

第12回 新都市社会技術セミナー

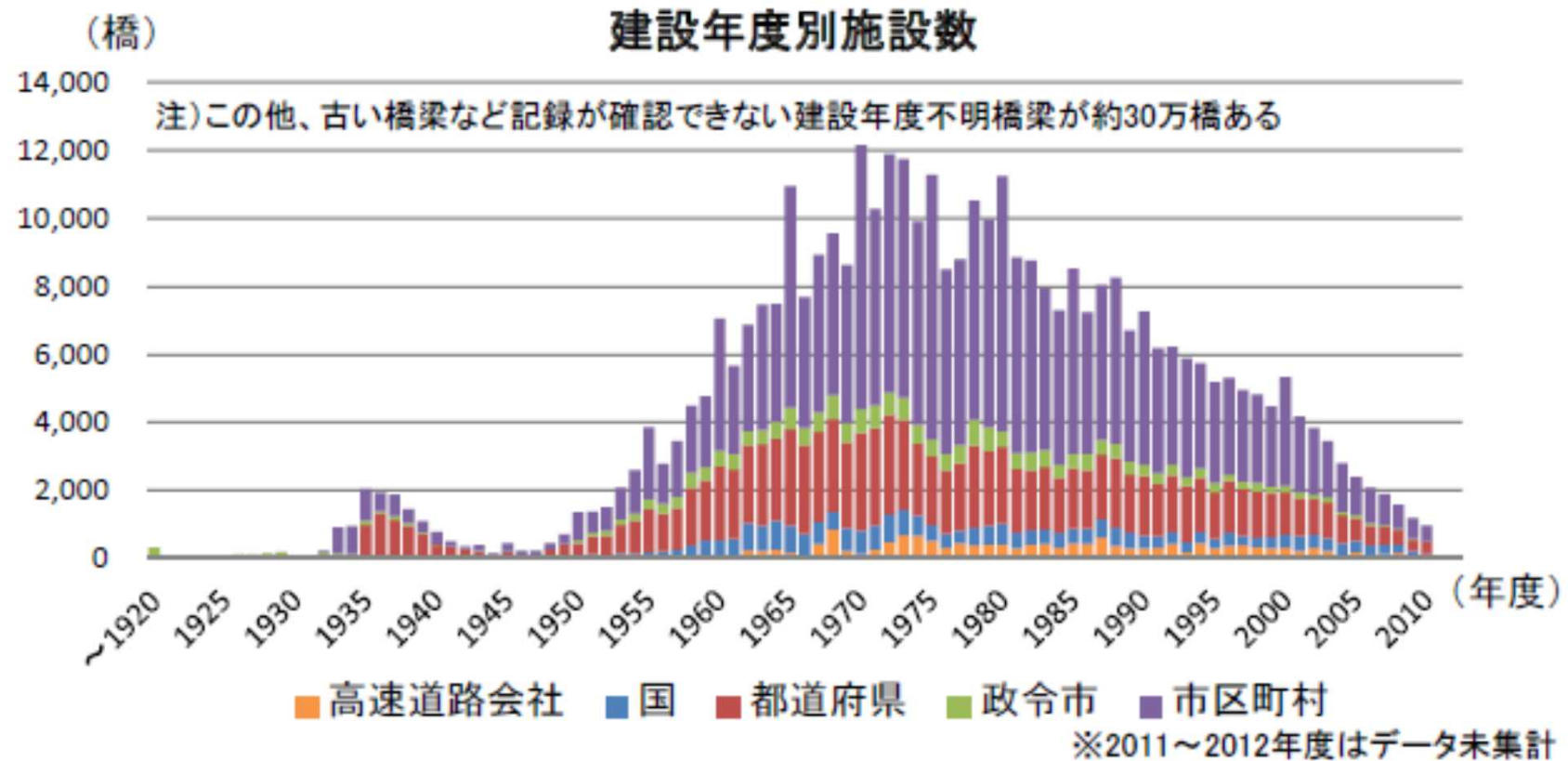
FRP製 簡易展開式橋梁検査足場の開発 に関する研究

プロジェクトリーダー：杉浦邦征 京都大学大学院教授

平成26年度の検討内容

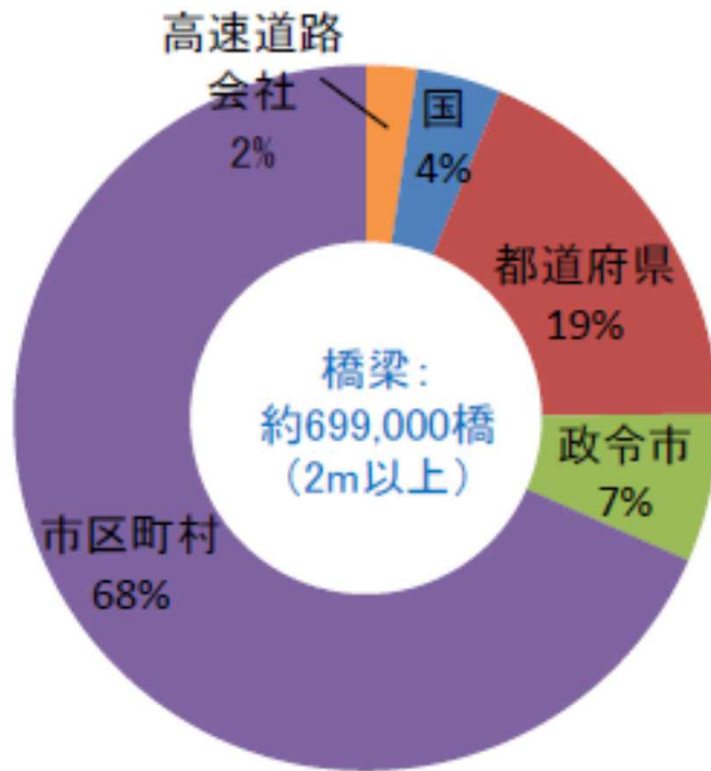
- 研究背景
- 研究目的
- 対象橋梁の選定（奈良県の鋼橋を例に）
- 既存技術の調査
- FRPの材料特性の把握
- （FRP足場パネルの試設計） * 付録
- 関連法令等の調査
- まとめと今後の予定

研究背景 ～既存橋梁の老朽化～



- 老朽化橋梁の増加(平均年齢35年)
→5年に1度の定期点検(近接目視による点検)の義務化

研究背景 ～地方自治体管理の橋梁数～



管理者別橋梁数



点検通路のない中小橋梁

- 70万橋のうち約61万橋（87％）が都道府県、市区町村が管理
- 点検通路のない多数の中小規模橋梁の点検効率化

研究背景 ～従来の近接目視点検の課題～

橋梁点検車を用いた点検



- 高額な機材レンタル費
- 交通規制の必要性
- 点検車両の不足
- Etc...

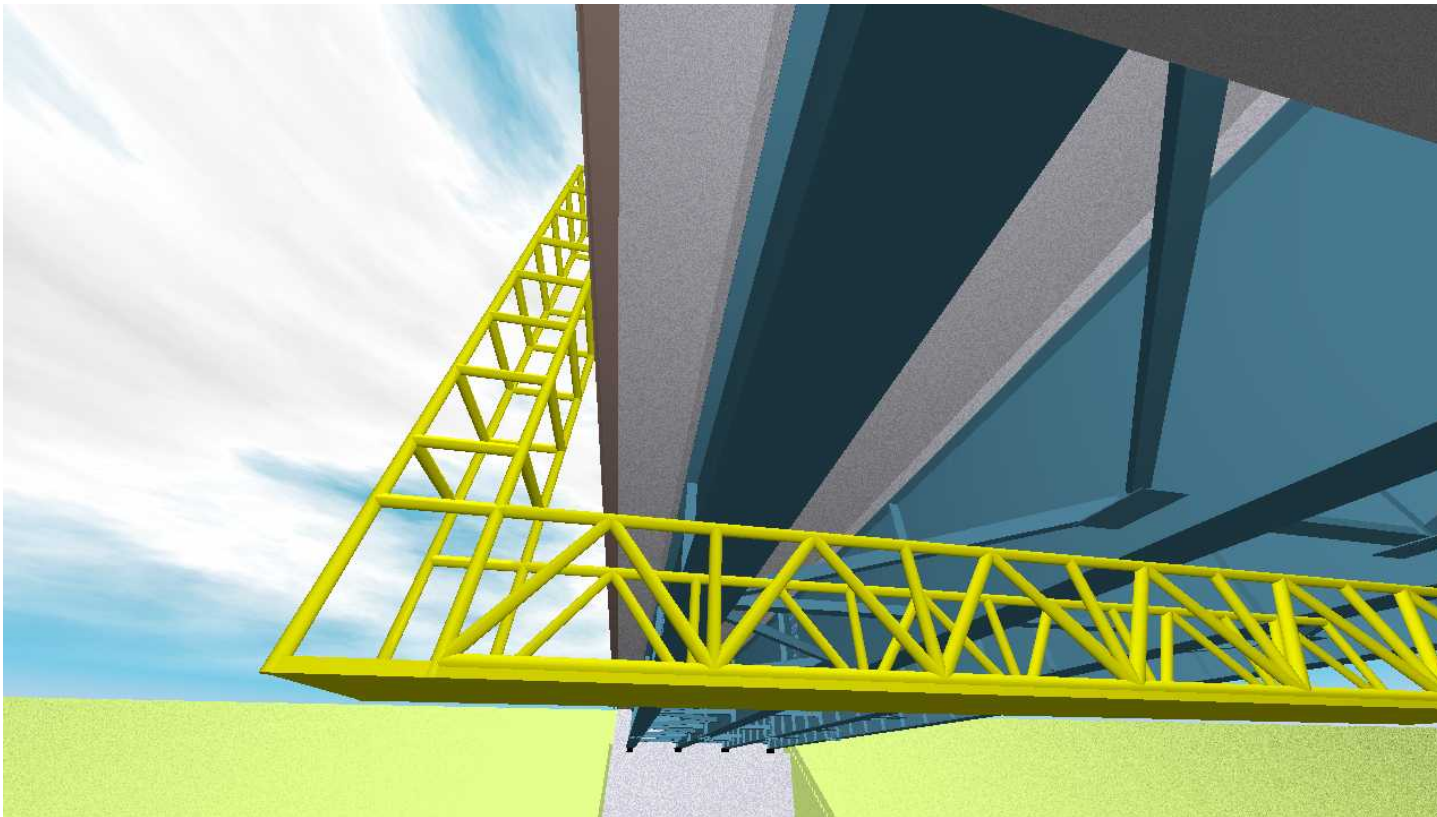
足場を用いた点検



- 工期（足場架設＋点検＋足場解体）
- 足場架設費
- 高橋脚橋梁への対応
- Etc...

地方自治体における課題：
限られた予算、限られた人材で、多数の橋梁をいかに安全に、
効率的に点検するか。

研究目的

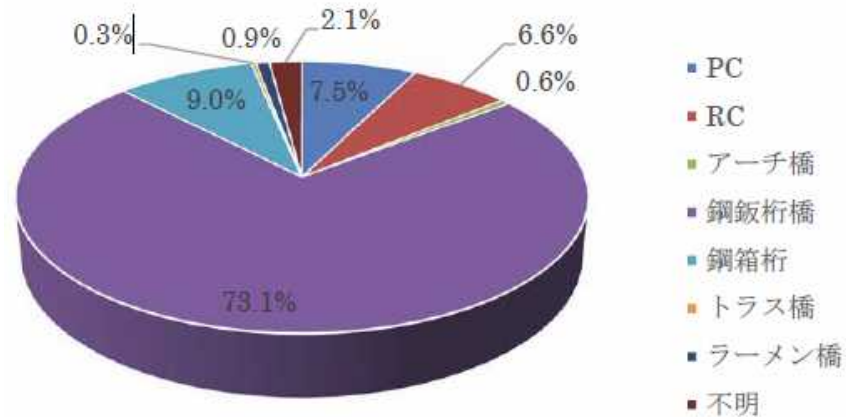


人力で設置・移動が可能な、**FRP製簡易展開式検査用足場を開発**する。

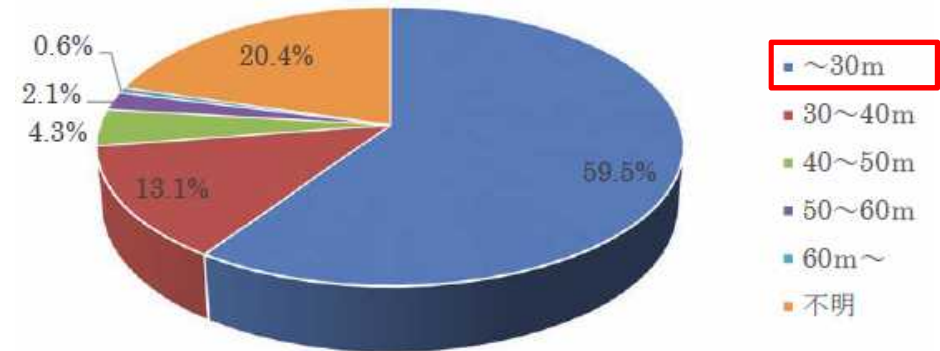
- ・ 対象：地方自治体管理の中・小規模橋梁（スパン30m～50m程度）
- ・ 小型トラック（4t車程度）で運搬可能な部材サイズ
- ・ 4～5名程度の作業員（交通誘導員を含む）による点検
- ・ 桁下で縦横に容易に展開・移動な構造

対象橋梁の選定

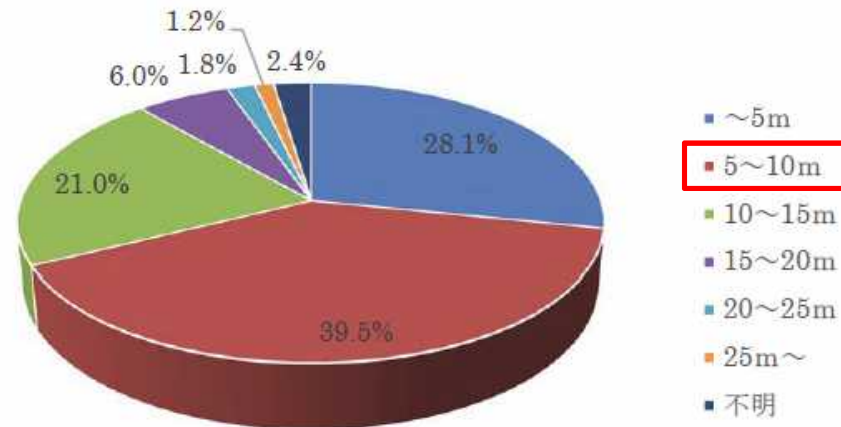
(調査地域：奈良県中部～北部、調査橋梁数：334橋)



調査対象橋梁の上部工構成割合



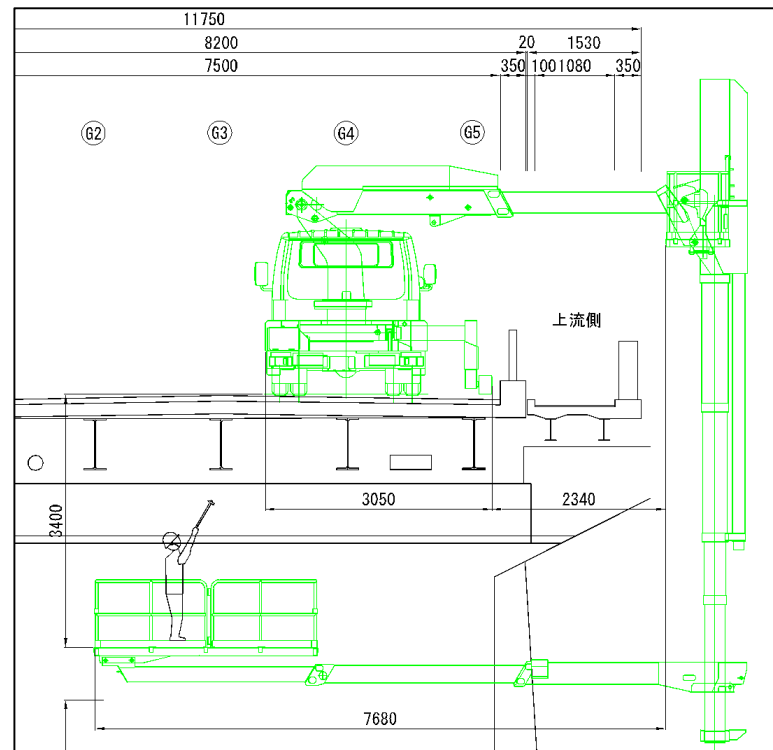
調査対象橋梁の支間長構成割合



調査対象橋梁の幅員構成割合

⇒ スパン50m未満、幅員15m未満程度の橋梁を対象として足場を開発する。

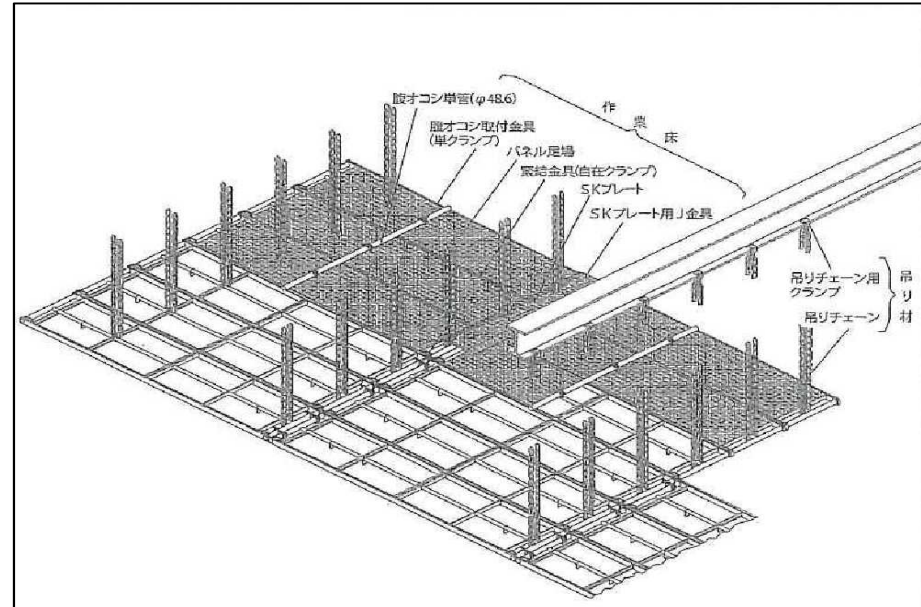
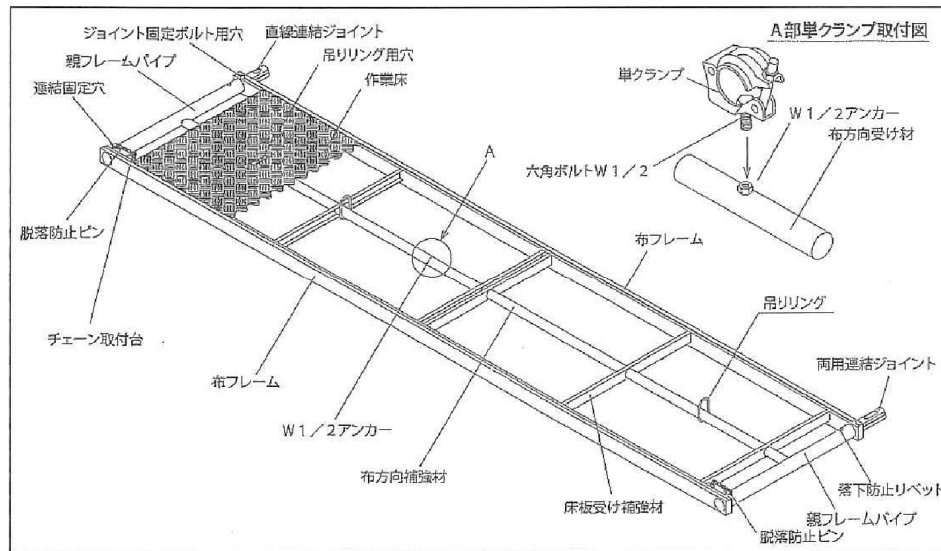
既存技術の調査 ～橋梁点検車～



- 桁下が高い場合でも、検査が可能である。
- 桁下・桁横空間が狭隘な場合は適用困難。
- 交通規制が必要。
- 桁下空間内での自由な縦横展開・移動が困難。
- 機材レンタル費は約 ¥55、000／1日（交通規制費、オペレータ費用を除く）

既存技術の調査 ～パネル式システム吊り足場～

- セーフティSKパネル (NETIS : KT-100070-V)



- パネル型の作業床（SKパネル）をチェーンで吊り、連結し検査用足場とする
- 単管と足場板が一体構造であり、施工性がよく、安全性が高い。
- 補修工事用の足場のため、通常は橋梁下面前面に設置。
- 足場材料は重量物のため重機、多くの作業人員、作業時間および費用が必要。
- 施工費用は約 ¥7,000/m²（一般的な吊り足場の場合）

既存技術の調査 ～移動式吊り足場～

- ラック足場（NETIS：SK-050011-V）



吊り足場全景

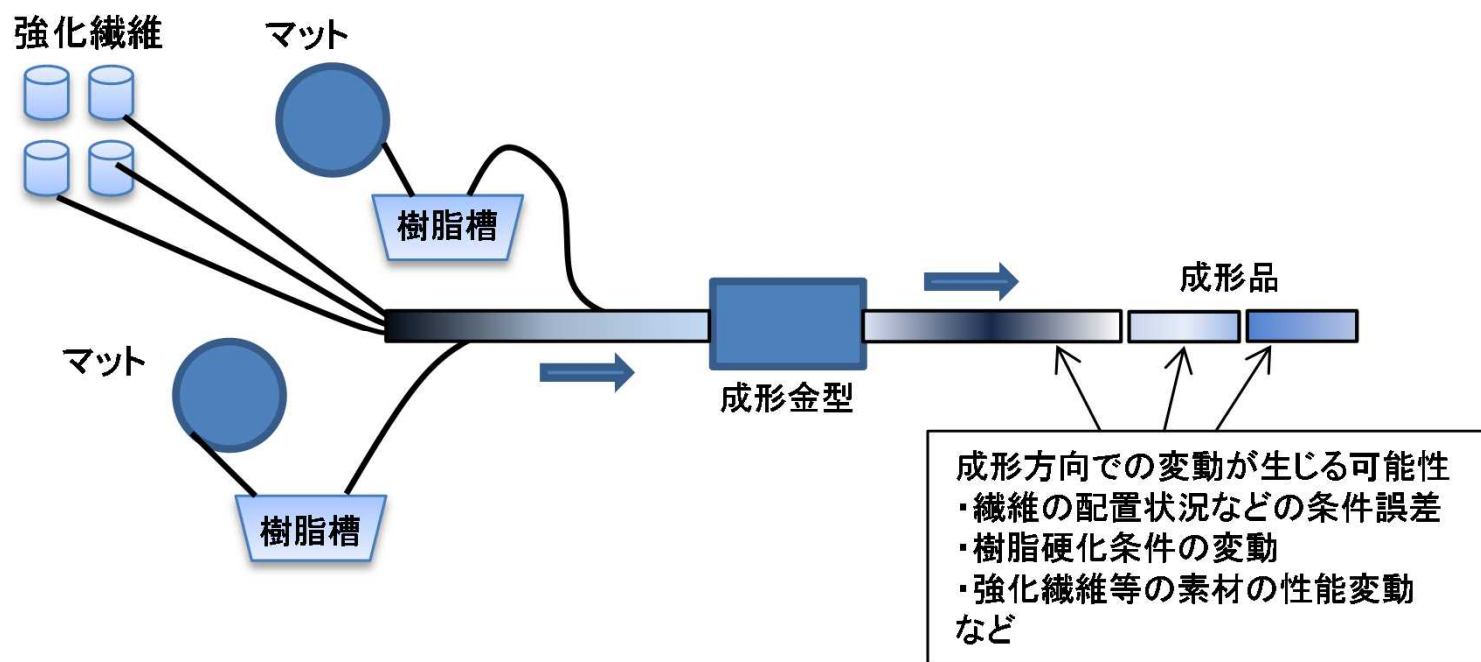


吊レールおよび移動用モーター

- 構造物に取り付けた2本のラックレールを軌道とする移動式吊足場
- ラック足場移動床を設置した後は、軌道となるラックレールの延長作業のみとなり、足場工の大幅な工期短縮が可能
- 多径間橋梁においては、橋脚を越えての移動も可能
- 足場自体が重量物のため、移動には、モーター＋発電機が必要

FRP製簡易足場の開発

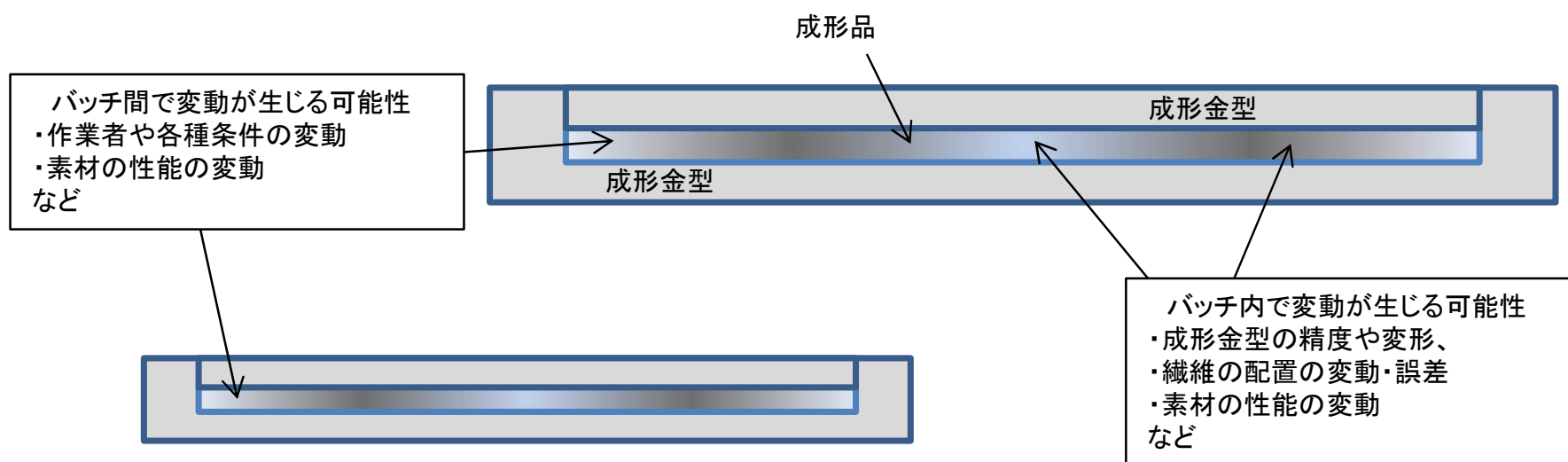
- 本研究では、既存のパネル式吊り足場（セーフティSKパネル）および移動吊り足場（ラック足場）を参考に、これらより更に軽量で簡易に設置できるFRP製足場を開発する。
- 平成26年度は、FRP材料（ハンドレイアップ材、引き抜き成型材）の基本的な物性値を把握。



引き抜き成型材の成形イメージと物性値変動要因

FRP製簡易足場の開発

- 本研究では、既存のパネル式吊り足場（セーフティSKパネル）および移動吊足場（ラック足場）を参考に、これらより更に軽量で簡易に設置できるFRP製足場を開発する。
- 平成26年度は、FRP材料（ハンドレイアップ材、引き抜き成型材）の基本的な物性値を把握。



ハンドレイアップ材の成形イメージと物性値変動要因

FRPの材料特性の把握

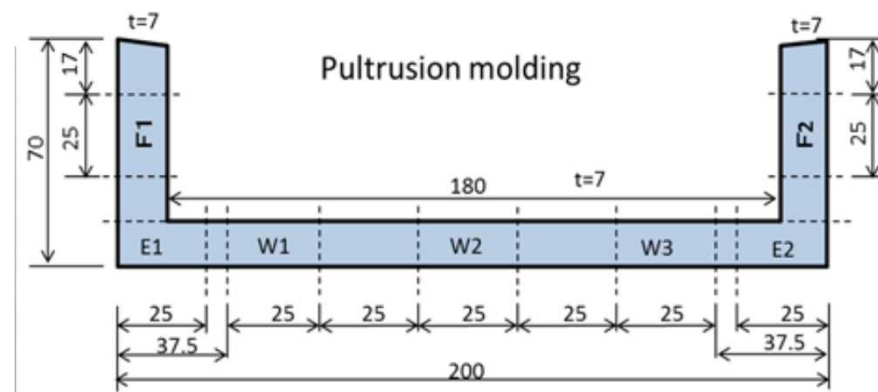
目的：FRP の材料特性（引張強度、ヤング率、およびこれらのバラツキ）を把握し、FRP製パネルの試設計のための参考資料とする



ハンドアップ成型材



引き抜き成型材

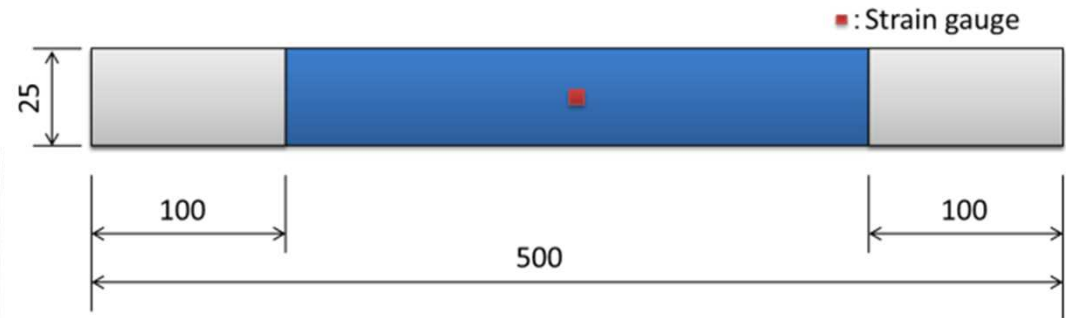


試験体切抜き箇所

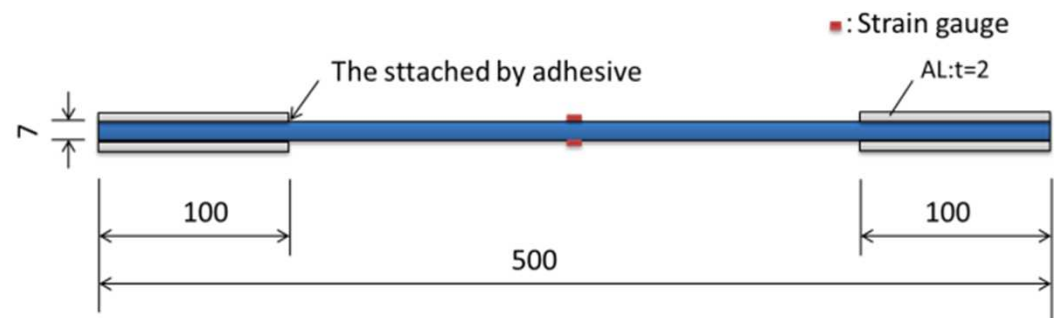
FRPの材料特性の把握



試験実施状況

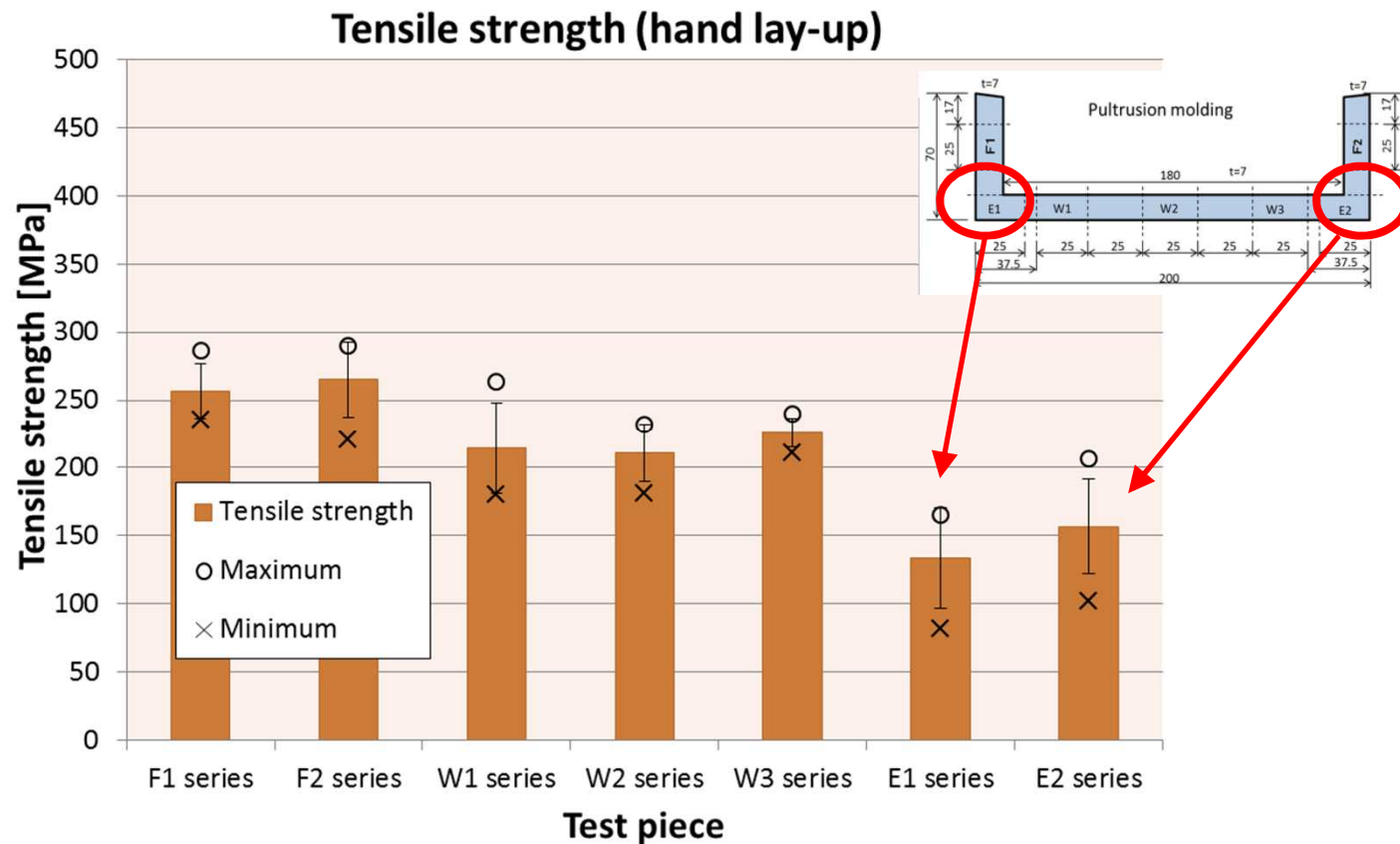


試験体平面図



試験体側面図

引張強度 ～ハンドレイアップ成型材～



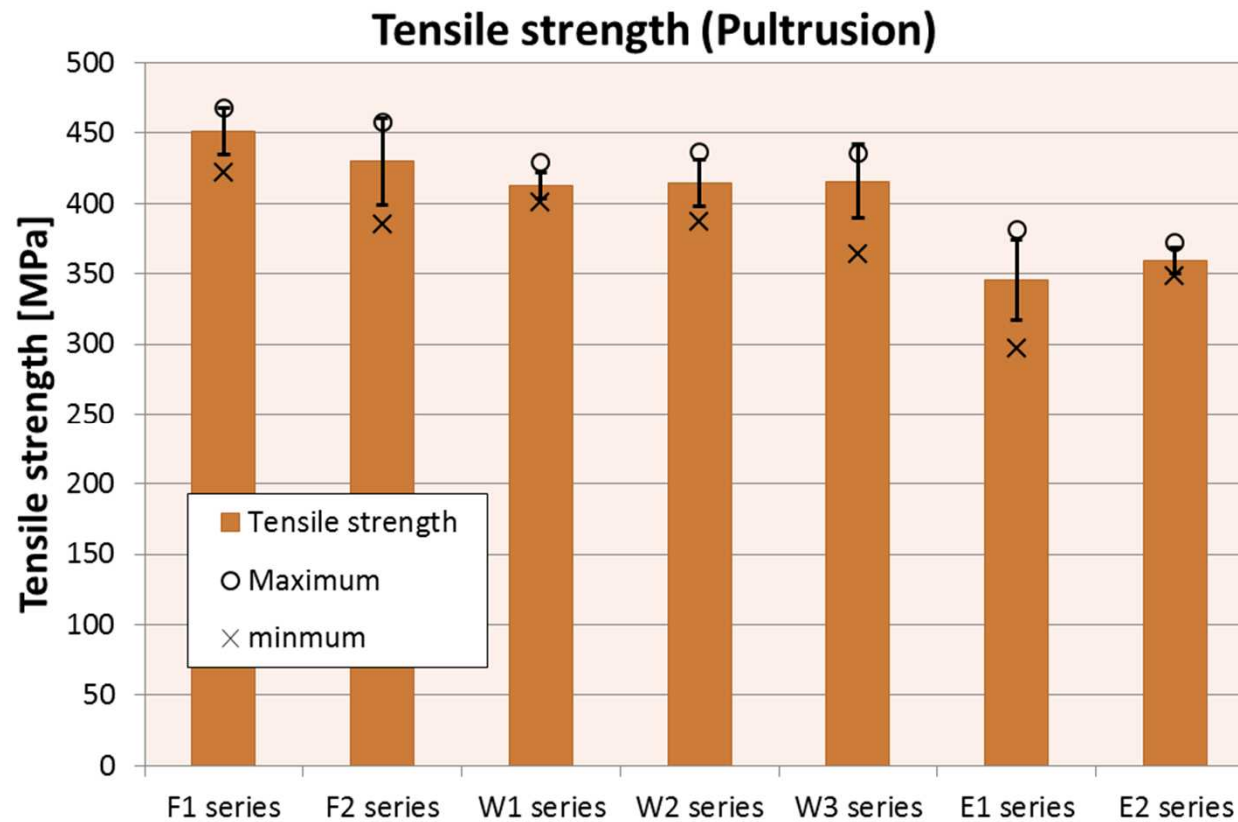
ハンドレイアップ成型材の引張強度 (n=35)

フランジ : 261MPa

ウェブ : 217MPa

エッジ : 145MPa

引張強度 ～引き抜き成型材～



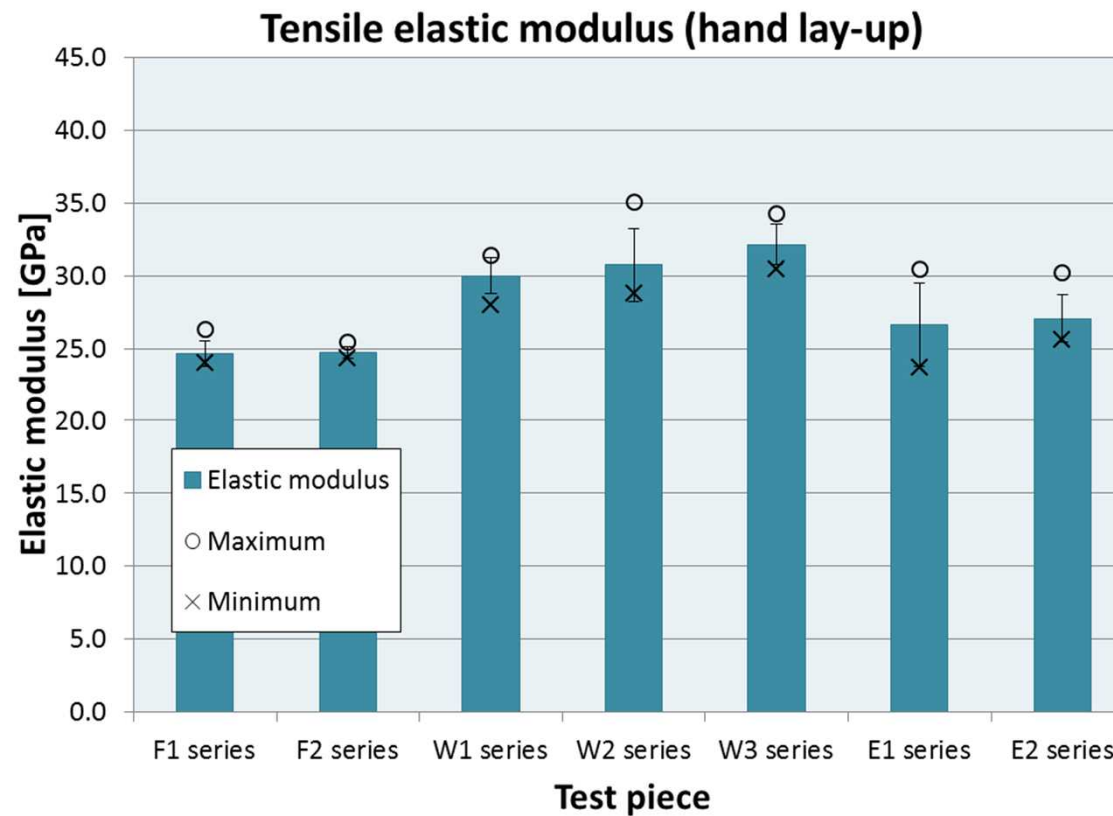
引き抜き成型材の引張強度 (n=35)

フランジ : 430MPa

ウェブ : 415MPa

エッジ : 351MPa

引張弾性率 ～ハンドレイアップ成型材～



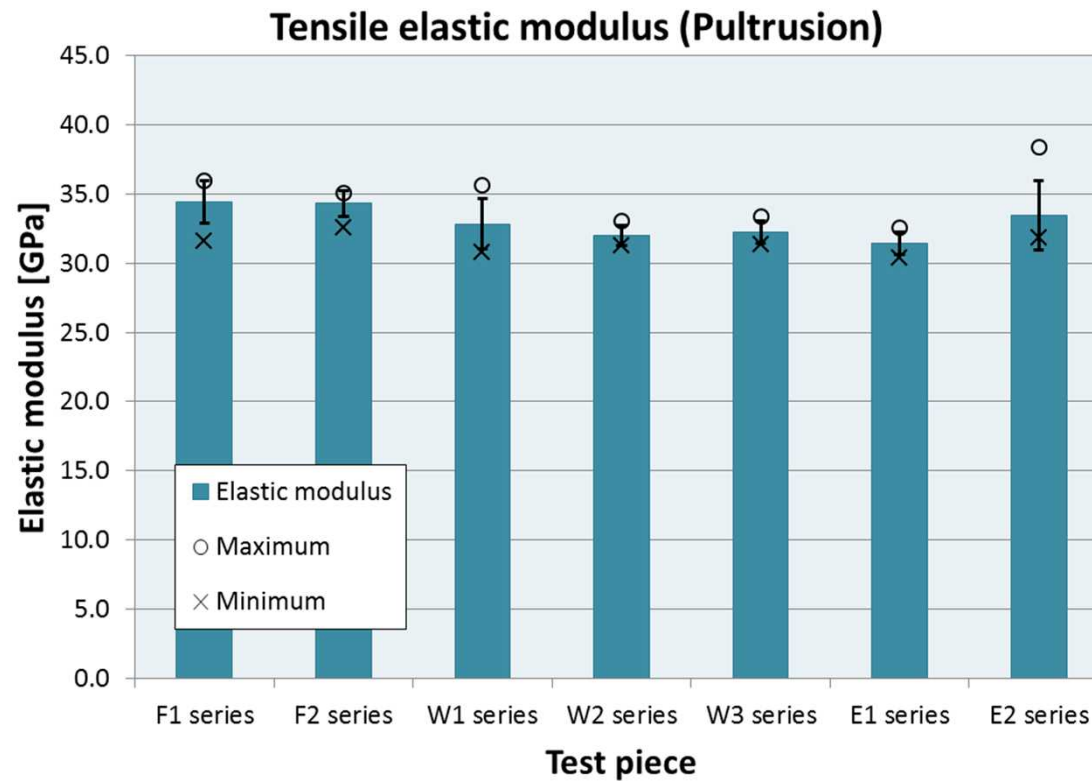
ハンドレイアップ成型材の引張弾性率 (n=35)

フランジ : 24.7 GPa

ウェブ : 31.0 GPa

エッジ : 26.8 GPa

引張弾性率 ～引き抜き成型材～



引き抜き成型材の引張弾性率 (n=35)

フランジ : 34.8 GPa

ウェブ : 31.8 GPa

エッジ : 32.5 GPa

FRP材料試験のまとめ

- RP材料の基本的物性値の把握を目的として、ハンドレイアップ成形材および引抜き成形材の引張試験を実施した。
- 引張試験の結果、本研究で使用したFRP材の引張強度は、
ハンドレイアップ材：約240 MPa程度
引き抜き成型材：約420 MPa程度（鋼材と同等程度）
- 引張弾性率は、
ハンドレイアップ材：約28 GPa程度
引き抜き成型材：約33 GPa程度（鋼材の1/7～1/10程度）
- FRP製足場を検討する際には、足場のたわみ等の変形状について検討する必要がある。

関連法令等の調査

- ・ 調査範囲

ゴンドラ構造規格（タラップ関係）

ゴンドラ安全規則（タラップ関係）

労働安全衛生規則（タラップ、足場全般）

- ・ 調査項目

設計荷重の種類と積載荷重、荷重の組合せ、使用材料、構造、架設通路、剛性、作業床

⇒足場用パネルの許容たわみに関する具体的記載なし.

平成26年度の成果のまとめ

- 地方自治体の管理する橋梁の構造形式、スパン、および幅員について調査。その結果、スパン50m、幅員15m程度の鋼桁橋がほとんどであり、中小規模の橋梁を対象とすることが妥当であることを確認した。
- 引張試験を実施した結果、FRP材料の引張強度は、鋼材と同等程度であるのに対し、弾性率は約1/7～1/10であった。
- FRP製足場を設計する際には、たわみ等の変形状について十分に検討するか、高弾性繊維を用いたFRP材料を使用することが望ましい。
- 足場に関連する規格を調査した結果、たわみなどの変形に対する具体的数的制限に関する記載はみつからなかった。今後は、他の規則・関連法令も含め、さらに詳細に調査する必要がある。

今後の予定

- FRP製検査足場パネルの試作および載荷実験

平成26年度に概略設計したFRP製検査用足場パネルを試作し、耐荷性能および変形性能を載荷実験により検討する。
また、実験結果を踏まえ、必要に応じて有限要素解析により構造詳細の再検討を行う。

- FRP製簡易展開式検査用足場パネルの接合構造に関する検討

現場での組み立て・解体が容易なFRP製検査足場パネルの接合構造、橋梁への取り付け構造を検討し、製作実現性を検討する。
有限要素解析および要素実験により提案した接合構造の力学特性を検討する。