

2021/09/09

令和3年度土木学会全国大会第75回年次学術講演会

空との交通結節機能を有する アーチ橋の検討

○日本大学 学生会員 中野雄太
日本大学 非会員 湯山太賀

日本大学 正会員 長谷部寛
日本大学 正会員 長澤大次郎

- 研究背景
- 対象橋梁と解析モデル
- 解析結果と利活用の提案
- まとめと今後の課題

新たなモビリティ 新しい空の交通手段への期待

- ・ドローンによる輸送や空飛ぶクルマの開発が進展
→数年以内に実用化計画も浮上
- ・航空関連メーカーやベンチャー企業等が開発から
ビジネスユースの実用化を検討



ビジネスユース例

出典：経済産業省HP

公共インフラとしての 空との交通結節機能の必要性

- ・ビジネスユースに加えて、**パブリックユース**の
潜在的需要が見込まれる
- ・山間部や離島・海岸部等の**交通インフラが弱い
地域**での活用が期待される
(災害・緊急時+日常の利活用)

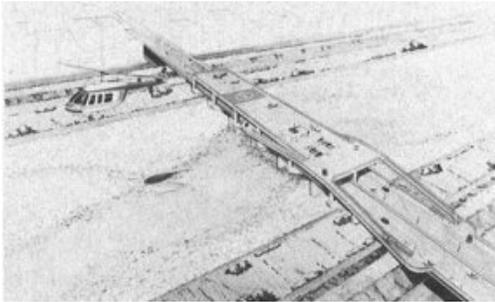


移動手段や災害・救急

出典：経済産業省HP

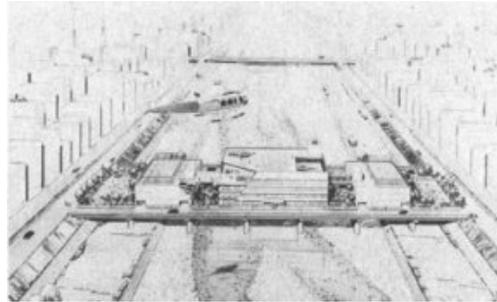
山間部の橋梁に空との交通結節点を付加する検討を実施

既往研究



ダブルデッキ案

野村ら(1991)；橋上ヘリポートに関する一検討，土木学会第46回年次学術講演会，I-PS5



オフィスビル案

ヘリコプターを利用し，都市部の交通渋滞解消

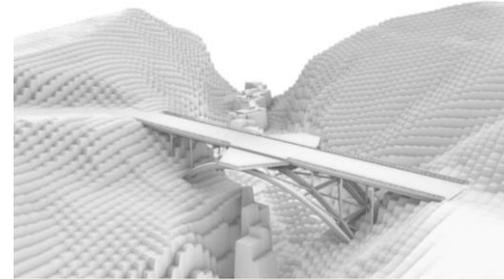
建物が多い

設置場所：都市部の河川上

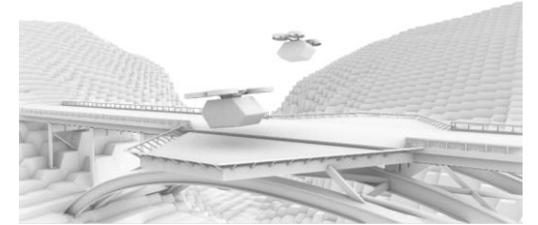
設置方法：新設で橋上ヘリポート設置

⇨ 高コスト

本研究



張出デッキ



利用状況

空飛ぶクルマ等による山間部の交通インフラ強化

傾斜地・木々が多く河川敷が少ない

設置場所：山間部の河川上・谷間

設置方法：既存橋梁に離着陸スペースを付加

⇨ 低コスト

共通点

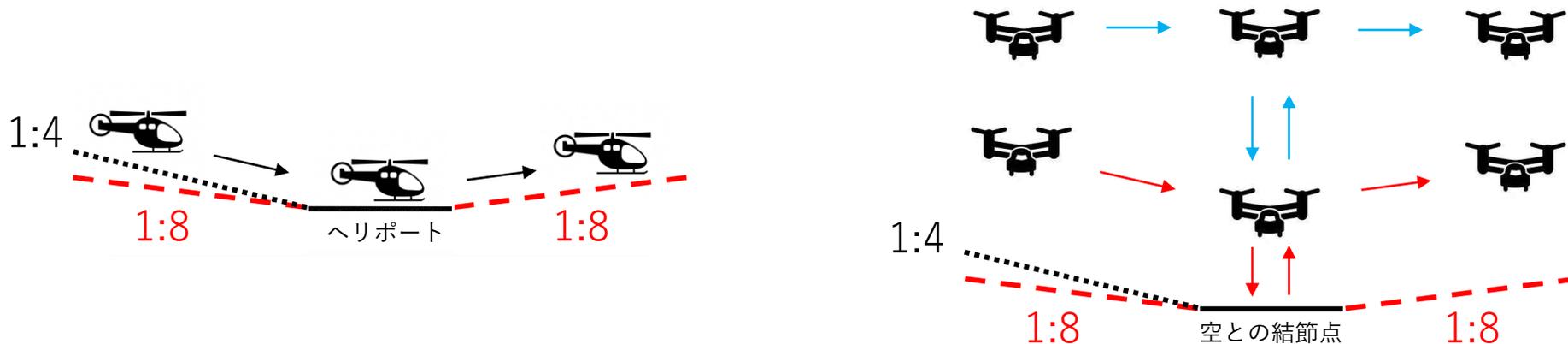
河川上の飛行・離着陸
橋梁から離着陸

→
→

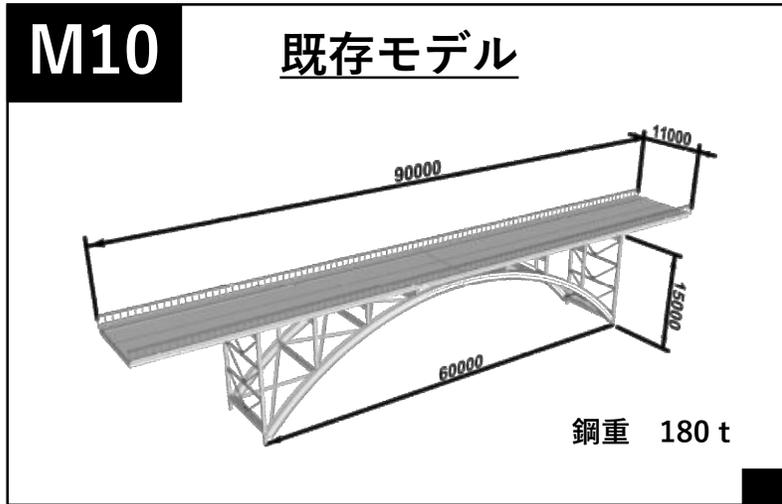
安全性が高く・環境負荷が小さい
空との交通結節に有利，用地取得不要

必要空間				
	ヘリコプター		空飛ぶクルマ	ドローン
	中型	小型		
飛行高度	密集地 その他	300m以上 150m以上	150m~300m	150m以下
離着陸スペース	20×20m	15×15m	10×10m (仮定)	数m四方 (仮定)
離着陸勾配	進入離脱勾配1/8 2方向		ヘリと同様or垂直	垂直

出典：東京消防庁総務部施設課



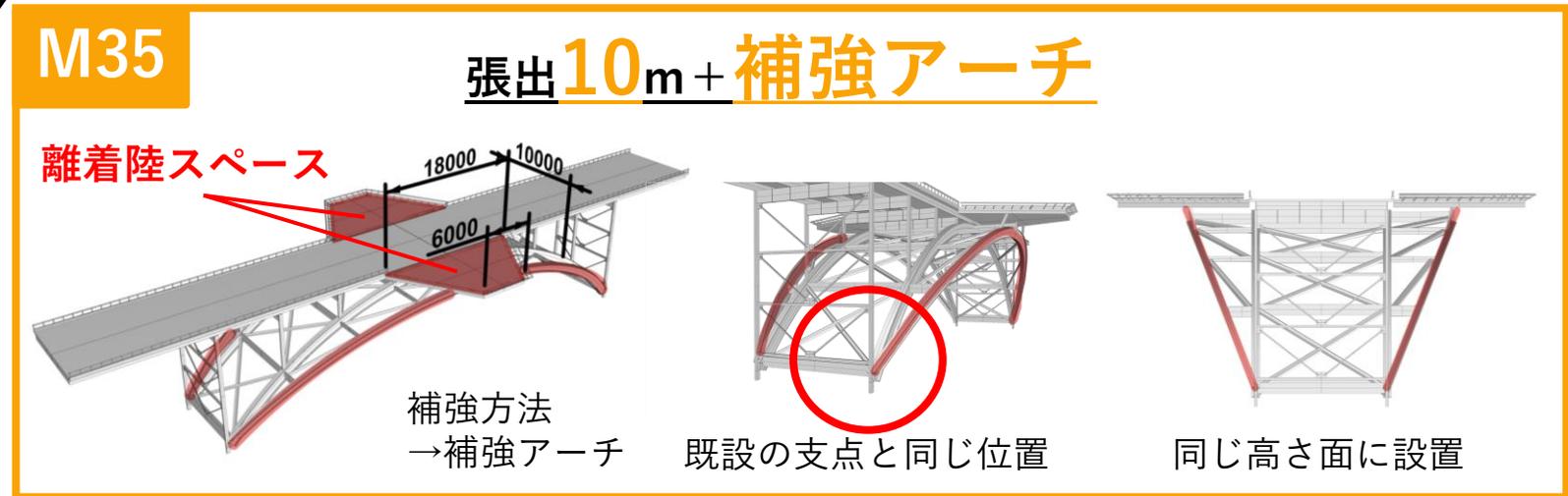
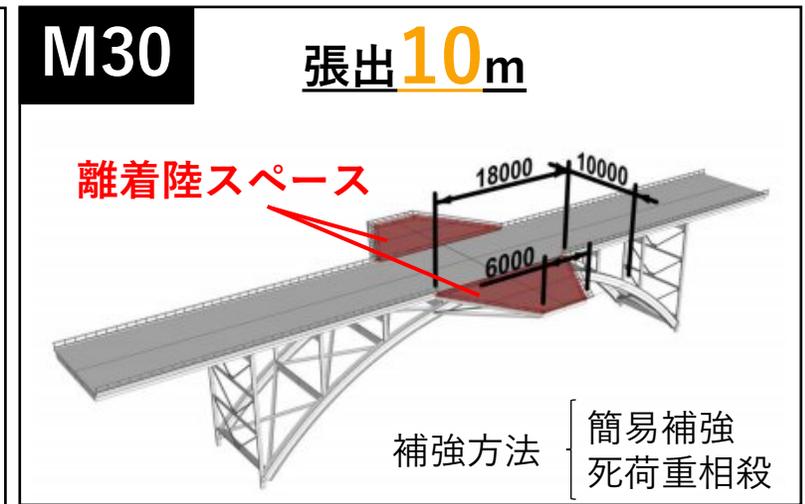
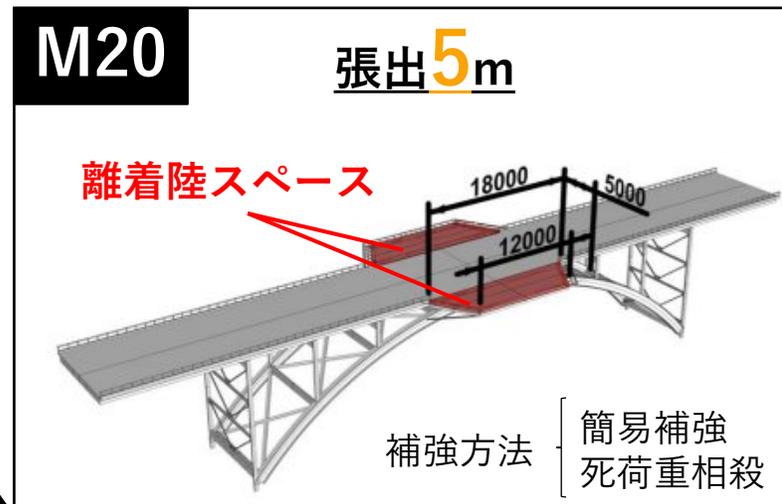
進入離脱のための必要空間



参考橋梁：東沢大橋

やまなし観光推進機構

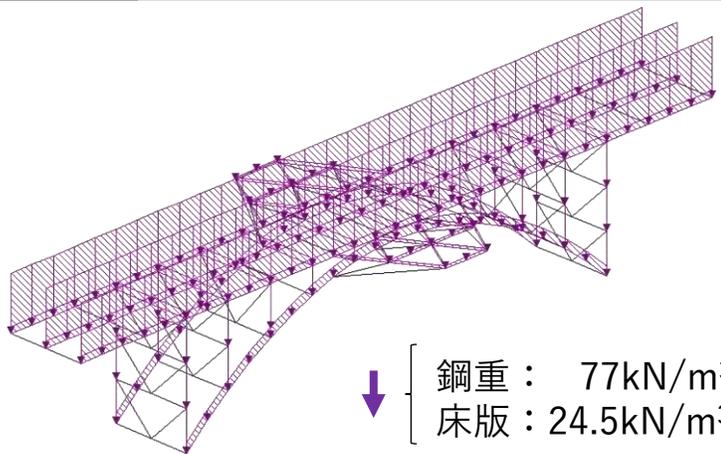
https://www.yamanashikankou.jp/kankou/spot/p1_4553.html



(離着陸スペースを付加 ⇨ 補強や死荷重相殺で対応)

L10

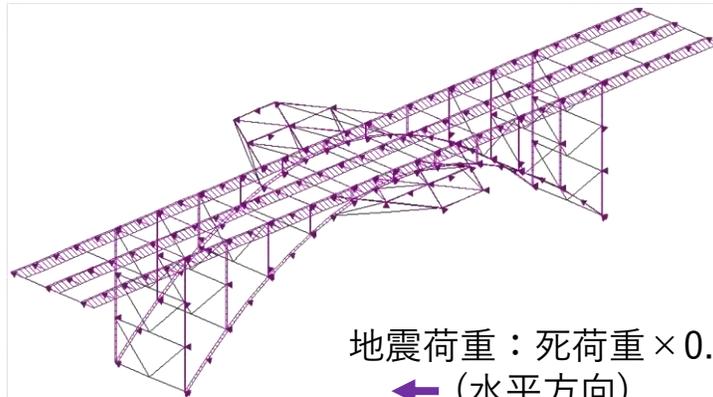
死荷重



↓ 鋼重： 77kN/m³
床版： 24.5kN/m³

L30

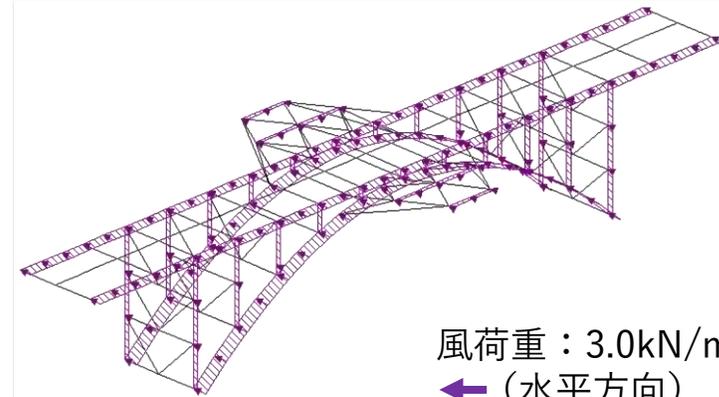
地震荷重



地震荷重：死荷重×0.3
← (水平方向)

L40

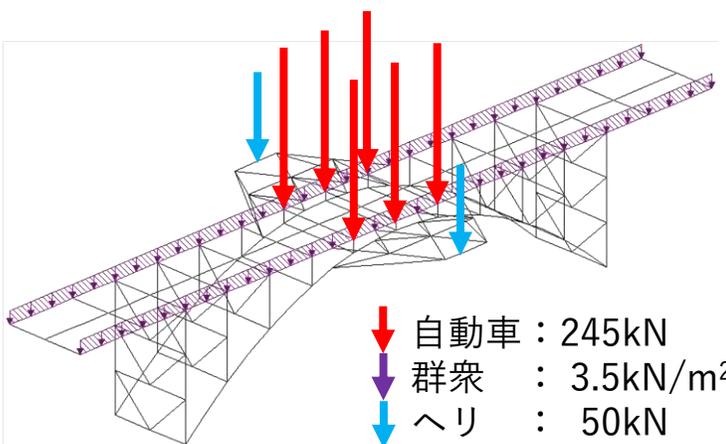
風荷重



風荷重：3.0kN/m²
← (水平方向)

L20

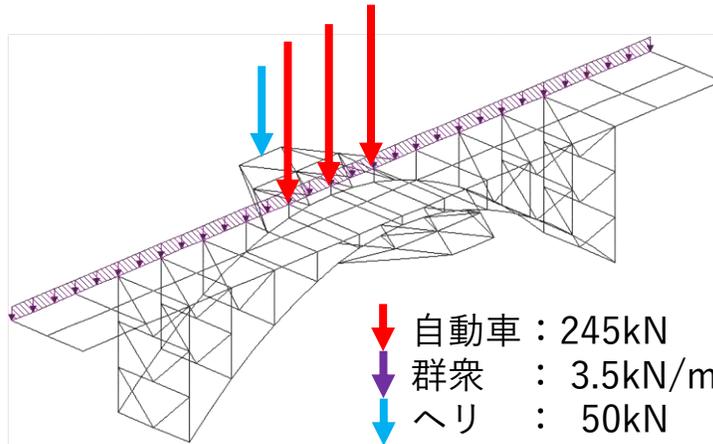
活荷重



↓ 自動車： 245kN
↓ 群衆： 3.5kN/m²
↓ ヘリ： 50kN

L21

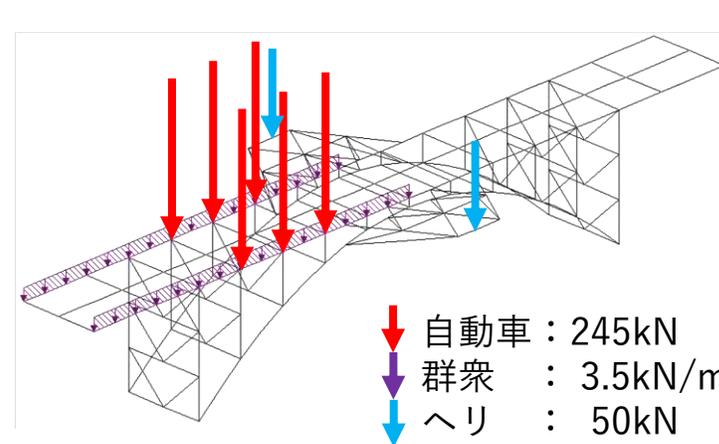
活荷重偏載 (橋直方向)



↓ 自動車： 245kN
↓ 群衆： 3.5kN/m²
↓ ヘリ： 50kN

L22

活荷重偏載 (橋軸方向)



↓ 自動車： 245kN
↓ 群衆： 3.5kN/m²
↓ ヘリ： 50kN

荷重ケースNo.	L10	L20	L21	L22	L30	L40
荷重の種類	死荷重	活荷重	活荷重の偏載 (橋直方向, 橋軸方向)		地震荷重	風荷重
荷重方向			鉛直		鉛直 + 水平	
状態	常時	利用時	利用時(偏載)		地震時	強風時
検討内容	—	—	<u>不均等な鉛直荷重による影響</u>		<u>水平荷重による影響</u>	
着目部材	主桁 (補剛桁), 鉛直材, 横部材, <u>アーチ部材</u>					
着目断面力	曲げモーメント, <u>軸力</u> , せん断力					
変位	x, y, z, RX, RY, RZ					

各検討モデルをそれぞれの荷重ケースで解析し, アーチ部材の軸力に着目 (既存に対して比較)

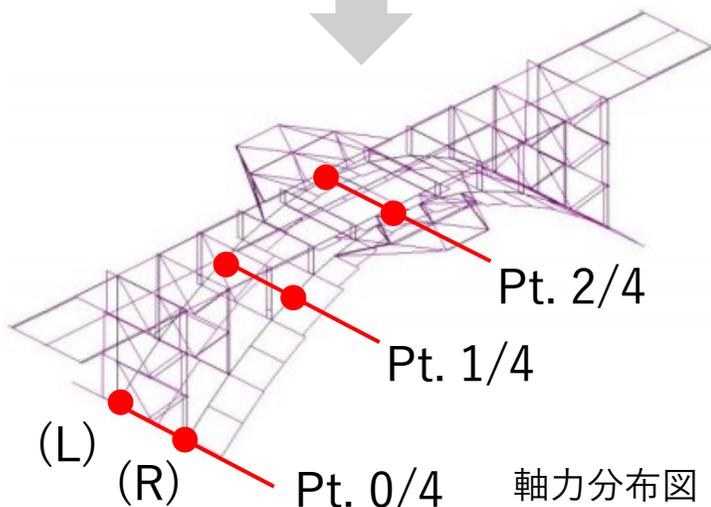
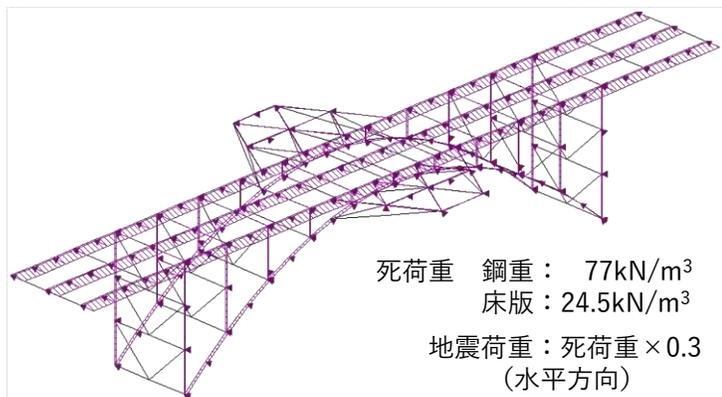


クリティカルケースとなるL30とL21の解析結果 (1) と (2) を次に示す。

クリティカルケース(1) 水平荷重による影響

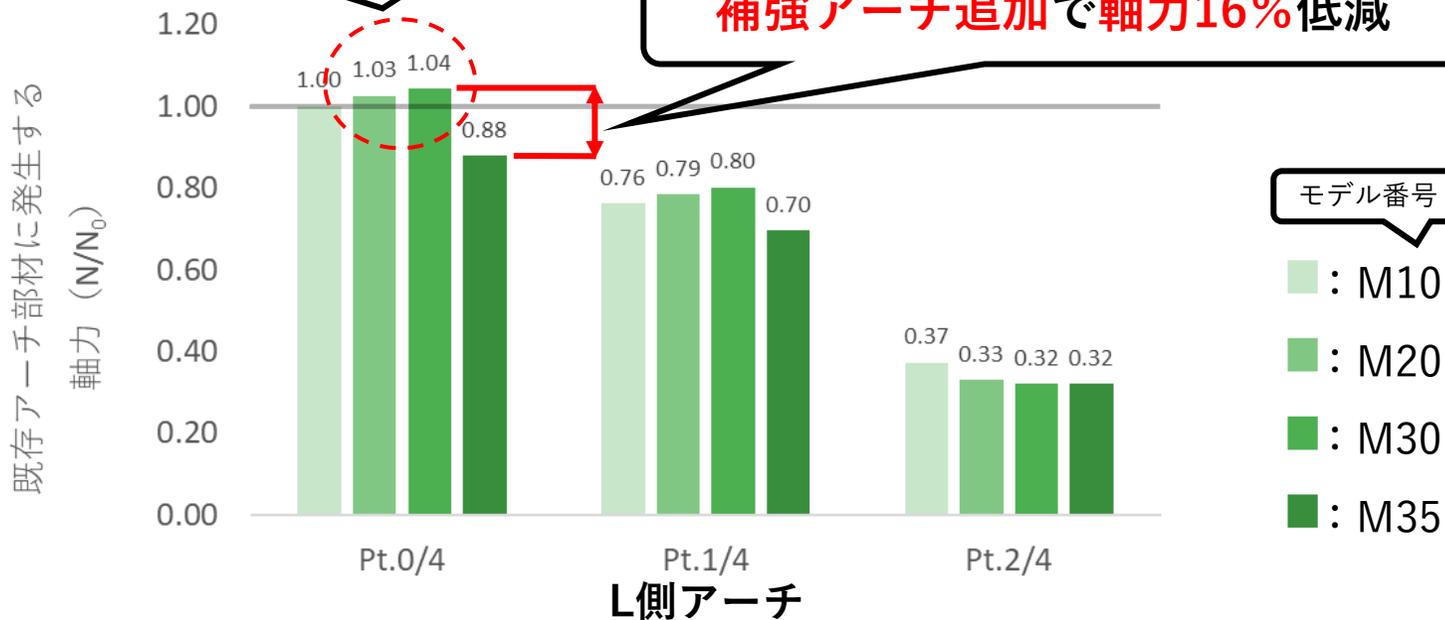
L30

地震荷重



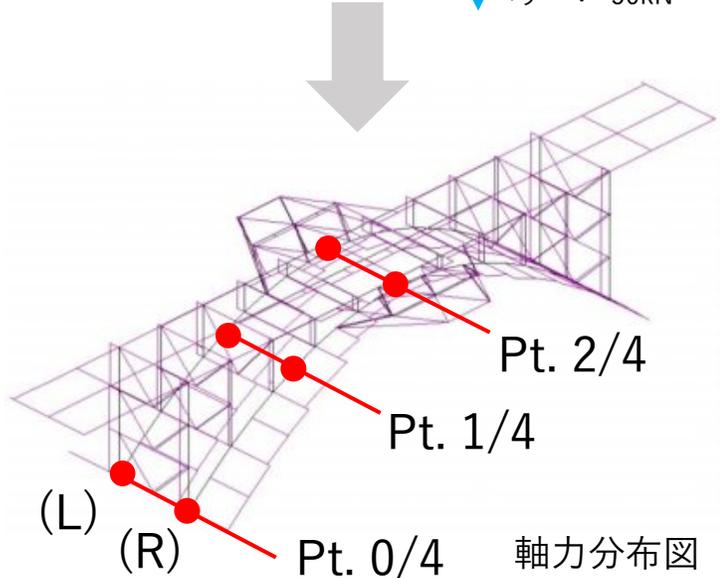
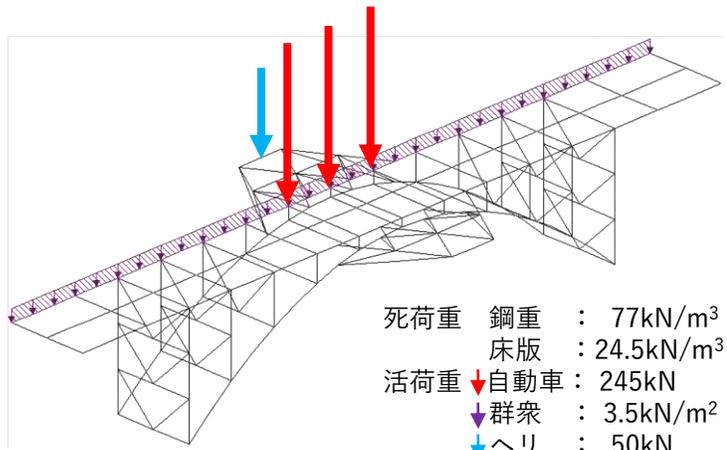
Point： 水平方向に地震荷重を載荷した時の検討
(M10 L30, L側アーチ Pt. 0/4の軸力 N_0 を基準)

M10の軸力を**超えている**→張出デッキ設置には**補強が必要**

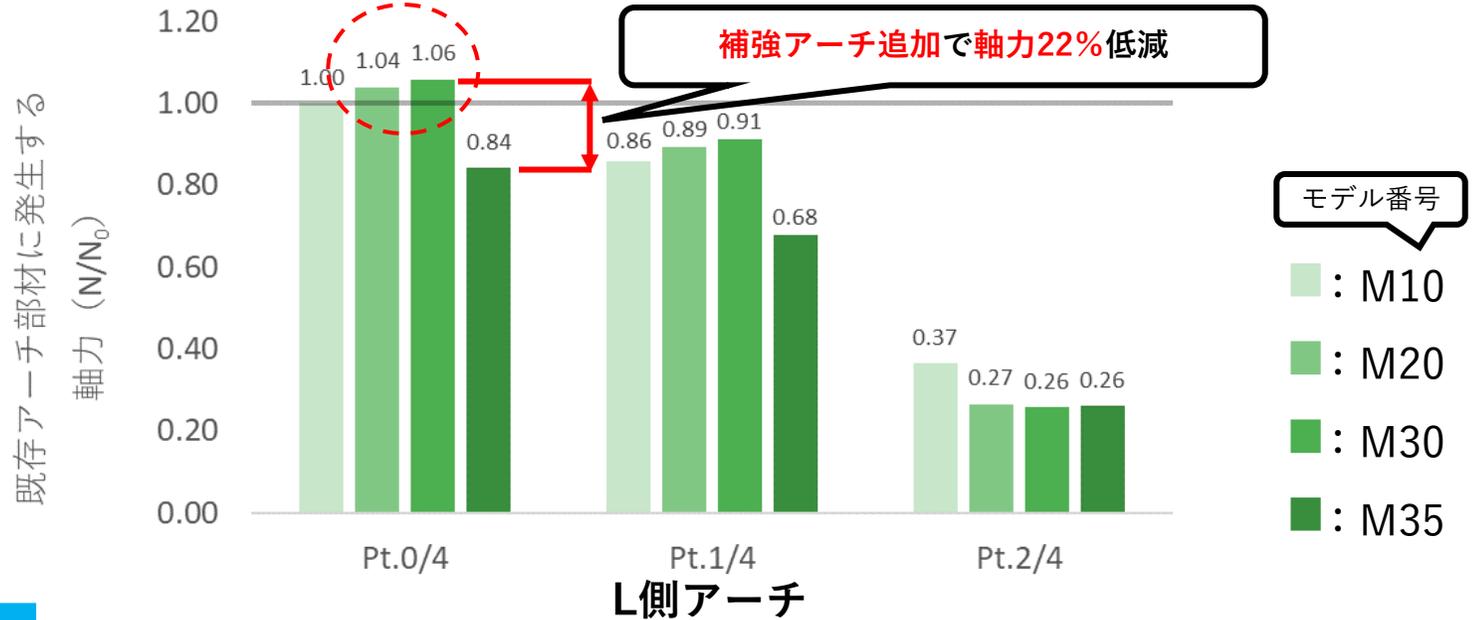


水平荷重に対する補強アーチの有効性を確認

L21 活荷重偏載 (橋直方向)



Point : 橋直方向へ偏った活荷重を載荷した時の検討 (M10L21, L側アーチ Pt. 0/4の軸力 N_0 を基準)



不均等な鉛直荷重に対する補強アーチの有効性を確認

まとめ

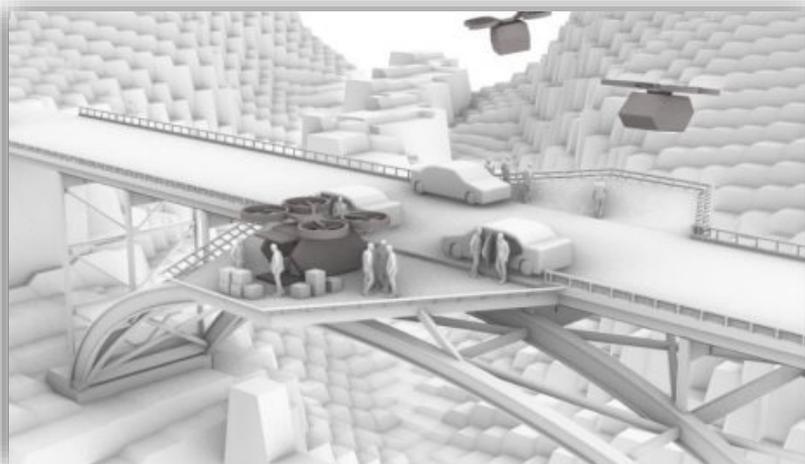
補強アーチの追加により, 十分な離着陸スペースの付加が可能
 既存アーチ部材への負荷が小さくなることを確認

活用例

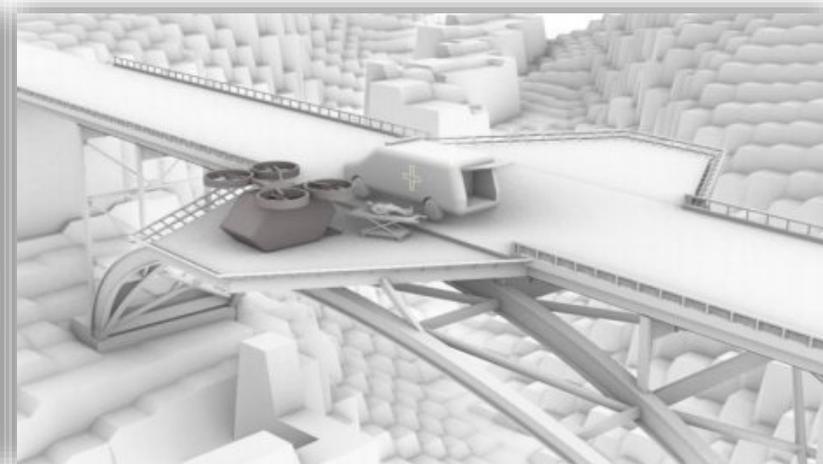
山間部に住む
交通弱者の移動を容易に



都市部↔山間部の物資輸送で
山間部の住民の生活を支える



山間部での急患や災害による
負傷者の搬送時間短縮



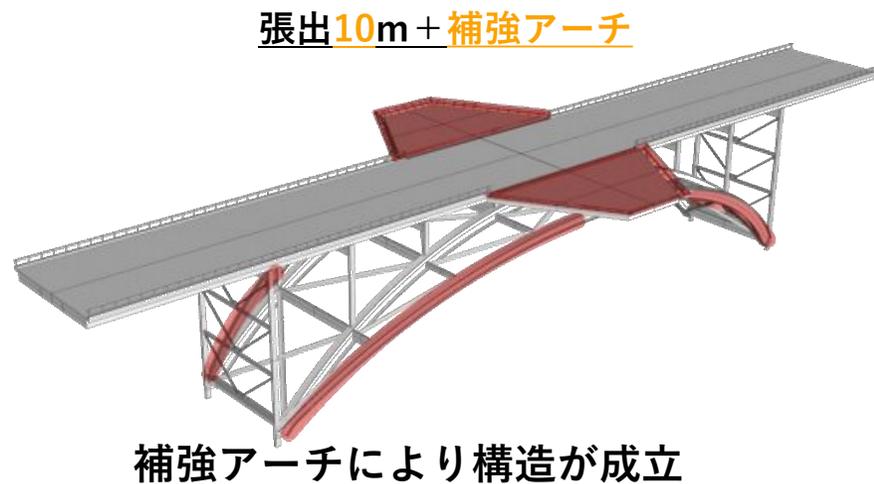
離着陸スペースの利活用

- ・ 小型ヘリや空飛ぶクルマは張出デッキを利用(常時)
道路と直結しているため乗換え・積替えに便利
- ・ 救急車→ドクターヘリや空飛ぶ車へスムーズに移送
- ・ 緊急時は大型ヘリの離着陸も可能(全幅員利用)

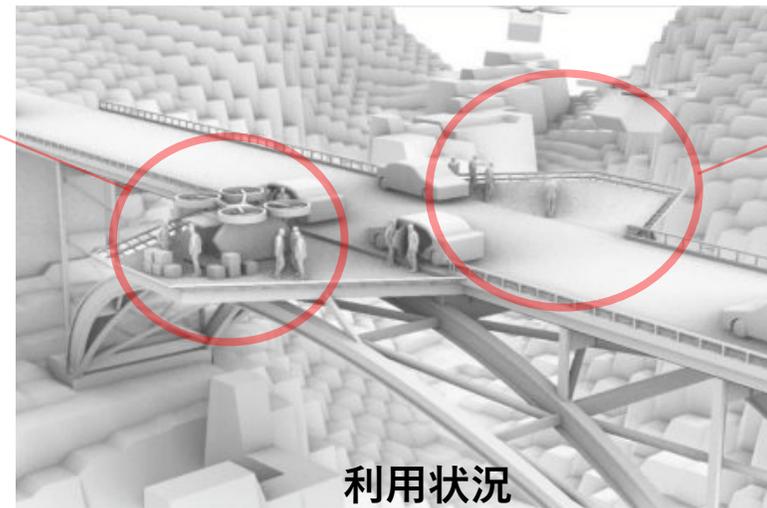
周辺の安全と環境への影響

- ・ 河川上を飛行・離着陸することで安全性が高く
騒音の影響が少ない
- ・ 森林伐採や土地の改変が不要で自然への負荷が少ない

- 小型ヘリ・空飛ぶクルマの**離着陸機能を既存橋梁に付加する提案**をした。
- 既存のアーチ橋では、支間中央に離着陸スペースを設置し、**補強アーチを設けることが力学的に有効かつ経済的**であることを確認した。
- 橋梁に空との交通結節機能を付加することで、周辺の**安全と環境**に配慮した公共インフラとなり、**新たな利活用**が期待できる。



物資輸送



安全・環境面配慮

利用状況

本研究は実現の可能性に対する初期検討であり、今後は以下の検討が必要と考える。

- **耐震性能(L2)および耐風安定性**の検討
- **離着陸スペース・設備**の詳細検討
- **建設および維持管理**の検討
- **運用ルール・法規制**の検討