

空のモビリティの離着陸機能を付加した既存橋梁の改良

日本大学 学生会員 ○木下俊輔 日本大学 学生会員 中野雄太 日本大学 学生会員 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

1. 研究背景と目的

近い将来、空飛ぶクルマ等の空のモビリティの導入が期待されている。しかし、安全性の観点からすぐに市街地で使われることは考えにくい。落下した場合や風の影響等を考慮すると河川上や山間部が飛行ルートの候補の一つと考えられる。また空のモビリティが现阶段では空から陸への接続が難しいことを考えると、山間部の谷間にかかる橋梁を乗り換え地点として利用することは、1つのアイデアとして考えられる。そこで本研究では、山間部の既存橋梁に空のモビリティの離着陸機能を付加する検討を行った。

2. 既往研究と本研究の目的

橋梁に離着陸機能をつけることの有効性はヘリポートを橋梁の上に設置することに関して書かれた論文で示されている¹⁾。

中野らは、既存の鋼製上路アーチ橋に離着陸のための張出デッキを設け、それを支持するための補強アーチを付与する提案を行った²⁾。さらに、既存橋梁モデル、張出デッキのみを設置したケース、張出デッキと補強アーチの両方を設置したケースに対して、既存橋梁のアーチ部材に対する軸力変化を検討し、張出デッキを設けた際には補強アーチを付与することが有効であることを示した。ただし、補強アーチの形状や傾きなどは詳細に検討されておらず、これらの影響を検討することを本研究の目的とした。

3. 解析モデル

解析には、3次元有限変位解析ソフト EERC/Fiber³⁾を用いた。解析モデルを図2に示す。節点数227、要素数373である。要素は弾性ビーム要素を用い、線形弾性解析を行った。荷重ケースは鉛直および水平荷重の代表ケースとして、図3に示すL21の活荷重偏載とL30の地震荷重の2ケースを検討した。既存橋梁への影響は、既存アーチ部材の軸力の変化に着目して評価した。に示すアーチ部材の支点部(Pt. 0/4)、1/4部(Pt. 1/4)、アーチクラウン(Pt. 2/4)の3点に着目した。

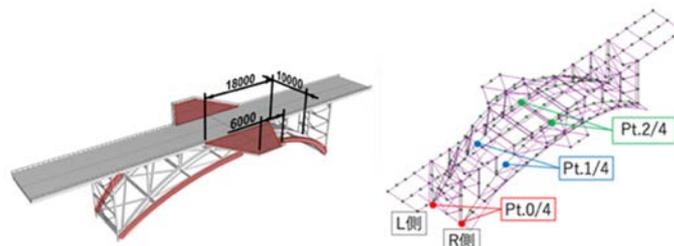


図1 解析モデル

図2 提案橋梁モデル

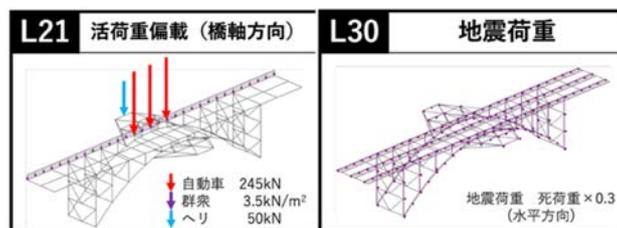


図3 鉛直および水平荷重の代表ケース

モデル	S ₁ (m)	S ₂ (m)
M33	1.00	1.27
M34	0.75	0.95
M35	0.50	0.63
M36	0.25	0.32

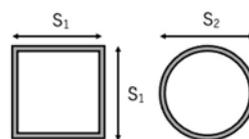


図4 補強アーチの断面寸法

4. 補強アーチが既存橋梁に及ぼす影響

(1) 断面寸法の影響

補強アーチの断面寸法と傾きを複数変えて、既存橋梁に及ぼす影響を検討した。補強アーチの断面は、中野らの検討では一辺が0.5m、最小板厚0.008mの箱型断面としていた(M35と称す)。これを図4に示すように1.00m(M33)、0.75m(M34)、0.25m(M36)と変えて検討した。

荷重ケースL21の既存アーチL側の軸力変化の結果を図5に示す。図中の基準化に用いたN₀は、張出デッキを設置しない既存橋梁の同一地点の軸力である。中野らが実施した断面寸法0.5mのM35は既存アーチの軸力をPt. 0/4において84%に低減した。それよりも断面寸法を大きくすると(ケースM33, M34)既存アーチの軸力はさらに低減する。このとき、補強アーチの軸力は

キーワード 空のモビリティ、離着陸機能、橋梁、補強アーチ

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台1丁目8-14, 木下俊輔 E-mail : cssh18062@g.nihon-u.ac.jp

増加し、既存橋梁から補強アーチに力が流れている。断面寸法を小さくした M36 では、既存アーチの軸力は、張出デッキを設置しない場合に対して 95% となり、このケースでも補強効果を確認できた。荷重状態 L30 もこの傾向と同様であった。

(2) 補強アーチの傾きの検討

続いて、断面寸法を 0.25m とした M36 を対象に、補強アーチ傾きの影響を検討した。既往の検討では、補強アーチは張出デッキ中央（既存橋梁から 5m）に接するように設置された。これを、図 6 に示すように既存橋梁から 1, 2, 3, 4m（それぞれ M36-1 から M36-4）と変えて軸力の変化を見た。

このときの既存アーチの軸力変化を図 7 に示す。Pt. 0/4 の軸力は断面寸法を検討したケースほどの変化はなく、既存橋梁に最も近い M36-1 のケースでも軸力は 95% から 91% へ変化するにとどまった。したがって、既存アーチの軸力変化に限って言えば、補強アーチの傾きはあまり影響がないことが分かった。ただし、他の荷重ケースや張出デッキのサイズについての検証は必要と考える。

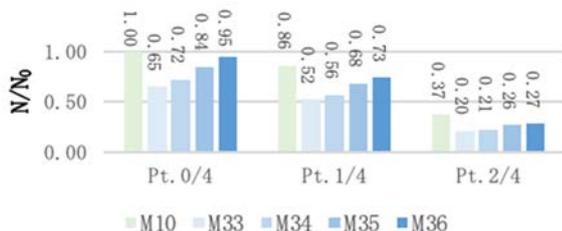


図 5 補強アーチ断面サイズの影響（軸力）

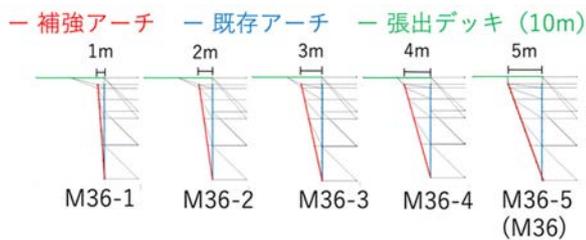


図 6 補強アーチの傾き

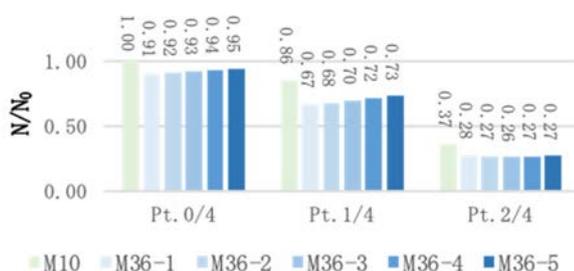


図 7 補強アーチの傾きの影響（軸力）

5. 他の橋梁形式への適用

これまで既存アーチ橋を対象に、空のモビリティの離着陸機能を付加する検討を行い、張出デッキと補強部材を設置するアイデアの有効性を示した。このアイデアは他の構造形式にも適用が可能である。その一例として、既存のトラス橋へ展開した例を示す。

図 8 に示すように、トラス橋に同様に張出デッキを設け、その補強部材としてアーチ部材ではなく、曲面トラスを用いることとした。このように、本研究のアイデアは他の構造形式にも拡大して適用が可能である。

6. まとめ

本研究は、既存橋梁に空のモビリティの離着陸機能を付加するため、張出デッキと補強アーチを設置するアイデアを前提とし、補強アーチの断面寸法と傾きが既存橋梁に及ぼす影響を検討したものである。その結果、断面寸法を変化させると、それに準じて既存アーチの軸力が増減し、補強アーチへ力が妥当に流れていることを確認した。一方で補強アーチの傾きは、検討で使用した張出デッキのサイズでは、既存アーチの軸力変化にあまり影響しないことが確認できた。張出デッキのサイズを変更していくことも含め、補強アーチ傾きの最適化は今後の検討課題となる。さらに、本研究のアイデアを他の構造形式に展開する一例を示した。

今後は地震時 (L2) や張出デッキを設置による耐風性に対する検討を行う予定である。

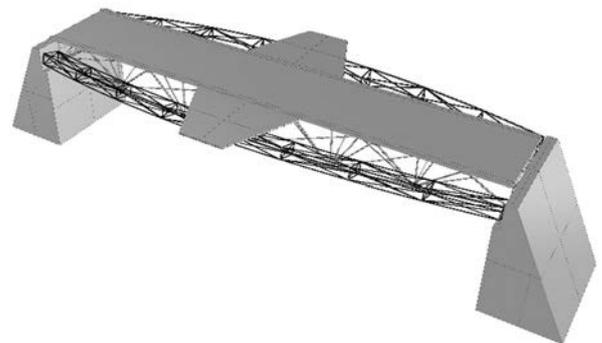


図 8 空のモビリティの離着陸機能を付加したトラス
参考文献

- 1) 川田忠樹, 「橋上ヘリポートのすすめ」, 川田技法, Vol.10, pp.1-4, 1991
- 2) 中野ら: 「空との交通結節機能を有するアーチ橋の検討」, 土木学会令和 3 年度年次学術講演会講演概要集, I-13, 2021
- 3) 野中哲也 吉野廣一, 「パソコンで解くファイバーモデルによる弾性有限変位解析」, 丸善出版, 2010