



防衛装備庁

機動展開能力と持続性・強靱性を 確保する将来軽量橋梁技術

Research on the Future Light-weight Bridge Technology

2023年3月

防衛装備庁 陸上装備研究所

機動技術研究部 障害構成・啓開研究室

防衛技官 中田 光洋

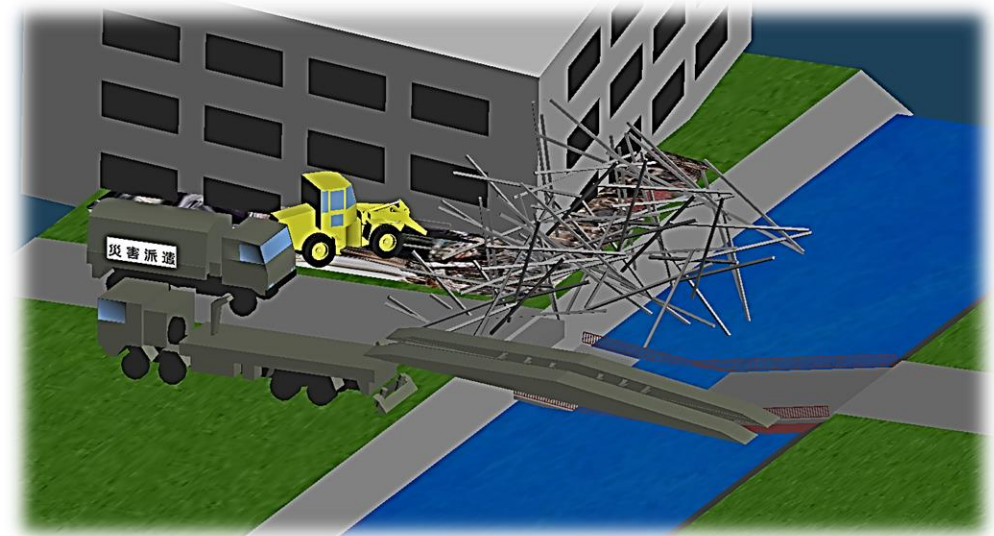
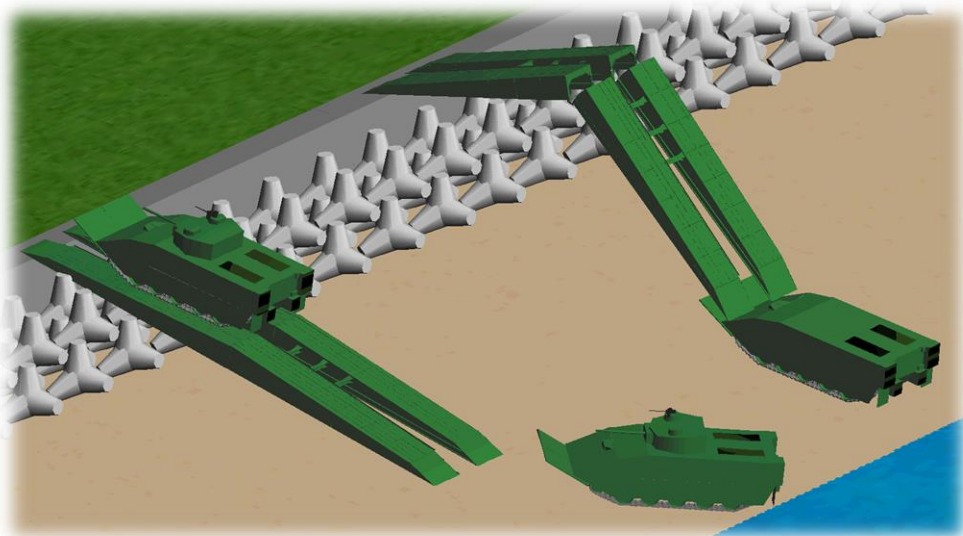
Obstacle Construction and Exclusion Research Section, Mobility
Research Division, Ground Systems Research Center



研究の目的

Research Objective

有事、大規模災害等において陸上部隊の**高機動・迅速展開に資する**ため、河川、地隙及び都市部の護岸された水路等の天然障害、対戦車壕等の人工障害を**迅速に克服可能な将来軽量橋梁**の構成要素に関する技術を確立する。





自衛隊用橋梁について





The Bridges for the SDF

防衛装備庁

○自衛隊用橋梁の特徴

- ・ 部隊と一緒に移動し、様々な地点で架設出来るよう、**車両に搭載できるサイズに分割**されている
- ・ 迅速に架設・撤収が出来るよう、**架設方式が高度に機械化、自動化**されている

➡ 現在の自衛隊用橋梁の**主要構造部はアルミニウム合金**で製作されている。

種 類	固定橋	浮橋	支援橋	攻撃橋
現有橋梁の外観及び名称	 パネル橋MGB	 92式浮橋	 07式機動支援橋	 91式戦車橋
主要諸元	径間長：42mまで 耐荷重：50t級車両 開発：英国製	架設長：100m以上 耐荷重：50t級車両 開発：防衛庁技術研究本部	径間長：最大60m 耐荷重：50t級車両 開発：防衛庁技術研究本部	径間長：20m 耐荷重：50t級車両 開発：防衛庁技術研究本部



防衛装備庁

自衛隊用橋梁について

The Bridges for the SDF

自衛隊用橋梁は有事の際に陸上部隊の機動支援に用いられるほか、大規模災害などの際にもその特長を活かして使用されており、性能向上が期待されている。

東日本大震災での災害派遣例



宮城県南三陸町に架設された
81式自走架柱橋¹⁾



宮城県東松島市で重機を輸送する
92式浮橋²⁾



宮城県南三陸町に架設された
パネル橋MGB³⁾

1) 陸上自衛隊第4師団HP <http://www.mod.go.jp/gsd/wae/4d/active/higashinihon/higashinihon1.html>より引用

2) 自衛隊宮城地方協力本部HP <http://www.mod.go.jp/pco/miyagi/shasinkan/soubikan/soubikan.html>より引用

3) 防衛省HP http://www.clearing.mod.go.jp/hakusho_data/2011/2011/html/nt200000.htmlより引用



研究の背景

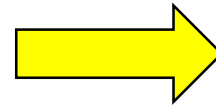
Research Background

有事、大規模災害等への対応において迅速かつ段階的な機動力の発揮が重要視されており、河川、地隙等の障害を迅速に啓開可能な**橋梁器材の更なる性能向上**が求められている。



径間長の延伸、架設の迅速化等の橋梁器材の高性能化のために必須となる軽量化技術として、**軽量・高強度な材料の適用技術**を確立する必要がある。

現有橋梁の橋体部分はアルミニウム合金



本研究ではCFRPに着目



○CFRPのメリット

- ・ 単位質量あたりの強度・弾性率が大きい。
- ・ 異方性材料であり、積層構成によって任意の方向の強度を強化できる。
- ・ 疲労破壊が発生しにくく、耐食性も高い。

※CFRP：炭素繊維強化プラスチック (Carbon Fiber Reinforced Plastics)



研究の背景

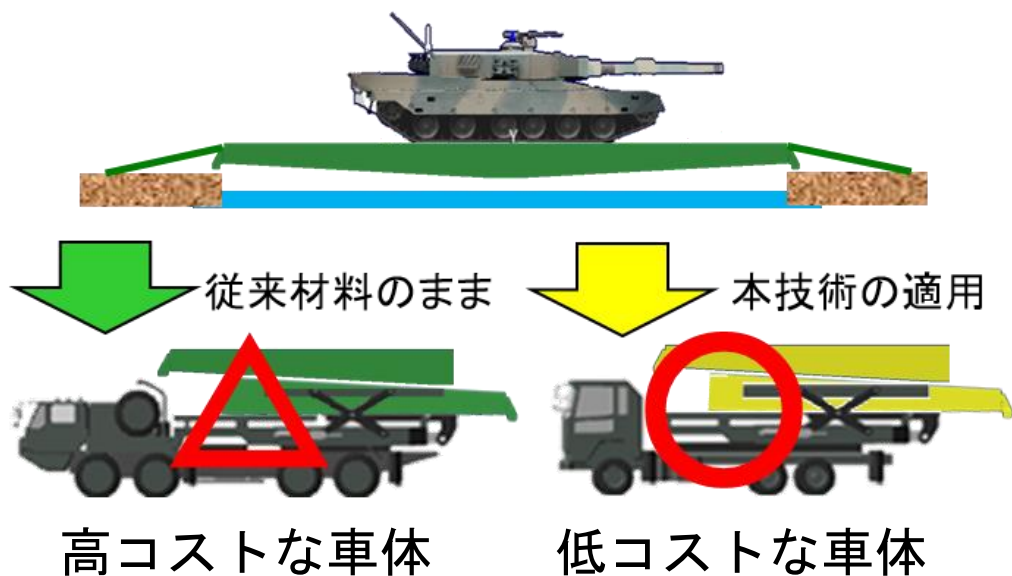
Research Background

防衛装備庁

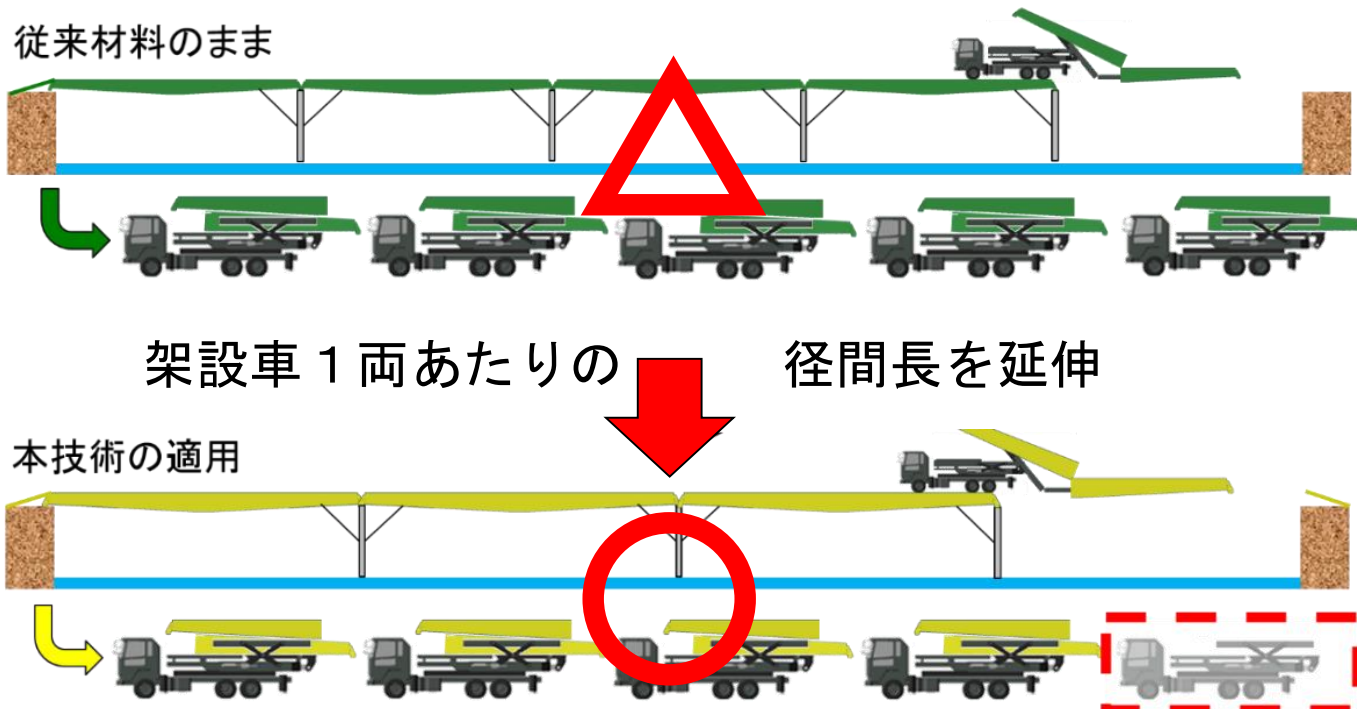
○自衛隊用橋梁に期待される性能

- ・ 大きな耐荷重
- ・ 架設、撤収時間の更なる短縮
- ・ 長スパン化
- ・ 取得性の向上

○橋梁軽量化による運用上の効果の例



①従来と同等以上の性能の橋梁を、より小型で汎用性の高い車体に架装可能

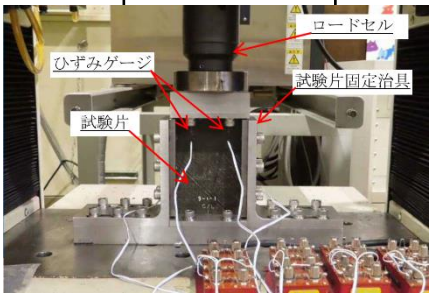
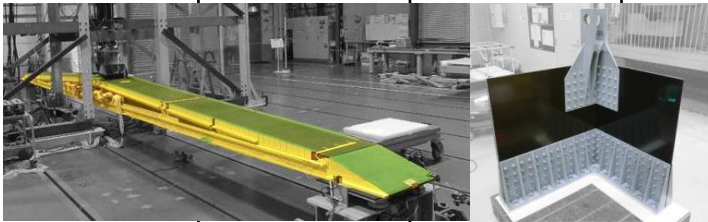
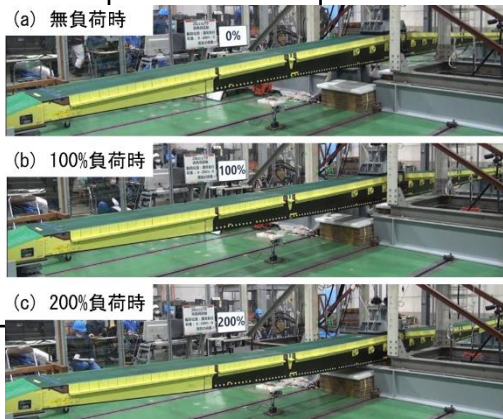


②運搬車両や架設機構の所要数を削減し取得性向上



研究実施線表

Research Implementation Schedule

年度	26	27	28	29	30	31 元	2	3	4
実施事項	所内研究			研究試作			所内試験		
									
備考	試作経費：389（百万円）								

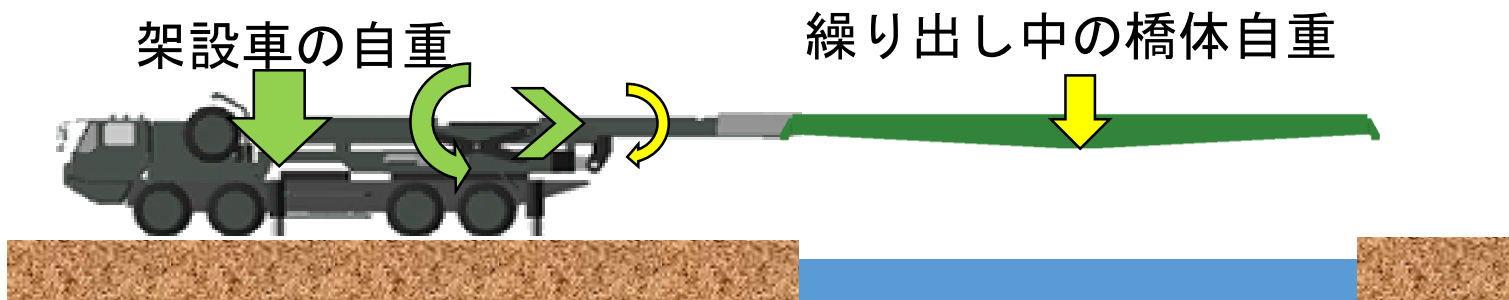


研究の目標

Research Target

目標 1 : 橋梁構造軽量化の達成

複合材の繊維配向角や積層構成の設計による効率的な断面構造により、現有構造と比して**25%以上の軽量化**が達成可能なこと

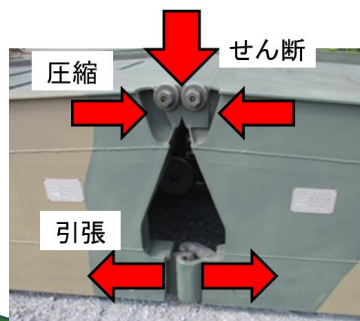
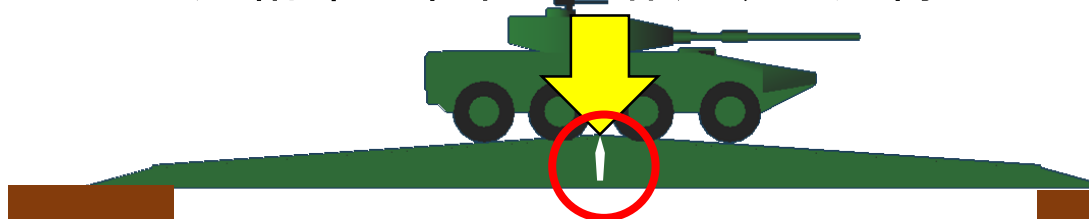


橋梁器材の更なる高性能化
(長スパン化、架設車両の小型化による高機動化等)のためには、**構造重量の軽量化**が必要不可欠

目標 2 : 接合部における静強度・耐疲労性の確保

連結金具とCFRP製主要構造部の接合部での結合方式に関して、現有構造と比して**同等以上の静強度及び耐疲労性**を有すること

連結部に集中的に作用する大荷重



従来の橋梁に求められていた耐用寿命を確保しつつ軽量化を達成するためには、接合部における**現有橋梁と同等以上の静強度・耐疲労性**が必要不可欠



防衛装備庁

研究試作品の概要

The Overview of the Research Prototype

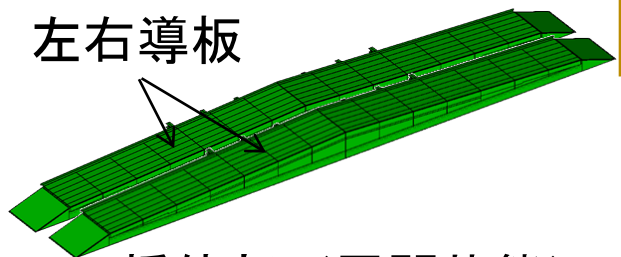
○想定した装備品

橋体部 (車載状態)



車体部

左右導板



橋体部 (展開状態)

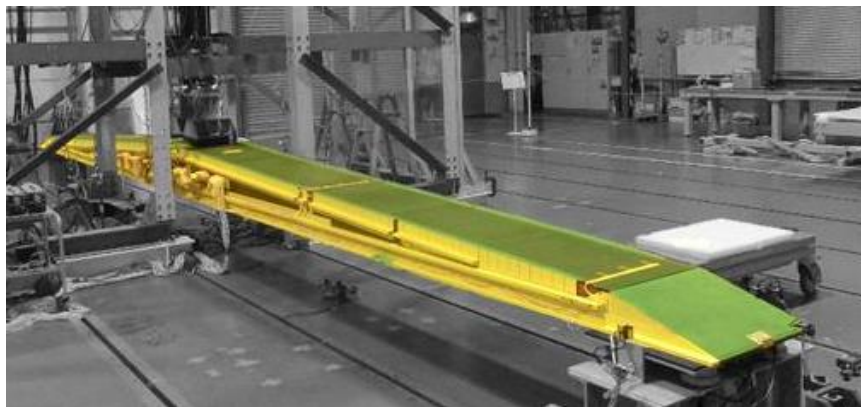
橋梁想定諸元:

橋長22m、耐荷重約30tf

○製造した供試品

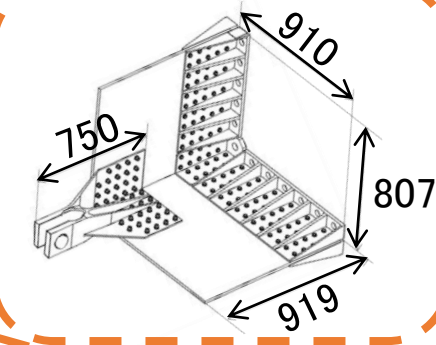
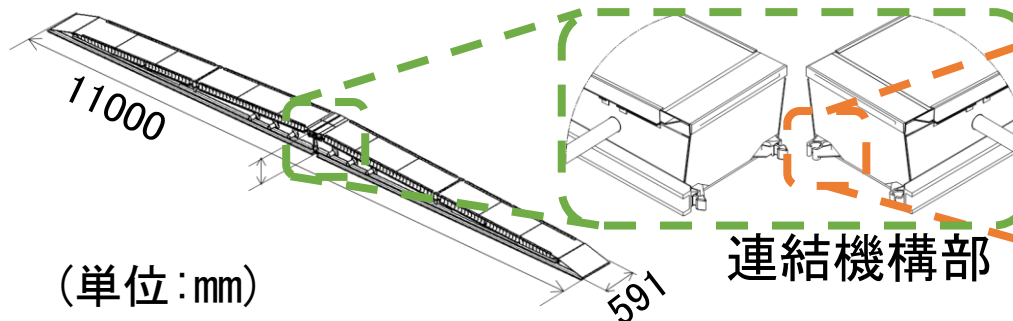
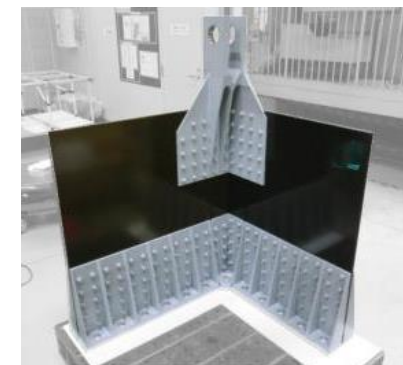
導板模型

- ・想定した橋梁に対して板厚のみ1/1とした1/2縮尺の強度試験模型



連結部供試体

- ・想定装備品に対して実寸の強度試験模型





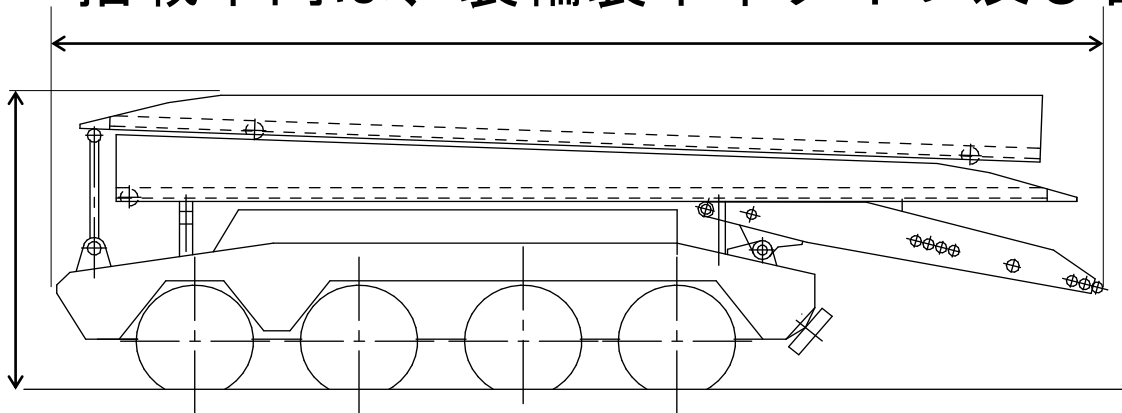
搭載車両について

Equipped Vehicle

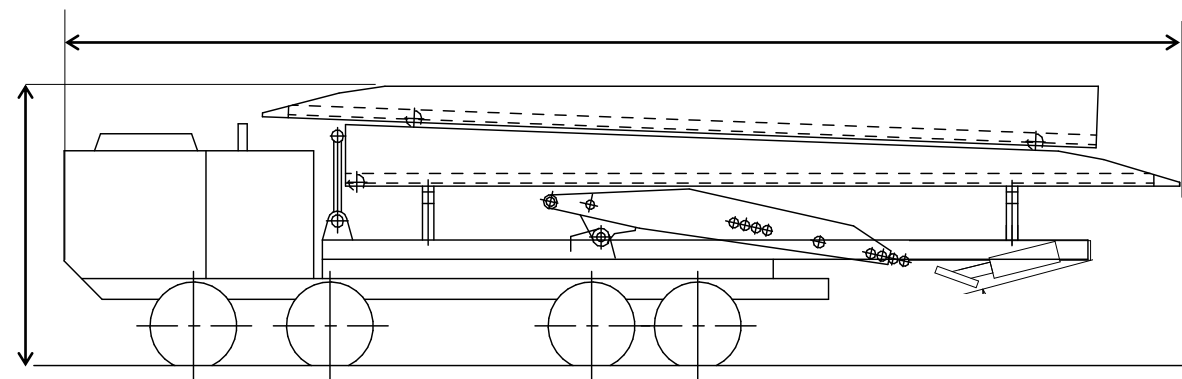
防衛装備庁

○搭載車両

- ・搭載車両は、装輪装甲車タイプ及び自衛隊用装輪トラックタイプについて検討



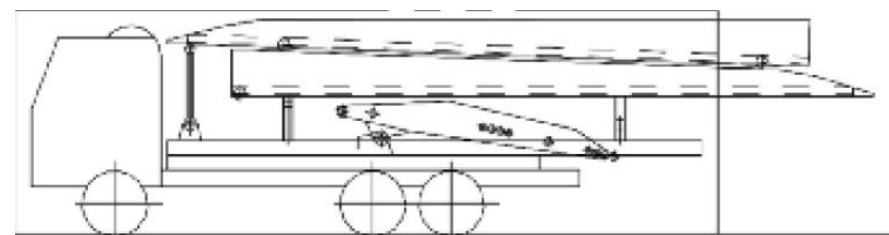
装輪装甲車タイプ



装輪トラックタイプ

○デュアルユースへの対応

災害対応などのデュアルユースも考慮し、民生の10tトラックへの搭載も考慮

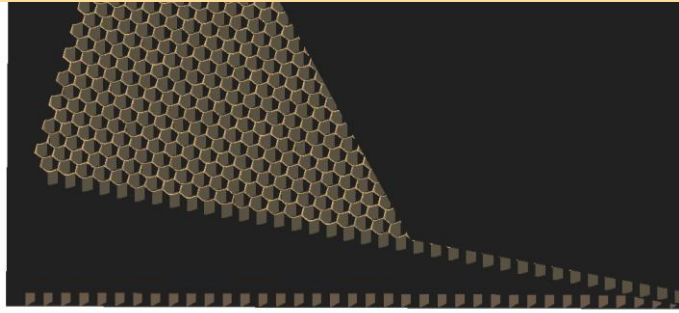


民生トラックタイプ



導板部の設計について

The Design of the Treadway

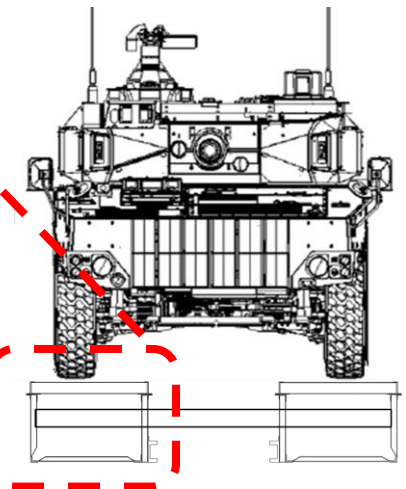
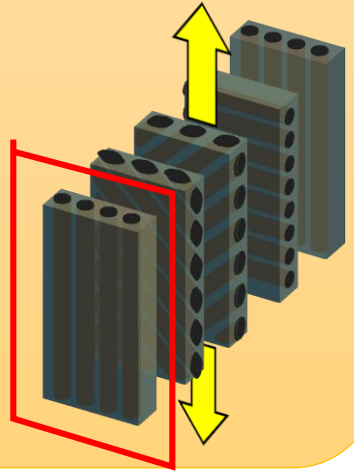


軽量化かつ剛性を高められるハニカムサンドイッチ構造を適用

比較的安価なCFRP材を使用

高強度・高剛性なCFRP材を使用

特に大荷重が作用する部位で荷重方向の配向繊維を増加



○橋梁主要断面

- ・ 主要部材をCFRP板とアラミドコアによるハニカムサンドイッチパネルとした。
- ・ 部位ごとに特性の異なるCFRPを使い分け、繊維配向角も工夫した。

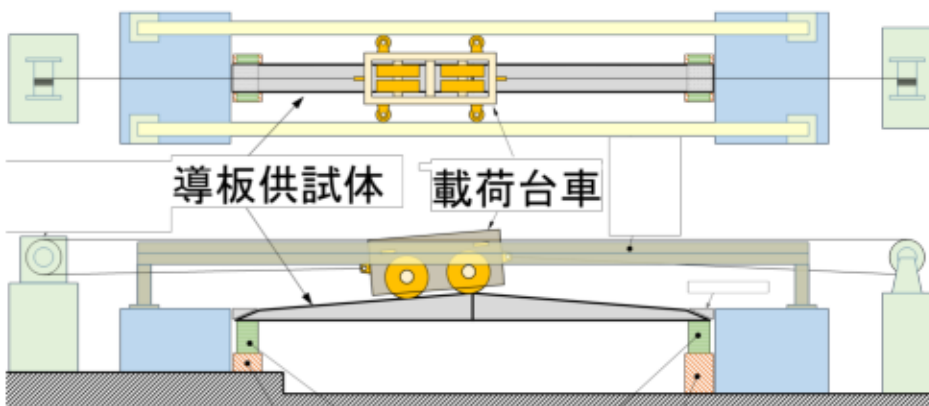
軽量で高強度、高剛性な構造を実現




防衛装備庁

導板模型に対する試験の結果

The Result of Tests on the Treadway Specimen

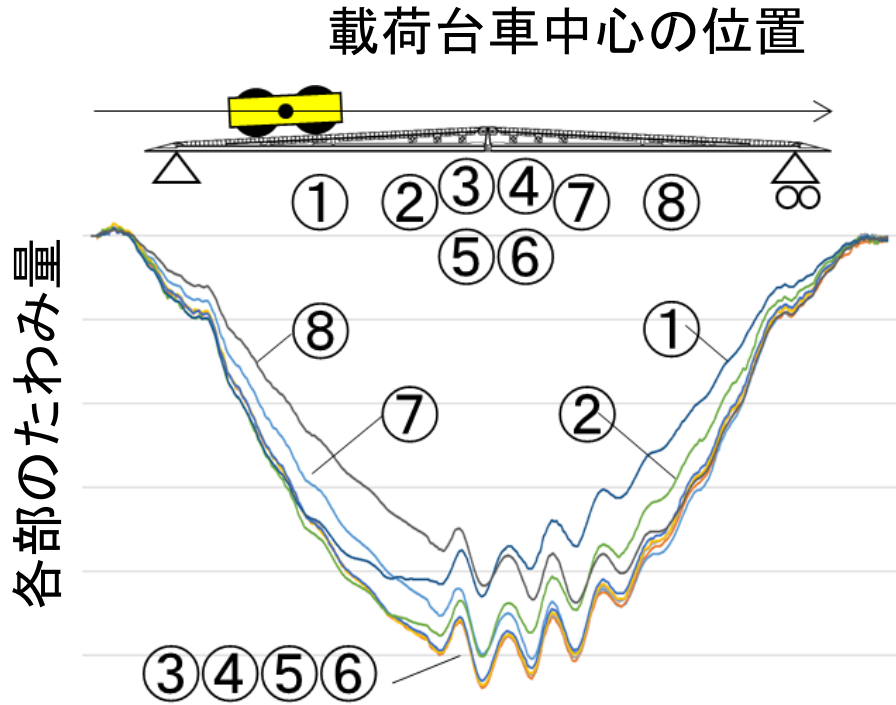


 [動的载荷試験の実施状況](#) (YouTube防衛装備庁公式チャンネルが開きます)

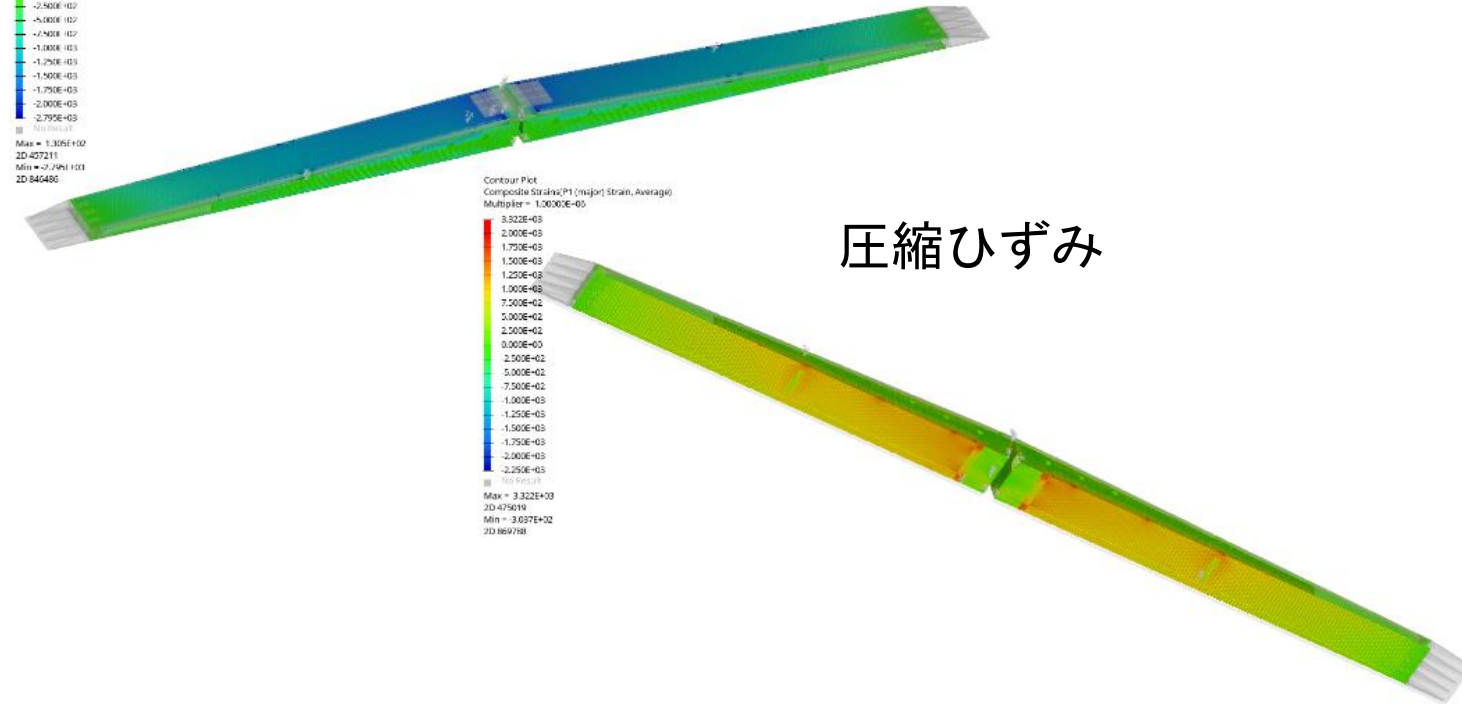


導板模型に対する試験の結果

The Result of Tests on the Treadway Specimen



シミュレーションにおいても許容値以下であることを確認



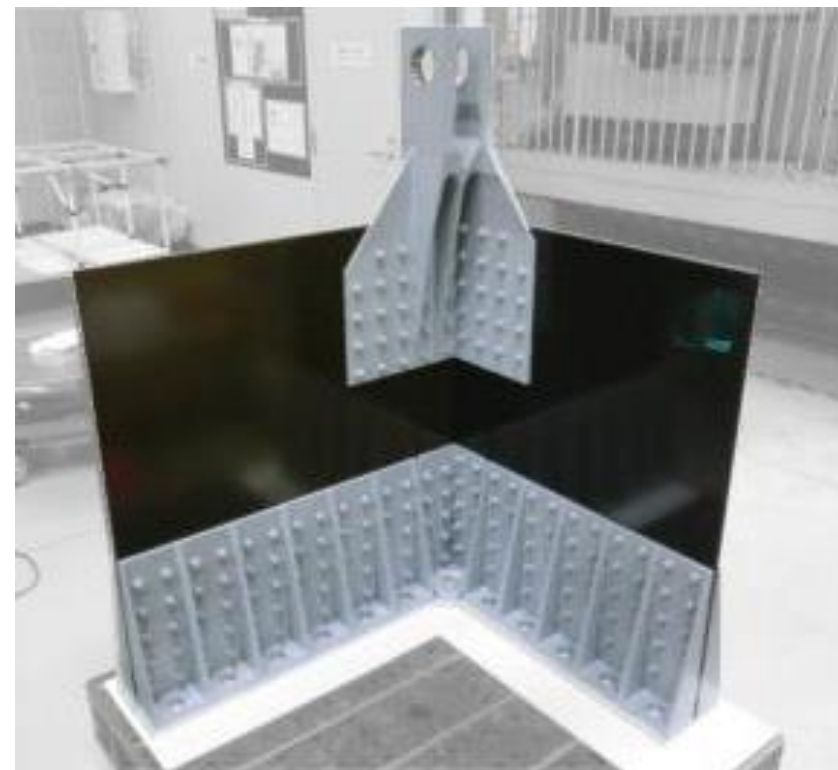
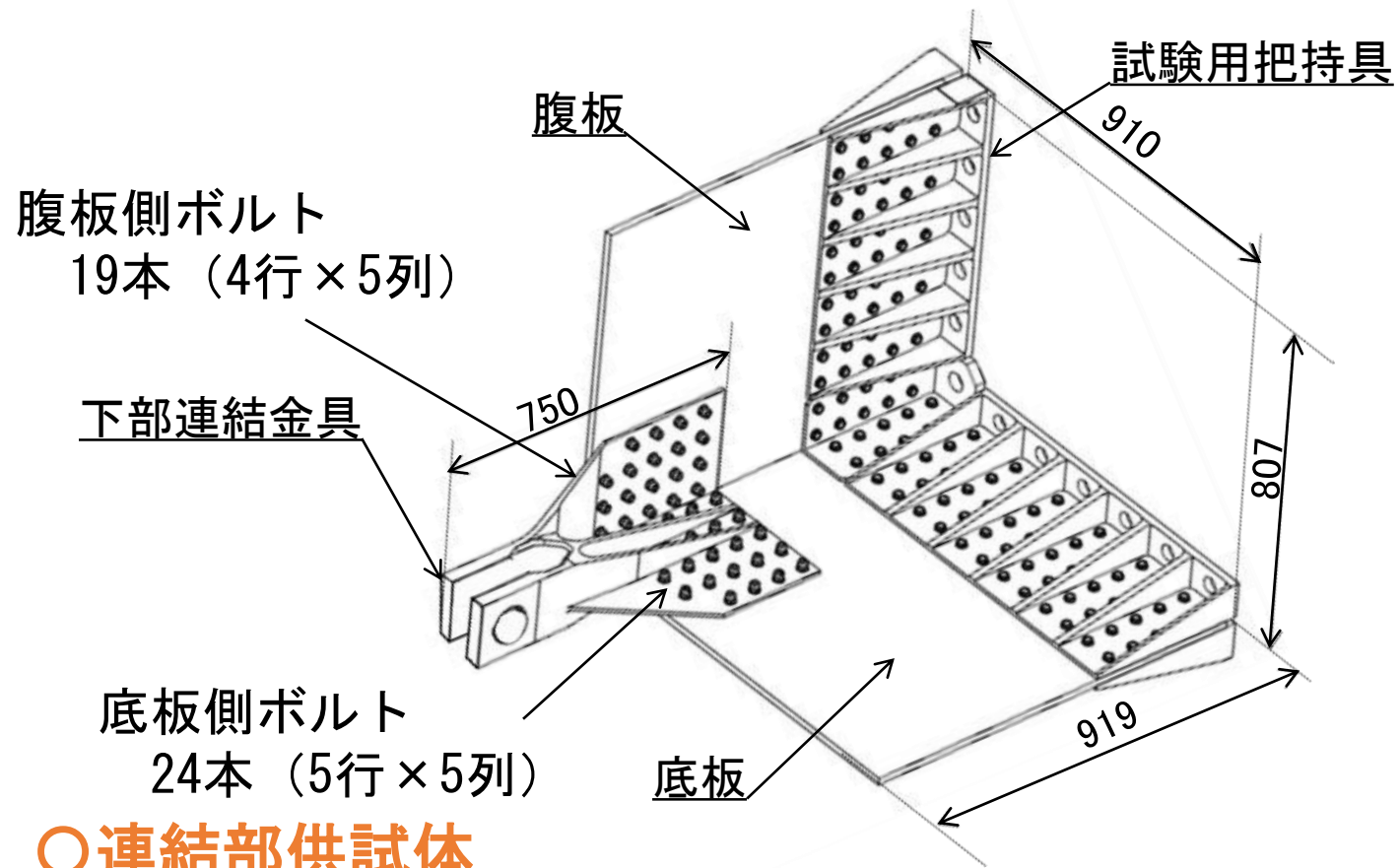
○ 載荷試験の結果

- ・ 想定荷重に対して破壊等が発生しないことを確認し、設計の妥当性を確認できた。また、同等のアルミ橋梁よりも26%の軽量化が達成できることを確認した。



連結部供試体の設計について

The Design of the Coupler Specimen



○連結部供試体

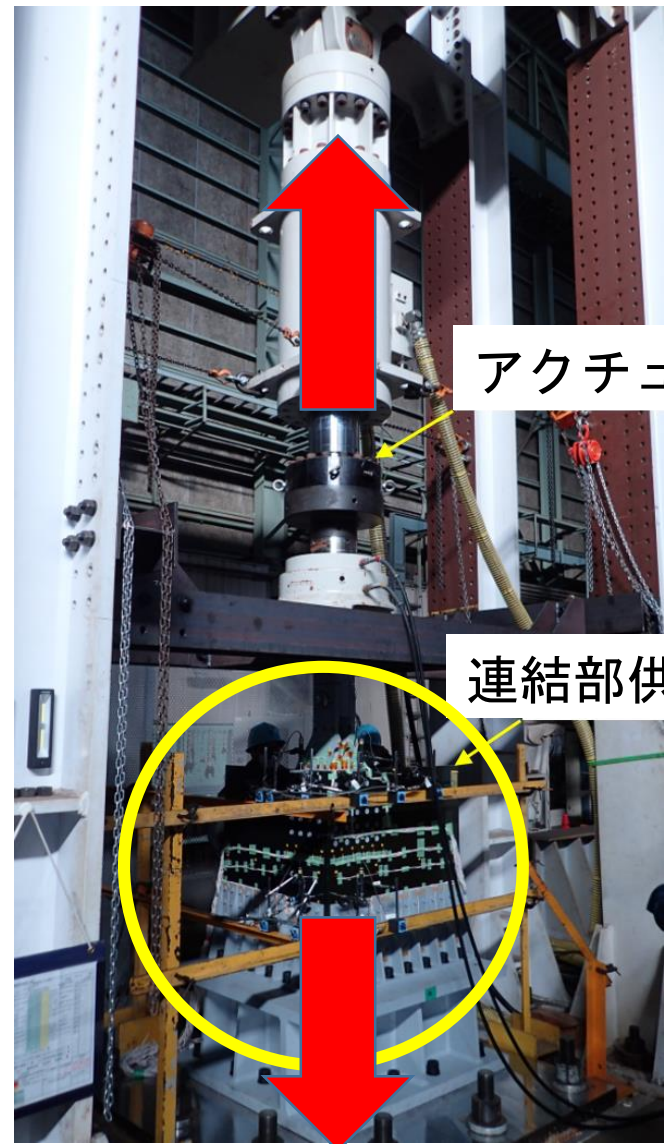
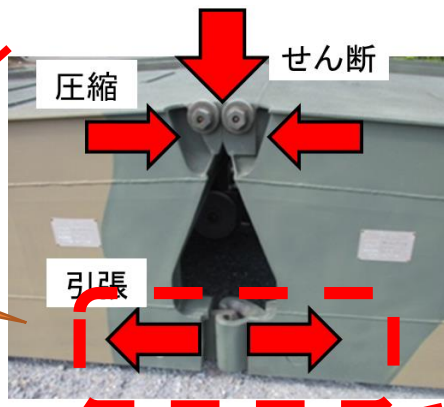
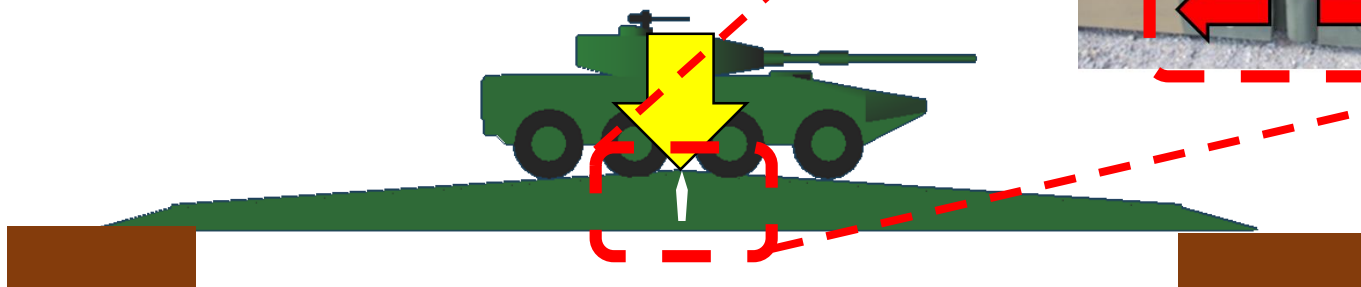
- ・橋梁中央部で極めて大きな荷重を伝達しなければならない連結部は、板厚を増したCFRP板に合金鋼製の金具を多数のボルトにより締結する構造とした。



連結部供試体に対する試験の結果

The Result of Tests on the Coupler Specimen

連結部供試体に対して、
想定している30t級車
両の通過時に負荷される
荷重にて試験を実施



○ 連結部供試体の試験の概要

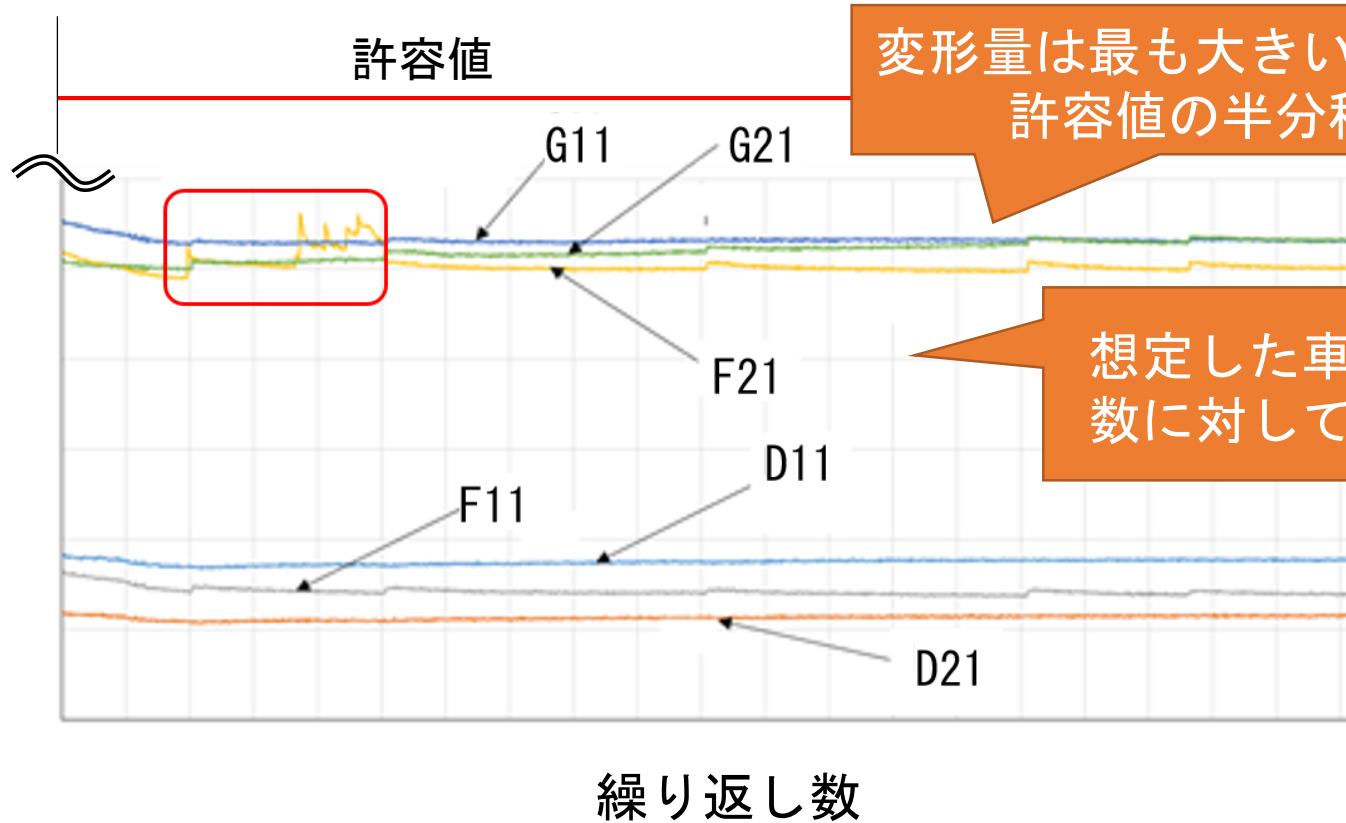
- 想定した車両通過回数への耐久試験
- 想定荷重を超過した過負荷試験



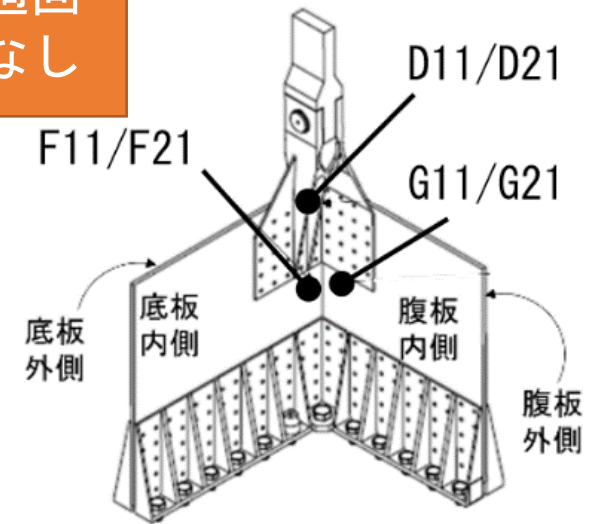
連結部供試体に対する試験の結果

The Result of Tests on the Coupler Specimen

サイクルごとの最大ひずみ値



- D11 : 金具内側
- D21 : 金具外側
- F11 : 底板内側
- F21 : 底板外側
- G11 : 腹板内側
- G21 : 腹板外側



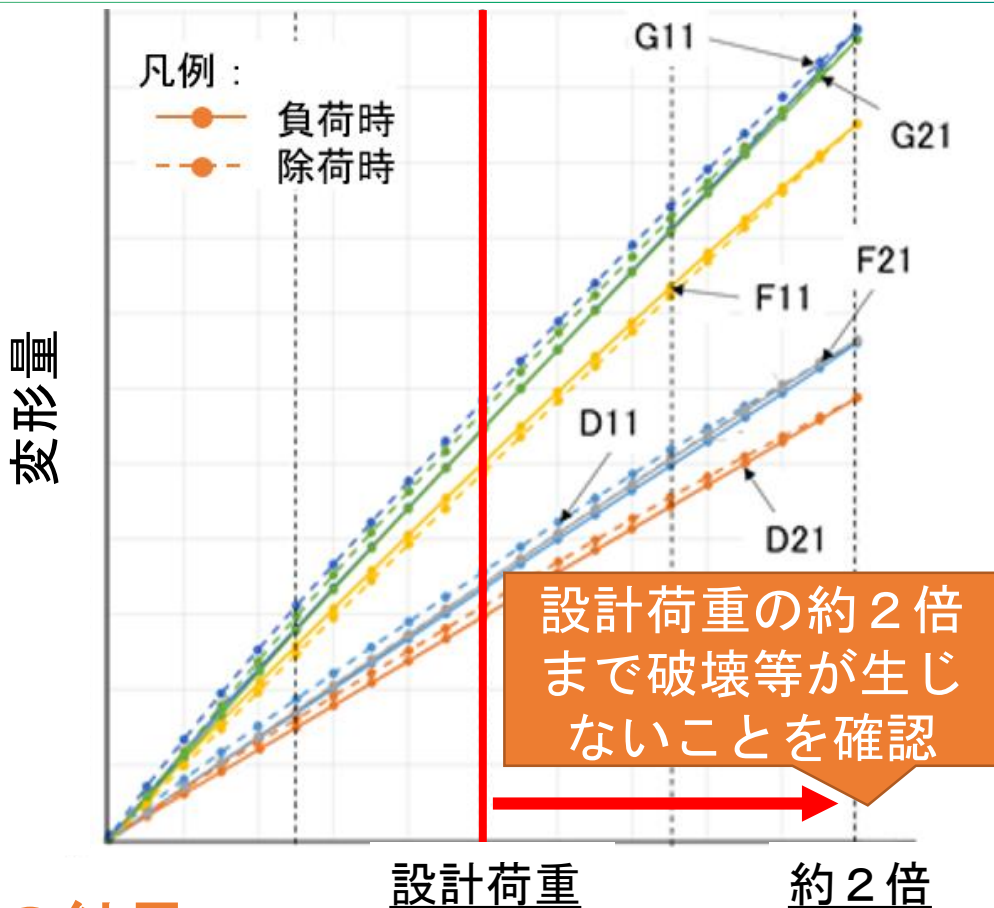
○耐久試験の結果

耐久試験の結果、各部における試験前後の変形量の差異は微小であり、**想定した車両通過回数に対して十分に耐荷できることを確認した。**

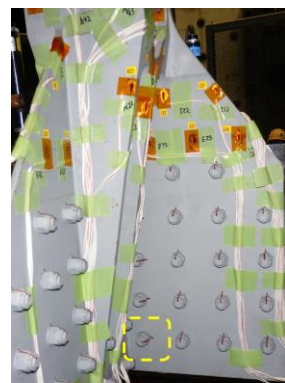
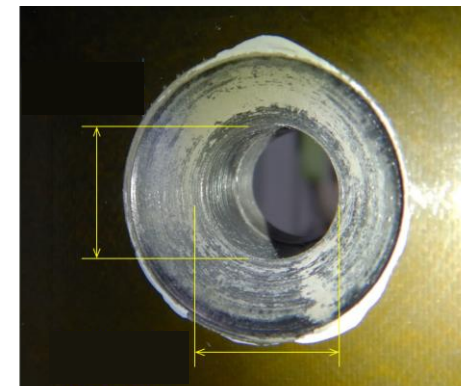


連結部供試体に対する試験の結果

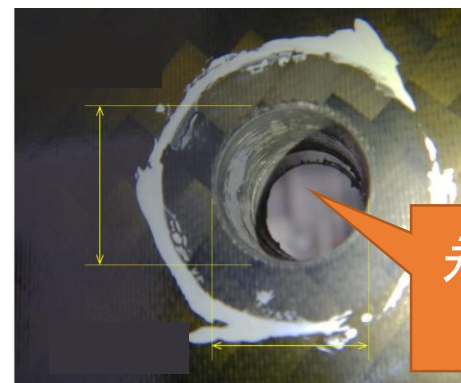
The Result of Tests on the Coupler Specimen



底板側ボルト孔の分解計測状況



腹板側ボルト孔の分解計測状況



永久変形等なし

○過負荷試験の結果

想定荷重を超過した過負荷に対しても破壊等が生じず、**設計した連結部構造が実橋梁を想定した荷重に十分に耐荷できることを確認した。**



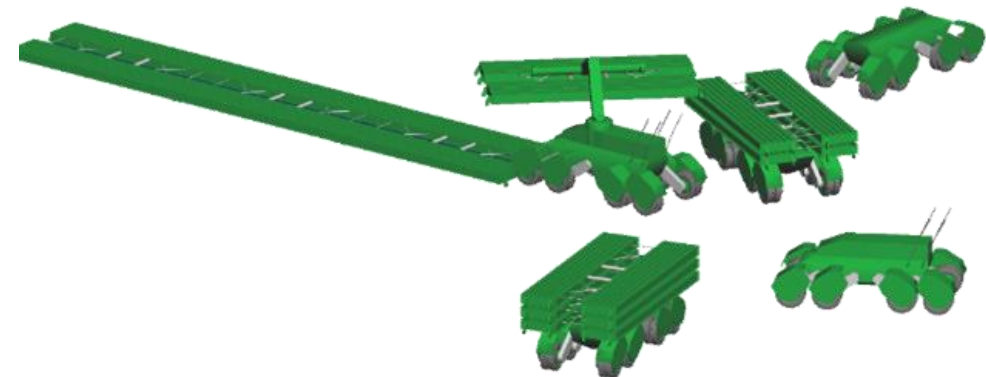
まとめ

Conclusion

- 本研究では、自衛隊用橋梁の軽量化を目的としてCFRPを橋梁に適用するため、供試体を用いた載荷試験やシミュレーションを行い、強度特性を取得するとともに設計の妥当性を確認した。これにより、
- 搭載車両の多様化や径間長の延伸などに繋がる主要構造部の軽量化について、**現有構造と比較して25%以上の軽量化を達成し、橋梁構造軽量化技術を確立した。**
- 車両に搭載するために自衛隊用橋梁に必要不可欠な接合部構造について、**現有構造と比較して同等以上の強度や耐久性を達成し、接合技術を確立した。**
- 本研究により得られた技術的成果は、**今後の自衛隊橋梁のフォローアップや新規橋梁開発に活用したい。**また、今後、実運用を踏まえた衝撃特性や環境特性について検討を進め、情報発信を進めていきたい。



災害現場に架設された民生の69mの応急橋※



将来の自衛隊用橋梁（イメージ）