

海上コンテナをリユースする仮橋構造に関する検討

熊本大学工学部土木建築学科 学生員 ○富田 圭亮
熊本大学大学院 自然科学教育部 正会員 松村 政秀

熊本大学大学院 自然科学教育部 学生員 鶴田 峻真
熊本大学大学院 先端科学研究部 正会員 森山 仁志

1. 研究背景および目的

令和2年7月豪雨より球磨川流域では、合計14橋が流失したり、流失した橋の再構築には数年の時間を要することから応急組立橋の架設が急がれるが、図-1に示すように、応急組立橋の供用には発災から1~3か月の期間を要し、保有数も十分でないのが現状である²⁾。また、発災後の避難や救護活動に活用するためには、図-1の赤枠で示すように、応急組立橋と、同等の荷重に耐えられ、より短期間で供用可能な仮橋が望まれる。ここで、物量や移動性に富み、入手しやすく、構造改良も比較的容易と考えられる形状やサイズが規格化された構造として、仮設の住宅や店舗に活用されている海上貨物用コンテナが挙げられる。そこで、本研究では、海上コンテナをリユースする仮橋の提案に向け、その構造について検討する。

2. コンテナを用いる仮橋

(1) 構造コンセプト

応急組立橋の支間長は16~40mとされるため、図-2に示すように2つの40ftコンテナを長手方向に接合し、コンテナ上面にH型鋼を配置して、その上面に覆工板をボルト接合する、単純支持された支間長25mのコンテナ橋を考える。40ftコンテナは、幅 b が2,440mm、高さ h が2,900mm、長さ L が12,190mmであり、コンテナの枠を構成する部材の断面形状を表-1にまとめている。以下では、構造の実現に向けた問題のうち、覆工板を支持するH型鋼、およびコンテナ枠内への補強部材の配置を検討する。

(2) H型鋼の配置

覆工板とのボルト接合には、フランジ幅150mm以上

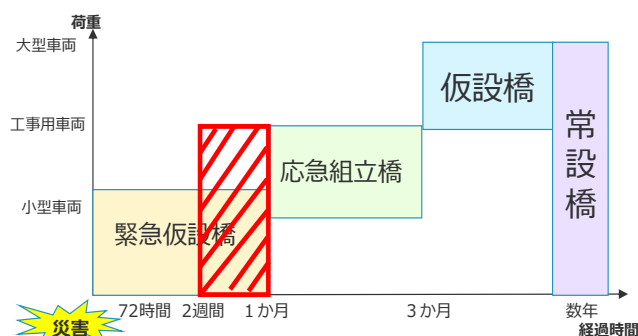


図-1 被災後の経過時間と仮設橋の種類²⁾を改変

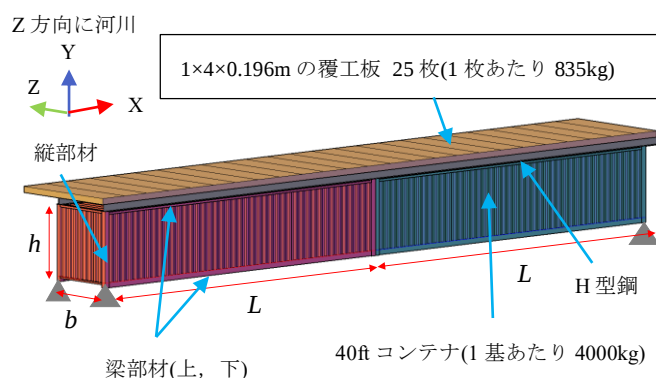


図-2 支間長約25mのコンテナ橋モデル

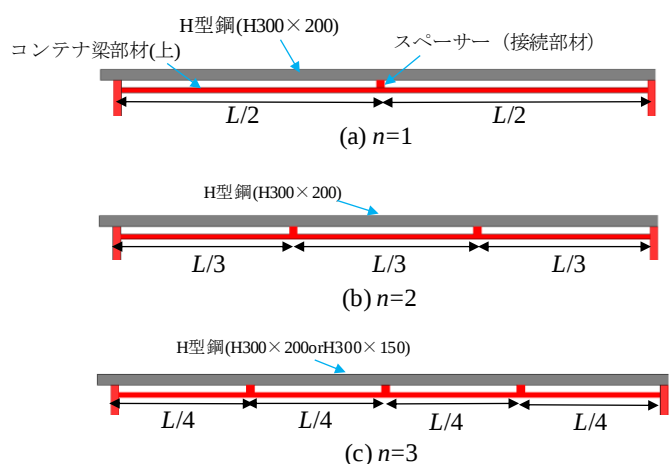


図-3 コンテナ梁部材(上)とH型鋼との接続

表-1 40ft コンテナと補強部材の断面

部材名	幅 b (mm)	高さ h (mm)	板厚 t_1 (mm)
縦部材	158	174	6.0
梁部材(上)	158	141	3.0
梁部材(下)	158	162	3.0
補強部材	100	100	4.0

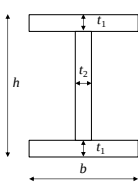


表-2 覆工板の支持に用いるH型鋼の断面

部材名	幅 b (mm)	高さ h (mm)	板厚 t_1 (mm)	板厚 t_2 (mm)
H 300×150	150	300	9.0	6.5
H 300×200	200	300	12.0	8.0

の H 型鋼(表-2)が適用でき、図-3 に示すように、コンテナ梁部材(上)と H 形鋼はスパーサーを用いて接合する。このとき、H 型鋼が活荷重によるたわみ制限値を満たすためには、スパーサーの配置数 n が $n=2$ のとき H300×200 が、 $n=3$ のとき H300×150 が適用できる。

(3)コンテナ橋への補強部材の配置

$n=2$ として、H300×200 を用い、たわみ制限を満たすようなコンテナへの補強部材の配置を考える。まず、スパーサーの直下には、仮橋の設計荷重として A 活荷重 (TL-20) に対して座屈しないサイズの角鋼管(100×100×4mm)を縦補強部材として追加する。次に、コンテナ、覆工板および H 型鋼の死荷重、A 活荷重 の作用に対してたわみ制限値を満たすような補強部材の配置を、数値解析により検討する。たわみ制限値は道路橋示方書³⁾より $40.6\text{mm}(=L/600)$ である。解析モデルは、表-3 に示す 3 つのモデルを選定した。コンテナの外壁や覆工板は構造部材と考慮せず、枠組みと覆工板を支える H 型鋼をはり要素でモデル化する。コンテナの鋼種は SPA-H であり、ヤング係数 E は $2.05 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$ 、降伏応力 σ_y は 345 N/mm^2 とする。解析には汎用有限要素解析ソフト Abaqus 2017 を用いる。

解析結果として、表-4 には、表-3 に示した補強方法と支間中央のたわみ変形図(変形倍率 25 倍)を示す。No.1,2 モデルの支間中央のたわみは、たわみ制限値を満たし、スパーサーを 2 個配置する場合に有効な補強部材の配置と考えられる。

3. まとめ

本研究では、海上コンテナをリユースする仮橋構造について検討した。2 基の 40ft コンテナを接続し、コンテナ上面に H 型鋼を配し覆工板を敷設する、支間長 25m の仮橋構造を考案した。また、コンテナの上梁と H 型鋼とを接続するコンテナ上面への補強部材の配置を検討した。その結果、H300×200 に 2 個のスパーサーを配置し、プラットトラスもしくはワーレントラスとした (No.1, No.2) モデルで、たわみ制限値を満たすことがわかった。今後は、この 2 つのモデルを対象に、コンテナ同士の接合方法の検討を引き続き進める計画である。

【参考文献】

- 1) 大本照憲：令和 2 年 7 月九州豪雨災害の総合調査，研究報告書，pp230，2021.3
- 2) 土木学会 構造工学委員会：災害時の緊急架設を目的とした緊急仮設橋に関する調査小委員会 活動報告，pp.16-29，2020.3
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋・鋼部材編，pp.40-41，2017

表-3 解析モデル

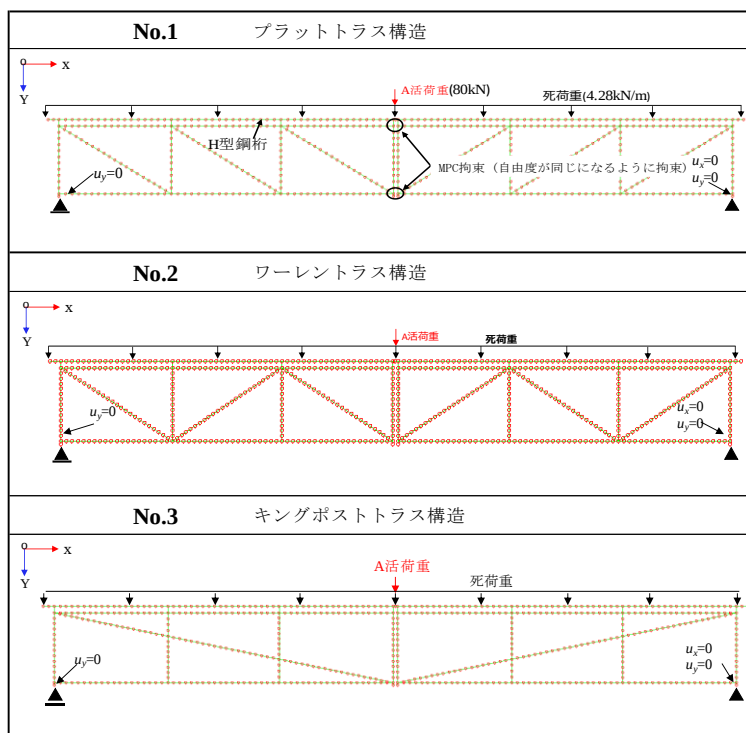


表-4 設計荷重によるたわみ変形(変形倍率 25 倍)

