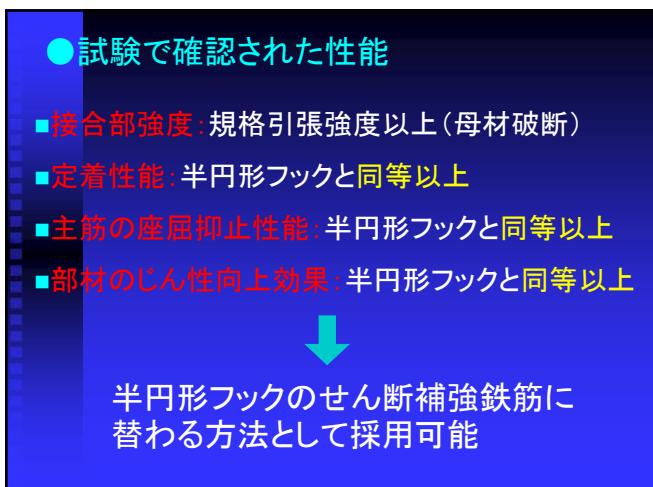
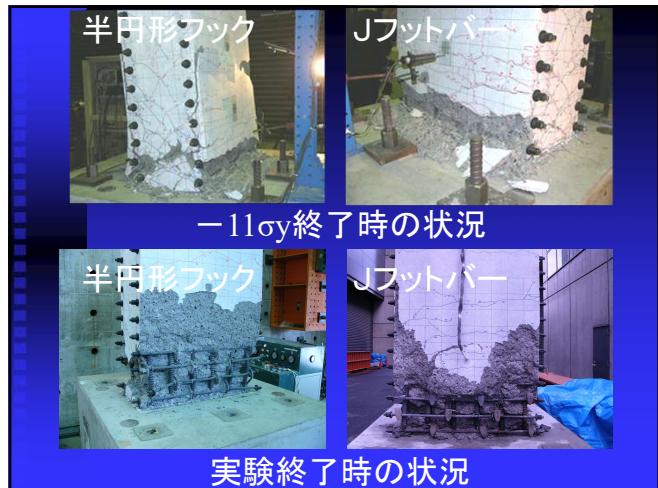
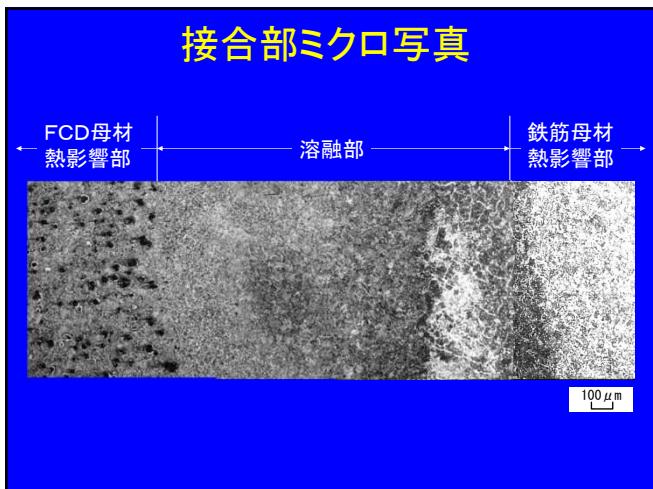
- ・プレートの応力
- ・コンクリートの支圧応力

→ プレート形状の決定

The finite element analysis (FEA) model shows a cylindrical load application area on a concrete base. To the right is a graph of stress distribution ( $\sigma_z / (\text{N/mm}^2)$ ) versus distance from the center axis (mm). The graph shows two data series: '長辺方向断面' (Longitudinal section) and '短辺方向断面' (Shortitudinal section). The stress distribution is plotted against the longitudinal section of the plate.

Jフットバー外観

The external view of the J-Footbar plate shows its unique protrusion shape. To the right is a macrograph of the plate's cross-section, labeled '断面マクロ写真'. Below the macrograph is a scale bar ranging from 4 to 10 cm, with '130' marked. The text 'FCD700+SD345-D16' is also present.



## ●特許

1.補強鉄筋の定着方法及び定着部形成装置並びに定着プレート付き補強鉄筋  
鹿島建設(株)  
特願2003-043817 / 平成15年2月21日

2.溶接装置と溶接方法及びせん断補強鉄筋の作製方法  
鹿島建設(株) / JFE工建設(株)  
特願2003-333452 / 平成15年9月25日

## 2003~2005 機械式定着工法の開発(Jフットバー)

製造に入るが、初期は品質が安定せず、自社で引張試験を、また、製造時のデータ(電流量、油圧他)を全て確認。  
⇒専門家を信じ切れず、自分たちで品質管理指標を確立



鉄筋径	プレート タイプ	断面積 (mm <sup>2</sup> )	溶接 本数	新溶接条件			管理基準								
				設定電力 (kW)	F時間 (sec)	入熱 up量 (J/mm <sup>2</sup> )	入熱量 (J/mm <sup>2</sup> )	アブセット量 (mm)	フラッシュ量 (mm)						
D13	16PL	126.7	4	4.8	9.6	379	23.8	902	7.0	850	1050	6.5	7.5	7.0	15.0
D16	16PL	198.6	4	6.8	13.6	342	23.4	801	7.5	750	950	6.5	8.5	7.0	20.0
D16	22PL	198.6	4	10.0	20.0	504	26.8	1350	8.5	1300	1400	7.5	9.0	10.0	20.0
D19	22PL	286.5	4	9.3	18.5	323	32.5	1050	8.0	1000	1200	7.0	9.0	7.0	20.0
D22	22PL	387.1	2	12.0	12.0	245	38.0	931	8.0	850	1100	7.5	8.5	7.0	20.0
D25	25PL	506.7	2	12.4	12.4	245	38.0	930	10.0	850	1050	9.0	10.5	7.0	20.0
D29	32PL	642.4	2	15.0	15.0	248	50.5	1250	12.0	1200	1450	10.0	12.0	10.0	30.0
D32	32PL	784.2	2	19.7	19.7	248	48.5	1203	11.5	1150	1400	10.0	13.0	10.0	30.0

## 2003~2005 機械式定着工法の開発(Jフットバー)

大量製造に向けて、再度先方役員に市場規模(需要予測)の説明をしてラインを整備してもらい、事業化。

(2006年)



## ●自動溶接装置

### マルチ溶接

- ◇ D13~D22: 4本同時溶接
- ◇ D25~D32: 2本同時溶接



## ●適用実績

06年9月末時点、23現場に適用

- 1.北海道電力 : 放水路縦坑
- 2.東京都水道局 : 净水場
- 3.阪神高速道路公団 : 開削トンネル
- 4.国土交通省 : 橋梁下部工
- 5.秋田県 : 開削トンネル
- 6.農林水産省 : 排水機場
- 7.国土交通省 : 立坑側壁
- 8.東京都建設局 : 橋梁下部工
- ほか

## 橋梁基礎 側壁(D25)



### 2003~2005 機械式定着工法の開発(Jフットバー)

様々な現場に売り込み、順調に現場に展開（2007年）

ただ、機械式定着の適用には懐疑的な企業者やコンサルが多かったため、先行2社と市場拡大の共同戦線を計画するも、価格に関する協定は法違反となるため断念。

#### 教訓：

- ・市場で開発品が生き残るためには、性能だけではなく、デリバリーを含めたコストが重要。
- ・パートナー会社の事業形態が従来事業と違うと様々な支障がある。

（当初、定価と販売価格には十分な余裕を持たせていたが、結果として製造原価と輸送費を含めると他製品より高かった）

Jフットバーがなくなることによって、鹿島の現場に安く供給できなくなる事だけは避けなければいけない ⇒ 設計思想が同じであるVSL-JIに相談を持ち掛け、鹿島価格の設定をしてもらった。

### 2003~2005 機械式定着工法の開発(プレートフック)

東京鉄鋼と鹿島の建築でプレートナットの開発を実施していた。

この技術を使って、機械式定着も作れるのではないか…

- ・先方企業の事業(営業)形態は問題ない。
- ・ねじ接合なので現地で製作できる、方向を任意に調整可能という技術的な特徴は出せる。
- ・ただし、コスト的には他社製品よりも確実な高くなる。

先方としては、メイン事業の鉄筋販売の促進策として、この部分だけでの利益追求は不要ということで、開発を進め、技術審査証明を取得し、多くの現場で適用。



### プレートフックの特徴

105

・ねじ節鉄筋の端部に定着金物(プレートフック)を回転させて取り付け(螺合)

・グラウト材を充填し固定



ねじ節鉄筋(ネジテツコン) プレートフック

・片端プレートフック付き、両端プレートフック付きのいずれも可能



鉄筋継手指針の改定の際に委員となり、機械式定着についても指針に組み込むことで、普及展開を促進。

コンクリートライブラリー

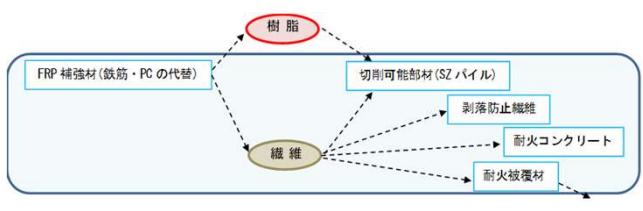
鉄筋定着・継手指針



土木学会

### 3.個別技術の説明

- ・鋼とコンクリートの複合構造
- ・シールド用セグメント
- ・あと施工アンカーと機械式定着鉄筋
- ・FRPと繊維
- ・セラミックス

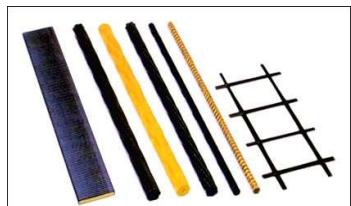


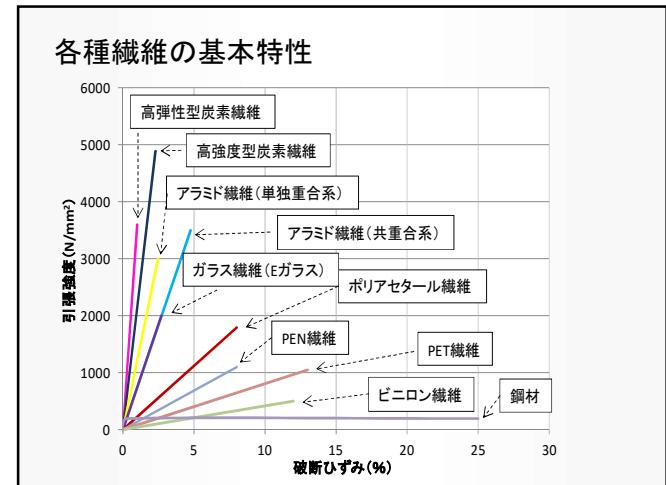
40

### 1988~1995 新材料・新素材の適用開発

連続繊維補強材 (開発当時はこのように呼ばれていた)

- ・板材、棒材、より線、格子筋
- ・工場生産のFRP筋材、線材
- ・新設構造物の鉄筋代替
  - 腐食しない⇒塩害地域
  - 非磁性体⇒リニアモーターカーガイドウェイ
- ・つり橋のケーブル
  - 超長大橋への適用(軽量)





2003～2010 コンクリート補強繊維

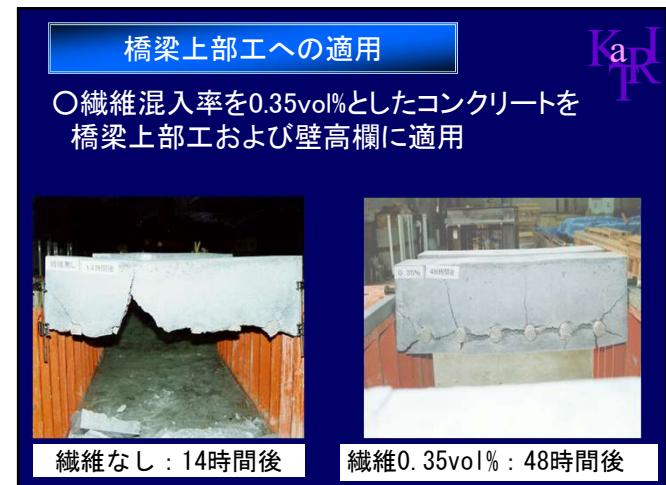
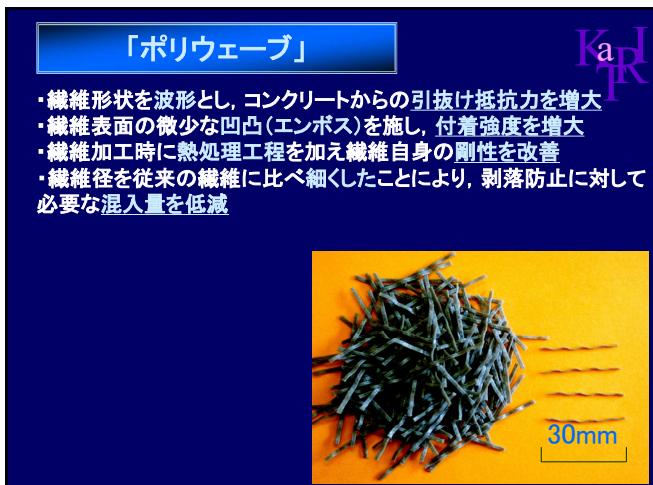
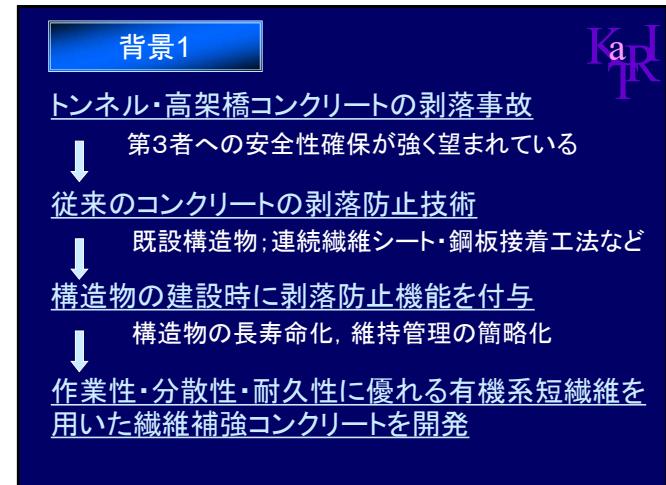
**剥落防止繊維**

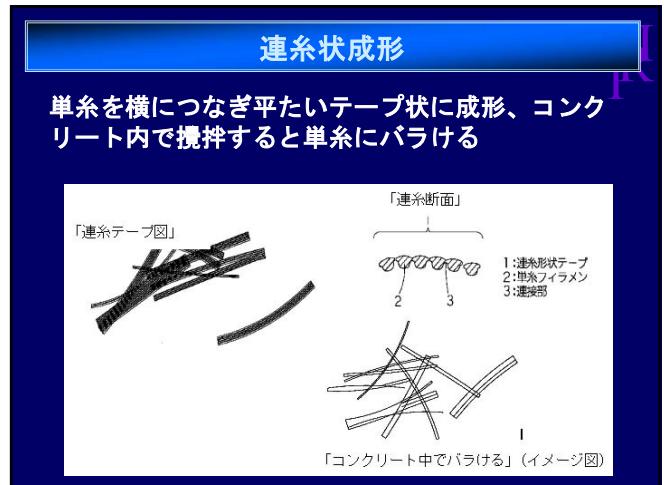
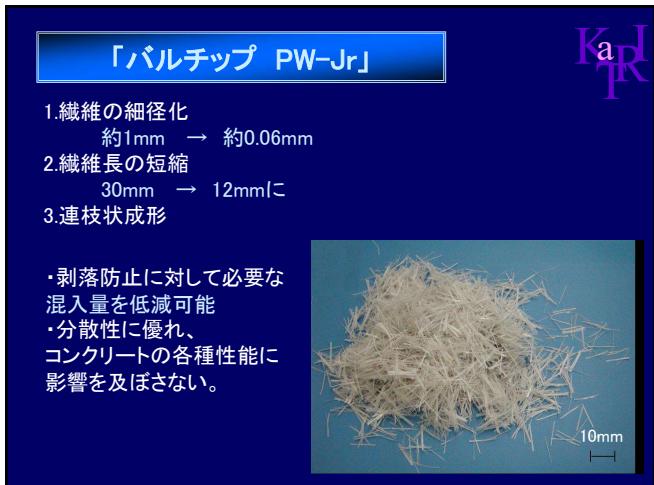
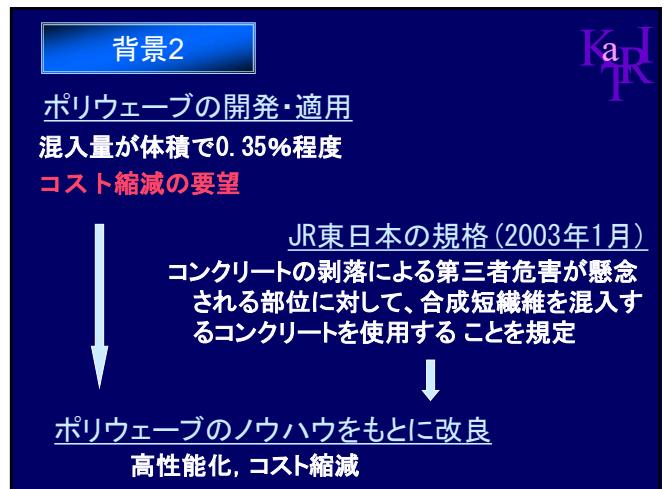
「ポリウェーブ」

繊維直径: 1mm  
繊維長: 30mm  
混入量: 0.35vol%  
コスト: -30%

「バルチップPW-Jr」

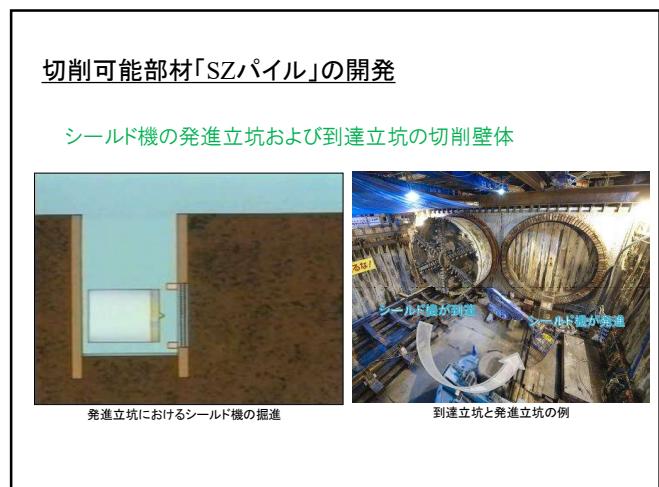
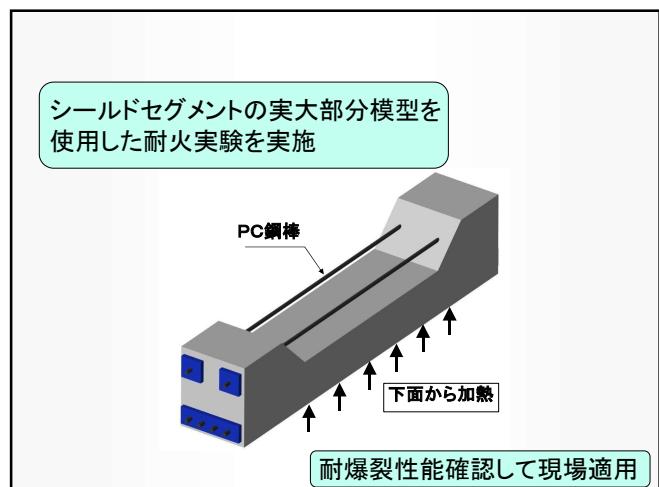
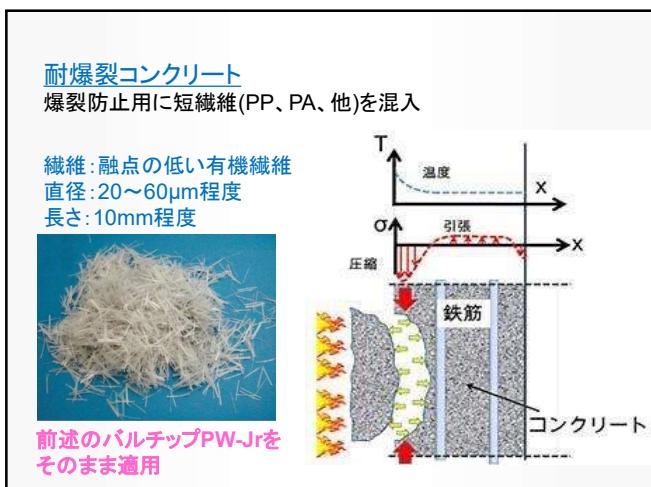
繊維直径: 0.06mm  
繊維長: 12mm  
混入量: 0.05vol%  
コスト: -70%



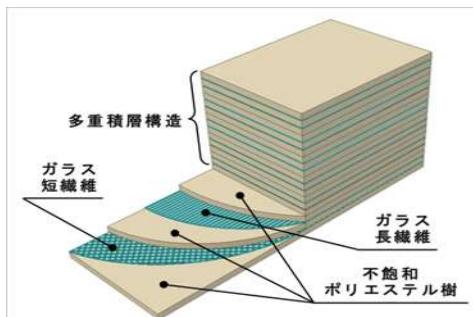


適用実績 「2007年時点」		
商品名	主な適用先	現場名
バルチップPW.Jr	JR、私鉄各社橋梁工事	仙台長町高架橋、JR東環状二号線他 約50現場
ポリウェーブ (Φ0.8mm,L30mm)	JH、国交省などのトンネル工事	箕面トンネル、オランダ坂トンネル他 約20現場

2003~2010 シールド関連の耐火構造の開発

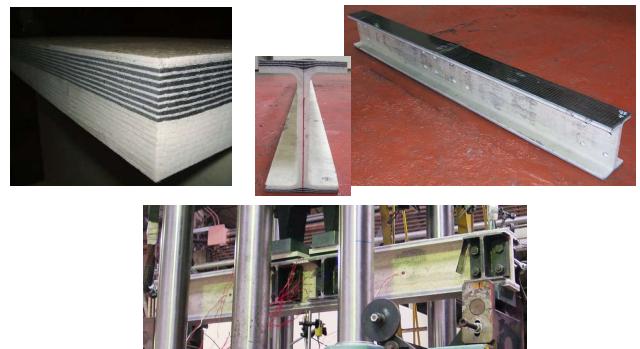


### 切削可能部材「SZパイレ」の開発



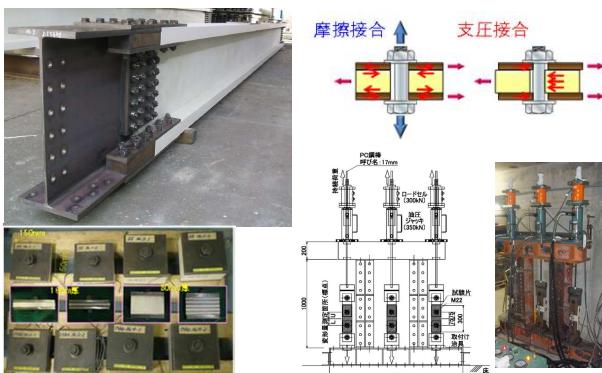
最初はガラス繊維で開発

### 切削可能部材「SZパイレ」の開発



長尺用にガラス繊維と炭素繊維の積層構造を開発

### 切削可能部材「SZパイレ」の開発



接合部の性能確認のためにクリープ特性を把握

### 切削可能部材「SZパイレ」の開発



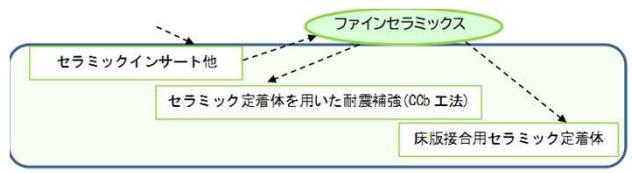
一般部・接合部の挙動と切削性能を確認

### 施工実績 [大和川線シールド立坑, 他数件]



### 3.個別技術の説明

- ・鋼とコンクリートの複合構造
- ・シールド用セグメント
- ・あと施工アンカーと機械式定着鉄筋
- ・FRPと繊維
- ・セラミックス



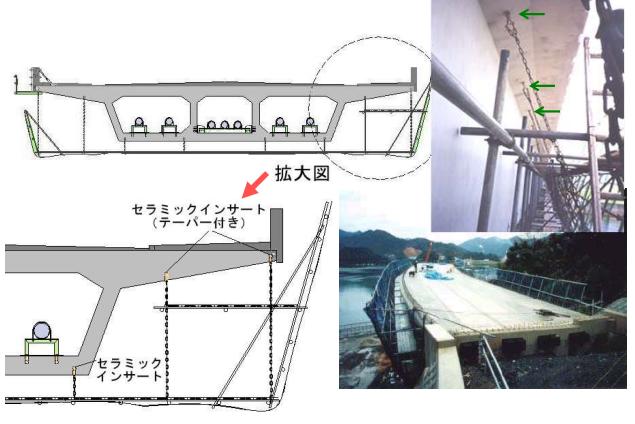
## 2003~2010 フайнセラミックスの適用検討

### 高純度アルミナ系セラミックスの特性

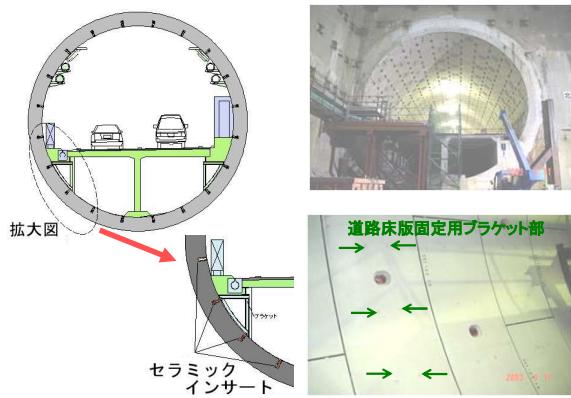


項目	耐食性	耐火性	絶縁性
アルミナセラミックス	◎	◎	◎
ステンレス	○	○	×
スチール	×	○	×

## 適用例 1



## 適用例 2



## ファインセラミックスの適用検討

[耐久性に着目し、地層処分施設への適用を検討]

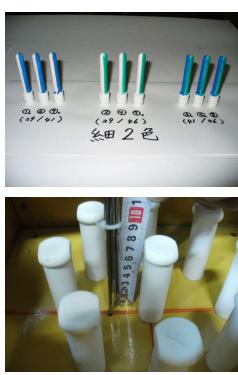


アルミナ → ジルコニア

目標性能に達せず開発を断念

## ファインセラミックスの適用検討

[耐熱性、熱伝導率に着目]



目標性能に達せず開発を断念

## ファインセラミックスの適用検討

[耐熱性に着目し、グラウトキャップに]



目標性能に達せず開発を断念

### 2007～2013 あと施工せん断補強工法の開発(CCb工法)

東北電力から、鹿島式のあと施工せん断補強工法の提案被打診される。最初はLFアンカーの適用を検討→×

「先行技術よりも、性能が良く、施工性に優れ、特別な製造設備への投資が不要で、安い(原価)ものでなければいけない。さらに、販売価格に余力を持たせられなければ、開発しても無駄になる。」という基本コンセプトで考案。

高い耐久性  
高い定着効率  
高い品質安定性  
特殊な製造機械が不要

セラミックス定着体とネジ節鉄筋

セラミックキャップバー(CCb)  
標準型



### 2007～2013 あと施工せん断補強工法の開発(CCb工法)

すぐ開発に着手し、各種性能試験を実施

技術審査証明を取得  
(2008年)

現場適用開始



図-1 セラミックキャップバー(CCb) 設置状況



図-2 地震動によるせん断破壊の防止 (RC構造物)

### 2007～2013 あと施工せん断補強工法の開発(CCb工法)

審査証明取得時は、キャップは国内での生産品としていたが、原価低減のために中国での生産に切り替える。(2008年)

(ただし、品質を確保するには確実な管理が必要)

今までに、セグメント、溶接接合などの製造管理をしてきたノウハウを活かして、製造の指導をする。

(当初4年間は指導・検査・確認も含め年3回は訪問していた)



### 施工実績

上下水道施設、橋脚、河川関係他、多数採用



本工法は、現在もカジマリノベイトにて広く展開中

### 特許

基本特許だけでなく、施工方法など関連する周辺特許を多数出願

### 2015～2020 道路橋更新用床版(工法と接合構造)

床版更新工事を受注するために、大幅な工期短縮が可能となる施工方法(SDR工法)とともに、独自の施工省力化が可能な床版継手構造を開発。



自社でPC床版を製造するにあたり、JIS工場の認定が必要であり、初代工場長に

### 特許についての前段

#### 開発成果の展開

石油掘削リグ・サンドイッチ構造→なし  
混合桁接合部構造→生口橋、サンマリンブリッジ、他数橋  
FRPロッド(アラブリ、CFCCストランド)→各3程度  
WBセグメント(数件)、QBセグメント(十数件)  
GTセグメント(2)、DRCセグメント(2)、SBLセグメント(1)  
LFアンカー→8  
MCファイヤープルーフ→1  
バレチップPW-Jr.→多数  
合成土留め壁→1  
複合トラス橋→3  
プレート式定着→多数  
CCb工法→多数  
SDR工法→3(現在も増えている)

## 4.特許について

研究開発を進める中で、  
常に(特に後半)特許出願を意識  
目的:  
・他社に容易にまねされないことでの優位性の確保  
・実施工料収入の獲得(会社としては純利益)  
・アイデアが十分練られているかを確認できる

出願件数: 160件 (35年間で)  
拒絶査定: 25件  
未審査、取下げ、棄却: 20件  
登録件数: 115件 (内権利維持 70件)  
7割 (6割)

## 「発明奨励賞」 社団法人 発明協会

2008年度

・鋼製ボックス構造を用いた複合トラス橋

2021年度

・セラミック定着体を用いたせん断補強方法



## 4.特許について

### 実施工料対象技術

WB・QB・DRC他セグメント関係  
複合トラス橋  
耐火・剥落防止コンクリート関連  
機械式定着  
CCb工法

会社としての実施工料収入は数億円  
このほか技術提案などでの工事入手による利益

## 5.まとめ

### 得られた教訓

- ・いかなる技術でも専門家任せにせず、自分で本質を理解しておく
- ・そのためにも、専門家に色々と教えてもらうことは重要
- ・製品の品質管理の手法を確立するのは大変
- ・各社の業態を理解する(適切な分担)
- ・価格の操作はできない
- ・原価を正確に把握することが重要
- ・開発は、先行しないと利益が出ない
- ・技術の差別化は難しい
- ・開発品を事業として継続させることは非常に難しい
- ・技術の普及には技術審査証明や基準・指針などが有効
- ・組織上の立場ではなく、本当に本人が主体として取り組んでいると判断されれば、色々な人がちゃんと相手をしてくれる

## 5.まとめ

### 提言

- ・私はアンテナを張り、そこで得られた情報から、ニーズを整理し、自分の経験で得られた情報・知見を組み合わせてアイデアを創出し、開発を計画・実施してきました。
- ・AIが発達した今日、これらのうちの前段である、情報に基づく開発計画や、下手するとアイデア創出も、AIに任せられるかもしれませんないと感じています。
- ・ただし、それを具体に進めるのは、これからも人間の主体的な意識、情熱だと思います。
- ・自分がいたから、「これ」が世の中に存在した、社会のために役立った、と思えるような仕事ができれば良いのではないかでしょうか。

END

ありがとうございました。