

土木学会平成28年度全国大会
研究討論会 研-04 資料

防災・減災・復旧への構造的アプローチと 木材利用の可能性

座長	佐々木貴信	秋田県立大学
話題提供者	小野 秀一	(一社) 日本建設機械施工協会
	野堀 峰稔	(株) IHI インフラ建設
	遠藤 雅司	国土交通省東北地方整備局
	後藤 文彦	秋田大学
	平沢 秀之	函館工業高等専門学校

日時	平成28年9月7日(水) 13:00~15:00
場所	東北大学川内北キャンパス
教室	B棟 B103

木材工学委員会・構造工学委員会

第71回年次学術講演会 研究討論会

防災・減災・復旧への構造的アプローチと
木材利用の可能性

急速架設を可能とするモバイル ブリッジの開発

一般社団法人日本建設機施工協会 施工技術総合研究所
研究第二部 次長 小野秀一

はじめに (概要、目的)

- 自然災害による道路崩壊や橋梁の損傷等はライフラインを寸断する。
- 早急な応急復旧や仮橋設置などが必要である。
- 緊急時に迅速な架設が可能な緊急仮設橋「モバイルブリッジ」を紹介し、緊急仮設橋の性能等について述べる。



北関東豪雨



中越地震

発表の内容

- はじめに (背景)
- 既往の応急橋の現状と課題
- 緊急仮設橋「モバイルブリッジ」の開発
- 緊急仮設橋の必要性について
- おわりに

応急橋
(応急組立橋)

既設橋梁の代替として用いられる橋梁

緊急仮設橋

災害発生時等の早期復旧や人命救助用として用いられる橋梁

既往の応急橋の現状と課題 (国土交通省が所有する応急橋)

- 全国に30橋が配備されている。
- 既存道路網の応急復旧を目的とした仮橋であり、道路橋としての性能が求められる。
- 東北地方太平洋沖地震においても、道路網の回復に役立った。
- 重厚な構造物で有り、人命救助などのより緊急性の高い事案に対しては対応できない。(架設に時間がかかる)



4主桁, 8m/ブロック, 車道幅員6m, 標準支間40m
宮島ら: 「応急組立橋の架設と供用上の課題について」より引用

既往応急橋の例 (自衛隊保有 ; MGB)

- 自衛隊が所有する応急橋。(世界で500橋以上)
- 複数のパネルを連結して橋梁とする。
- ピン接合が多用されている。
- 荷重制限、速度制限しながら運用。



(写真: 筆者撮影)

既往応急橋の例 (Bailey橋)

- 第二次世界大戦中に軍用として開発された。(2,000橋余りが利用された)
- 標準化された部材を、支間長や車線数に応じて接続する。
- 特殊工具無しで組立てが可能である。
- 現地で組立可能な仮橋としては、先駆的である。



愛媛県喜多郡内子町に現存する



(写真: 筆者撮影)

既往の応急橋の現状と課題整理

- 既存道路橋の代替としての性能を有している。
 - 設計は道示に従う。
 - 重厚な構造で、架設に時間がかかる。
 - クレーンなどの大型機械や、広範囲な組立てヤードが必要。
 - 高いレベルで整備が進んでいる。
- 既存道路橋の応急復旧を目的として、道路橋示方書に基づいた設計基準により設計・製作されており、全国の地方整備局に配備されるなど、重要な場面においての使用実績も多く、一定の目標は達成できている。

緊急仮設橋「モバイルブリッジ」の紹介

被災による孤立者や傷病者等の救助および被災者の避難といった観点では、より迅速に架設が可能となる橋梁構造の開発が必要である。

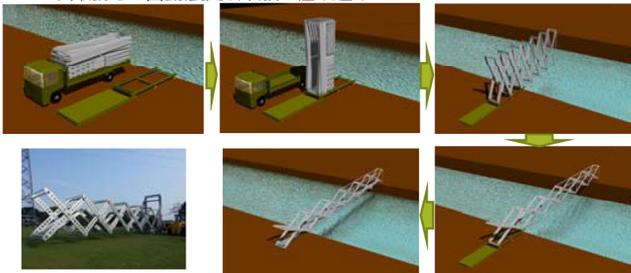
・・・緊急仮設橋「モバイルブリッジ」の開発。

コンセプト：災害発生時の緊急的な人命救助システムの構築

- ① 救助者や被災者らが通行できる。
- ② 食料や飲料水などの緊急物資の運搬ができる→小型車両の通行
- ③ 現地での容易かつ急速な架設→自動展開、簡易な現地作業
- ④ 現地への迅速な運搬→折り畳み構造、軽量材料の使用
- ⑤ 不要時の収納撤去が容易

緊急仮設橋「モバイルブリッジ」の概要

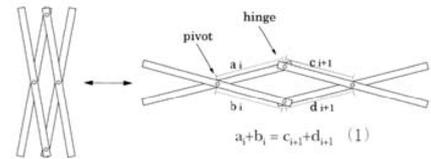
- 折り畳み構造（シザース構造）の採用
- アルミニウム合金の採用
- 片側からの自動展開、床版の組み込み



橋本体を折り畳んで運搬するため「モバイルブリッジ」と命名

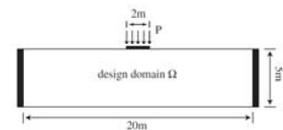
シザース構造の概要

- 2本の梁部材の中央で回転自由なヒンジで交差
- 2部材間では曲げモーメントを伝えない
- 端部のヒンジ接合部を設けて連結することで多径間シザース構造となる
- 展開や収納が迅速かつ容易な構造体とすることが可能



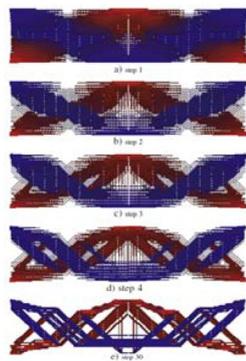
(出典：近藤ら、シザース型展開構造物の単層ラテスドームへの適用に関する研究)

緊急仮設橋「モバイルブリッジ」の概要



- マイクロトラス法を用いて最適構造を解析。
- 結果はX形状のシザース構造。

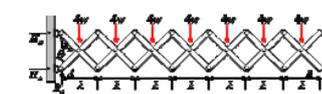
Ario, I. et al.: Development of a prototype deployable bridge based on origami skill. Automation in Construction, Vol.32, pp.104-111. 2013.7.



モバイルブリッジの構造的特徴

条件
 自重 $w=1\text{kN}$, 部材長 $L_0=5\text{m}$, $\tan\theta=3/4(\lambda/2h)$
 梁の曲げ剛性/トラス部材の軸剛性の比: 3

(1) 片持ち状態の断面力分布



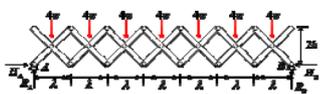
軸力 (kN)

112.80	84.60	56.40	28.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.00	47.31	23.65	11.83	5.91	2.95	1.47	0.74	0.37	0.19

曲げ (kN)

-36.84	-27.63	-18.42	-9.21	-4.60	-2.30	-1.15	-0.58	-0.29	-0.14
--------	--------	--------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

(2) 両端支持状態の断面力分布



軸力 (kN)

0.00	-12.80	-25.60	-38.40	-51.20	-64.00	-76.80	-89.60	-102.40	-115.20
-12.80	-25.60	-38.40	-51.20	-64.00	-76.80	-89.60	-102.40	-115.20	-128.00

曲げ (kN)

0.00	12.80	25.60	38.40	51.20	64.00	76.80	89.60	102.40	115.20
------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	--------	--------

$$R_A = R_D = 2wn, H_A = H_D = 2wn^2 \tan \theta, N_{\max} = -2wnv \left(\frac{n \sin^2 \theta + \cos^2 \theta}{\cos \theta} \right), M_{\max} = -n(n-1)w\lambda, S_{\max} = -2n(n-1)w \sin \theta$$

基本性能確認のための第1号機



項目	諸量	備考
設計荷重	70kg	大人一人
橋長	2.5 to 11.1m	
支間長	8.2m	
幅	595 mm	
重量	およそ100kg	
架設時間	約5分	展開のみ

部材実験による強度の確認



・ Main frame :23ton of maximum loading capacity



・ Slab :3ton of maximum loading capacity

プロトタイプ仕様(車両一台仕様)



車両3台の載荷試験

項目	諸量	備考
設計荷重	2ton	小型車一台
橋長	3 to 20.8m	
支間長	17.3m	
幅	2,978 mm	
重量	およそ 13ton	
架設時間	約1時間	展開のみ10分

プロトタイプによる実河川架設実験

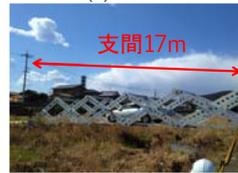
油圧駆動システムによりロボット化
(自動降車, 自動展開, 自動収納)



(1)運搬



(2)架設・伸長



(4)小型車走行実験



(3)架設完了

搬入後4h

緊急仮設橋の必要性について

- ・ 人命救助、ライフライン復旧といった観点で、より迅速に架設が可能となる橋梁構造の開発が必要である。
- ・ 様々な条件をクリアする必要がある。

緊急仮設橋の開発・整備に必要な事項

- ① 想定される緊急仮設橋の要求性能の整理
- ② 要求性能に応じた緊急仮設橋のカテゴリズ
- ③ 各カテゴリに応じた設計の条件・手法の整理
- ④ 性能評価手法の検討
- ⑤ 有効活用するための法整備

おわりに

・ 緊急事態発生時に使用する緊急仮設橋として、想定される様々な用途や目的に応じて、橋として支持すべき荷重の大きさの他に、架設スピード、支間長といった橋の規模、耐久性などを考慮した、緊急仮設橋の開発に必要な項目の整理および検討が必要であると考えられる。

・ 各地で生じる多種多様な災害に備え、被災地の状況に柔軟に対応すべく、ひいては尊い人命の救助が速やかに行われるようにするために、迅速かつ簡易に組立てあるいは架設可能な仮橋の開発が進められることを期待するとともに、緊急仮設橋「モバイルブリッジ」についても早期実用化を目指して今後も鋭意、研究開発を進めてきたい。

組立橋梁 TRIASの紹介

===トライアス===

株式会社 IHI インフラ建設
橋梁事業部 トライアス部
野堀 峰稔

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

I. トライアスの形式のイメージ

- ・トライアス(トラスタイプ)
- ・トライアスG3・II(鉸桁タイプ)

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

2

トライアスの形式のイメージ

トラスタイプ

長いスパンや大型重機の通行に適したトラスタイプ

R388災害復旧仮橋
所在地:宮崎県
橋長:54m+鉸桁22m
幅員:4m



鉸桁タイプ

短いスパンに適し、軽量かつ経済的な鉸桁タイプ

戸屋橋仮橋
所在地:福岡県
橋長:20m 12連
幅員:6m



Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

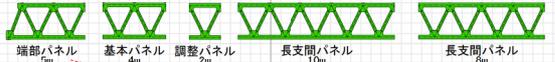
3

パフォーマンスその①スピード施工

☆橋梁メーカーが練り上げた施工性

1. 主構パーツは2mから10mまで豊富にあり、組合せにより連結部を最小限にできます。
→ 連結作業が最小=施工時間の短縮

トラス主要部材



トラスパネル地組立(立て起こし)



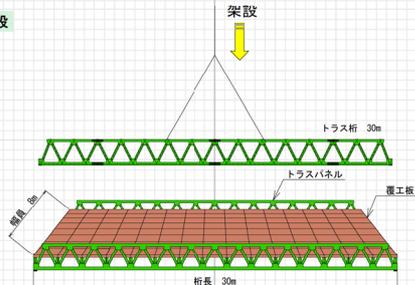
橋長30mで、トラスパネルの連結はたったの3箇所!

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

4

2. 仮橋の路面は市中品の覆工板で対応できます。
→ 覆工板をのせるだけ=施工時間の短縮

トラスタイプ架設



橋長30m・幅員8m程度のトラスタイプ仮橋なら、完成まで一週間!

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

5

パフォーマンスその②強靱な耐力

☆橋梁メーカーの技術を基に企画した部材スペック

1. トラス(三角形)の1辺は2mとしています。
→ 強靱な耐力を発揮=300tクローラークレーンの作業にも対応

トラスタイプ(上路式)

辰巴ダム仮橋

所在地:石川県
橋長:26m(4主構3連)
幅員:12m
形式:上路式トラス



由利橋支保工

所在地:秋田県
橋長:18m(仮主構)
形式:上路式トラス支保工



300tクローラークレーンの作業構台として活躍するTRIAS

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

6

2. トラス頂部で横桁を支持し主構パネルを複数増やすことができます。
→コンクリート橋支保工にも対応

支保工

姫田B支保工
所在地: 徳島県
橋長: 8主構
形式: 上路式トラス支保工

筑紫野高架橋支保工
所在地: 福岡県
橋長: 30m (13主構)
形式: 上路式トラス支保工

九鬼橋梁支保工
所在地: 山梨県
橋長: 66m (34m2連)
幅員: 50m
形式: 上路式トラス支保工

断面図

コンクリート橋支保工として活躍するTRIAS

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

7

3. 長支間の架設ができます。
→ 基礎工の減=河川内の阻害率も激減

トラスタイプ(下路式) 長支間(54m)対応

神戸ポートアイランド仮橋
所在地: 兵庫県
橋長: 54m (W主構)
幅員: 4m
形式: 下路式トラス

65tローラークレーン

中間ベント

長支間化により基礎工が減

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

8

長支間対応の一例(日活荷重対応例)

トラスタイプ

日活荷重	幅員(L)	3.0	4.0	5.0	5.0
4m	耐震5.0%				
5m	耐震5.0%				
6m	耐震5.0%				
7m	耐震5.0%				
8m	耐震5.0%				

橋長 54m!

鋼桁タイプ

日活荷重	幅員(L)	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8
4m	耐震5.0%								
6m	耐震5.0%								
8m	耐震5.0%								
1.0m	耐震5.0%								

主構 シングル 主構 ダブル

主構 トライプスEタイプ 主構 トライプスG-IIIタイプ

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

9

パフォーマンスその③豊富な形状

★橋梁メーカーが考えつくした部材パリエーション

1. パネルの組合せとともに、トラスタイプの片側主構をシングル、ダブル、トリプルパネルに変化させることが可能

2. 下路式トラスタイプでは1mずつ幅員を4m~8m増やすことが可能
鋼桁タイプでは2mずつ幅員をいくらかでも増やすことが可能

トラスタイプ

鋼桁タイプ

幅員 4000

幅員 6000

幅員 8000

幅員 8000

幅員 6000

幅員 4000

幅員 2000

トラスタイプ断面図

鋼桁タイプ断面図

幅員 8000

幅員 6000

幅員 4000

幅員 2000

トラスタイプ

鋼桁タイプ

幅員 8000

幅員 6000

幅員 4000

幅員 2000

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

10

3. 一部に製作部材(端横桁、端部覆工板)を使用することで斜橋にも対応可能

初瀬仮橋
所在地: 山梨県
橋長: 28.7m (桁長26m)
幅員: 7m
形式: 下路式トラス

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

11

パフォーマンスその④安価なリース材

★橋梁メーカーのスペックを安価なリース材で

仮橋といえども本橋並みの活躍ができ、長支間化が可能であることに対し、製作物がほとんどないため、非常に安価にリースができます。

鋼桁タイプ

トラスタイプ

リース費用(整備を含む)

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

12

パフォーマンスその⑤多様な施工方法



★橋梁メーカーの実績とプライドをかけた施工計画

1. 現地調査を実施します。

→ 自分たちの目で、足で、体で現地を確認し、仮橋の架設計画を行います。

①現地調査



鬼神野仮橋
所在地:宮崎県
桁長:32m(S主橋)
幅員:4m
形式:下路式トラス(スロープ付)

②架設計画から施工実施



架設計画の作成

架設計画を基にした架設の実施

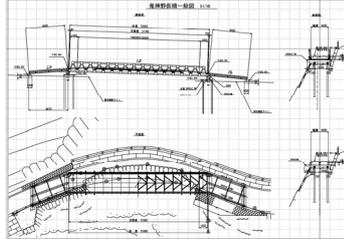
Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

13

③施工完了



ルート確保完了!



Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

14

2. 工事費用の低減を提案します。

→ 弊社のみ施工実績のある中間杭を設けた尺取架設で、より小さな重機の使用で施工ができ工事費用を低減できます。

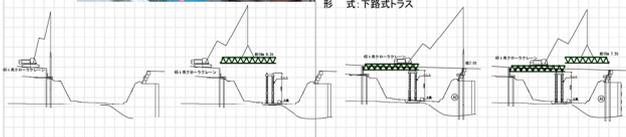
尺取架設



中間脚(中間ベント、中間杭)を設けた尺取架設で、より小さな重機で施工ができ工事費用を低減できます。

南部川仮橋1号橋
所在地:和歌山県
橋長:34m(S主橋)
幅員:8m
形式:下路式トラス

弊社のみの施工実績



Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

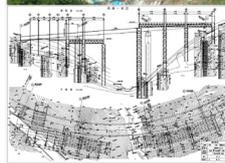
15

3. 実施例を紹介します。(写真にて各種のトリアス使用実施工事を紹介します)

トラスタイプ(上路式)



本橋施工用の架設構台
谷間のハイビアでの使用



第3船間棧橋

所在地:鹿児島県
桁長:18m/14m/18m
幅員:8m
形式:上路式トラス(S主橋)

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

16

トラスタイプ(下路式)崖崩れ災害対応



本宮仮橋

所在地:和歌山県
橋長:26m(S主橋)
幅員:4m
形式:下路式トラス



予期せぬ災害にもTRIASは迅速な対応

淡路島
所在地:兵庫県
橋長:22m(S主橋)
幅員:8m
形式:下路式トラス

洲本仮橋A橋
所在地:兵庫県
橋長:39m(W主橋)
幅員:4m
形式:下路式トラス

一早い【ライフライン】の確保

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

17

トラスタイプ(下路式)【永久橋仕様】



マリーナシティ歩道橋
所在地:和歌山県
橋長:32m
幅員:2m
形式:下路式トラス



桂川仮橋
所在地:山梨県
橋長:52m
幅員:5m
形式:下路式トラス(PC床版)
設計荷重:A活荷重



藤野橋仮橋
所在地:熊本県
橋長:90m(4m2連)
幅員:6m
形式:下路式トラス
設計荷重:B活荷重

Copyright © 2013 IHI Corporation All Rights Reserved.

18

「東日本大震災」直轄国道の被災概要①

- 直轄国道では、国道4号、6号、45号等において、法面崩落や瓦礫等により52区間が通行止め
- 迂回路を含め発災30日後(H23.4.10)までに応急復旧を完了
- また、国道45号においては津波により5橋の上部工が流出
- 発災121日後(H23.7.10)までに仮橋等による復旧を完了

▼ H23.3東北地方太平洋沖地震による東北地方直轄国道における道路被災(通行止めとなった区間) 出典) 東北地方整備局

県名	路線別被災区間内訳(区間) (1)内は上開工事発生箇所					合計(区間)
	国道4号	国道6号	国道45号	三陸道	国道108号	
岩手県			11(2)			12
宮城県		2	11(3)	1	1	15
福島県	1	24				25
合計	1	26	22(5)	1	1	52

▼ H23.3東北地方太平洋沖地震による流出橋梁一覧

路線名	橋梁名	所在地	復旧状況
国道45号	水尻橋	宮城県南三陸町	7/6 仮橋供用済み
	歌津大橋	〃	4/11 区域変更による通行確保
	小泉大橋	宮城県気仙沼市	6/26 仮橋供用済み
	気仙大橋	岩手県陸前高田市	7/10 仮橋供用済み
	沼田跨線橋	〃	3/25 JR調整により平面交差

東日本大震災による道路被害と復旧・復興について



平成28年9月7日
東北地方整備局
遠藤 雅司

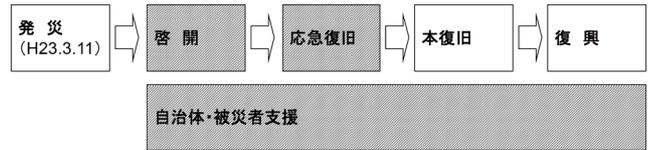
「東日本大震災」直轄国道の被災概要 ②

- 岩手、宮城、福島の3県で7路線352箇所において被害が発生。
- H28.7月現在で約99%の本復旧工事が完了。

▼ 東北管内の直轄国道における被害の状況

県名	路線	被災箇所数
岩手県	4号	6
	45号	103
	283号	10
宮城県	4号	26
	6号	13
	45号	83
	47号	1
福島県	48号	3
	108号	8
	4号	28
	6号	39
合計	13号	5
	49号	27
合計		352

1. 地震発生からの対応の流れ



- 道路啓開: 1車線で、緊急車両のみでもとにかく通れるように(迂回路も含め)、ガレキを処理し、簡易な段差修正などにより救援ルートを開けること。
- 応急復旧: 一定の工事をを行い、一般車両も含め通行できるようにすること。

2. 道路啓開、応急復旧への対応

2.1 道路の啓開が早く進められた背景

① 道路啓開の展開方法を明確にしたこと

- くしの歯作戦
- 道路啓開を第1ステップ
- 応急復旧を第2ステップとした

② 災害協定に基づき、迅速に地元業者の協力が得られたこと

- 建設業界との事前の災害協定の締結に基づき、震災直後から地元および内陸部の建設業者の協力が得られた

③ 橋梁の耐震補強対策が進んでいたことにより、被災の程度が

小さかったこと

- 昭和53年の宮城県沖地震以前の橋梁補修を重点的に補強(昭和55年以降の道路橋示方書の適用)
- 東北管内490橋を平成19年度までに完了

「くしの歯」作戦による三陸沿岸地域の道路啓開・復旧

■ 3月11日、津波で大きな被害が想定される沿岸部へ進出のため、「くしの歯型」救援ルートを設定

＜第1ステップ＞ 東北道、国道4号の縦軸ラインを確保
 ＜第2ステップ＞ 太平洋沿岸地区へのアクセスは東北道、国道4号からの横軸ラインを確保
 →3月12日:11ルートの東西ルート確保 →3月14日:14ルート確保
 →3月15日:15ルート確保(16日から一般車両通行可)
 ＜第3ステップ＞ →3月18日:太平洋沿岸ルートの国道45号、6号の97%について啓開を終了

道路啓開



・津波により災害を受けた岩手県陸前高田市市内の道路啓開状況 6

2. 道路啓開、応急復旧への対応

2.2 道路の応急復旧が早く進められた背景

① 災害時等の緊急随意契約により迅速に契約できたこと

- ・災害時の特例である会計法の「緊急随意契約」により、速やかに工事契約が行えたこと
- ・東北管内で施工中の工事すべてに工事の中止命令の通知を行い、災害復旧に全力(人材、資材、機材等)を取れる体制にしたこと

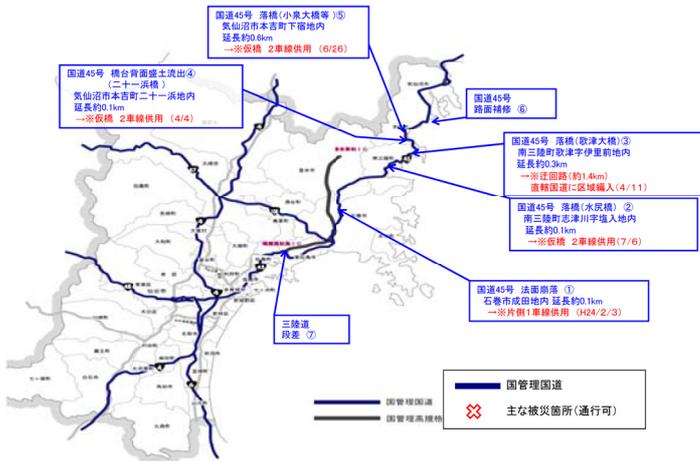
② 現地にTEC-FORCEを早期に派遣できたこと

- ・全国の整備局職員255名が早期に出勤できたこと
- ・情報収集手段としてマイクロ波専用回線(国交省自営回線)等を活用

③ 時間を要する橋梁の復旧に応急組立橋の活用が図れたこと

- ・自衛隊所有の資機材や他の整備局所有の資機材を活用
- ・道路盛土材に他工事の土を活用
- ・JR交差箇所において暫定で仮盛土での了解が得られたこと

宮城県内の主な道路被災箇所



国道45号 応急復旧工事状況(②水尻橋)

平成23年7月6日8:00~ 通行可能



▲写真45-2 南三陸町志津川字塩入地内(水尻橋仮橋設置2車線供用)

国道45号 応急復旧工事状況(④二十一浜橋)

平成23年4月4日15:00~ 通行可能



▲写真45-4 気仙沼市本吉町二十一浜地内(二十一浜橋仮橋設置)

国道45号 応急復旧工事状況(⑤小泉大橋)



▲写真45-5 気仙沼市本吉町下宿~中嶋地内(小泉大橋仮橋設置)

角材を用いた組み立て容易な木橋

秋田大学 後藤文彦

秋田式木橋

秋田県立大学,秋田大学,日本機械工業(株)の共同研究で開発(2009)

「オンサイト木橋」「プレストレス木箱桁橋」「角材橋」

ヒケノ沢2号橋(2010, 秋田県三種町)



秋田式木橋試験体(鋼トラスタイプ)



ヒケノ沢2号橋(2010)



クレーンによる一括架設



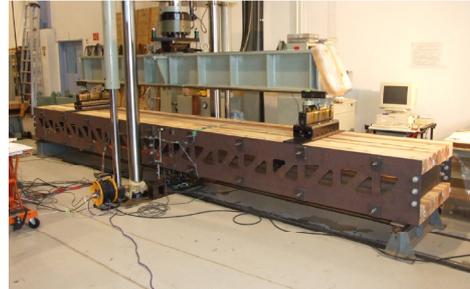
載荷試験

ヒケノ沢3号橋(2011)

部材数を減らし組立を簡略化するため,三角孔を設けた鋼板



秋田式木橋試験体(鋼板タイプ)



載荷試験



ヒケノ沢3号橋のオンサイト施工



ヒケノ沢3号橋(平成23年架設)

ヒケノ沢4号橋(2013)

林野庁の森林整備加速化・林業再生事業「地域材利用開発」を活用
新技術土木分野木材利用実証事業(秋田県)
直接工事費で142千円/m²,従来の木橋よりも安価



ヒケノ沢4号橋



PC鋼棒の緊張作業

安堵橋(岩手県大槌町, 2012)

復興支援の一環として仮設住宅住民の要望に応じて,
ヒケノ3号橋とほぼ同諸元の木橋を歩道橋として設置



森吉山立川の仮設橋(合板タイプ, 2012~2014)

災害時の応急橋, 緊急架設橋としても有効
鋼板の代わりに人力だけで運搬できる合板を利用したタイプ



合板タイプ試験体



森吉山立川の仮設橋

弟子還沢の木橋(2013)

秋田市仁別の太平山旭又登山道に,スパン9.49mの鋼板タイプの歩道橋を架設
2015-2016冬季間に定点カメラにより積雪状況を観測



太平山弟子還沢の木橋(2013)



太平山弟子還沢の木橋(積雪時, 2016/2)

森吉山立川の木橋(鋼板タイプ, 2014)

定点カメラを設置,2014-2015の一冬の積雪状況を観測



定点カメラの画像(左:積雪前,右:豪雪時)



森吉山立川の木橋(山形鋼による補剛, 2015/7)

まとめ

- 角材と鋼材を組み合わせた箱桁構造により軽量で高剛性
- 小径木間伐材や建築用材としても流通している一般製材が利用できる
- 箱桁内部の通気性が確保できる構造,木部材の劣化を抑える
- 長さの異なる角材(最大3m程度)を千鳥状に並べてPC鋼棒によって一体化
- 現地での組立が容易であり,部材交換のための解体・再組み立て,解体・撤去も容易
- 災害時の応急橋や仮設橋としての用途など
- 時限的な供用を目的とした橋梁などへの活用が期待される

参考文献

- 1)佐々木貴信,後藤文彦,安部隆一,熊谷誠喜:秋田スギの角材を利用した組立・解体が容易な木橋の開発,秋田県立大学ウェブジャーナルA/2013, Vol.1, 10-18.
- 2)後藤文彦,尾山龍之介,斉藤輝,佐々木貴信:プレストレス木箱桁橋の数値モデル化と剛性評価,構造工学論文集,Vol. 61A, (CD-ROM), pp.570-577, (2015/3).

応急橋に適した木製トラス橋の開発

函館工業高等専門学校 平沢秀之

研究の背景・目的

研究の背景

- ・自然災害多発。道路寸断による集落の孤立。
- ・応急橋による迅速な交通路確保の必要性。
- ・登山道として供用のため移設。



研究の目的

- ・短時間で架設できる木製ワーレントラス橋の開発。
- ・架設、解体、移設における施工性を明らかにする。

1

2

土木分野への木材利用

強度

鋼、コンクリートより低強度
⇒ 大断面、集成材、鋼板補強、炭素繊維補強、...

耐久性

鋼、コンクリートにはない材料の腐朽
⇒ 短期的、一時的な使用を想定した応急橋なら、耐久性は重要でない。

3

一連の架設の流れ

〈第1回目の架設〉試験施工
(平成21年12月 函館高専体育館内)
・施工性の確認
・施工、解体手順の確認



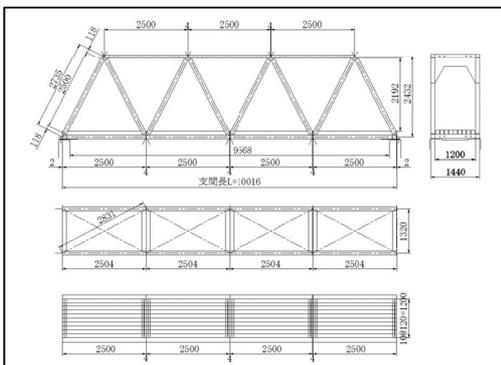
〈第2回目の架設〉校内敷地への架設
(平成22年1月 函館高専校内敷地)
・施工性の確認
・性能確認試験



〈第3回目の架設〉登山道への架設
(平成27年5～6月 北海道八雲町)
・健全性調査
・施工性の確認

4

木製ワーレントラス応急橋



5

本橋梁の特徴と諸元

- ・部材寸法の統一化 → リユースの利便性
- ・接合部の簡素化 → 組立て・解体の容易性
- ・持ち運べる軽さ → 労力軽減・工期短縮
- ・排水性向上 → 腐朽対策

構造諸元

形式	単純ワーレントラス橋
支間長	10.0[m]
幅員	1.2[m]
設計荷重	群集荷重 3.5[kN/m ²]
使用木材	スプルース、120×120[mm]

6

構造の簡素化

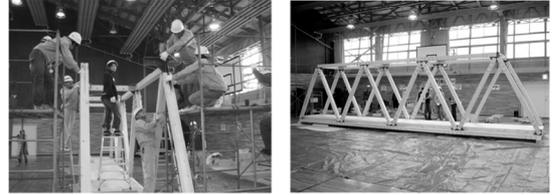


床版のずれ止め

格点部

7

試験施工



- 1 架設時間=4時間半。(10人)
- 2 接合鋼板の挿入とボルトの貫通に多少困難な箇所
- 3 接合鋼板=約19kgf → 高所作業の際には多少の困難
- 4 橋軸直角方向への変形 → 橋門構の設置

8

校内敷地での架設



- 1 架設時間=4時間半。(15人)
- 2 クレーンを使用。高所作業がほとんどない。

9

校内敷地に架設完了



- 1 足場があれば人力架設可能。クレーン架設は容易
- 2 橋軸直角方向への変形 → 橋門構の設置

10

床版



11

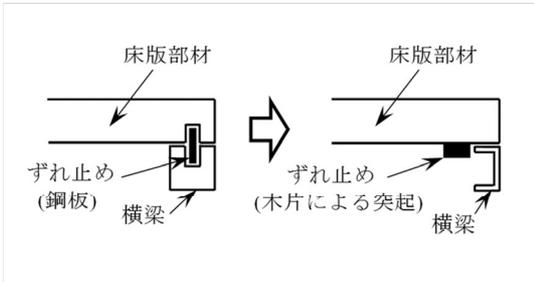
床版の劣化



D	28	B	C	19	A	B	10	B	A	1	D
B	29	B	D	20	C	B	11	A	A	2	C
D	30	B	D	21	B	B	12	B	A	3	B
D	31	C	C	22	A	B	13	A	A	4	C
D	32	B	D	23	B	B	14	A	A	5	B
D	33	B	C	24	B	C	15	A	A	6	B
D	34	B	A	25	C	C	16	A	A	7	C
B	35	A	C	26	D	C	17	A	A	8	D
D	36	B	B	27	D	C	18	A	A	9	B

12

ずれ止め構造の改良



13

トラック輸送



トラックへの積み込み



移設先の登山道

14

登山道への架設



- 1 架設時間=4時間。(7人)
- 2 クレーン一括架設。総重量=1.6[tf]。
- 3 架設ヤードとして、約12m×6m程度の平地が必要。

15

完成



- 1 一括架設は足場なし場所での架設に適。
- 2 施工時間短縮、安全面からも有効。

16

まとめ

- (1) 部材長は2種類のみ。接合鋼板も種類が少ない。
→ 組み立ての際に分かりやすい。
- (2) 一つのパーツは軽量。人力で容易に運べる。
- (3) 架設は短時間。半日以内に完成。
- (4) 足場有→人力架設。足場無→クレーン架設。
- (5) 総重量は約15kNと軽量。
- (6) 床版は、はめ込み式。点検・交換も容易。

17

冬季の状況 (平成28年2月7日)



18

