

ハニカムパネルの橋梁ウェブ材への適用性と座屈強度の研究

日本大学理工学部土木工学科
准教授 長谷部 寛

1 序論

近年多発する局所的な豪雨等の自然災害により、橋梁の落橋や道路の寸断などの被害が報告されている。このような交通インフラへ被害の対策として、コンパクトで軽量、かつ長スパン化を実現できる可変アーチ式の緊急仮設橋を考案した。この特徴は、伸縮する複数ユニットで構成される点、アーチ形式の採用により多少の高低差を設けられる点などにある。ユニットの伸縮を前提とした構造であるため従来の補剛板は伸縮の妨げになり使用できない。その問題点を克服するためのアイデアが、無補剛のハニカムパネルを用いてユニットを構成する方法である。

ハニカムパネルは、ハニカムの軸方向からの圧縮力に対して十分な強度を有することが知られている。しかし、橋梁のウェブ材として採用した際には、ハニカムの軸直交方向からの圧縮力を受けることになる。そのような荷重状態、支持状態におけるハニカムパネルの座屈強度は明らかではない。そこで本研究では、軸直交方向圧縮力を受ける様々なパラメータのハニカムパネルの座屈強度を有限要素解析に基づいて検討した。

2 解析手法

座屈強度は有限要素解析に基づいて評価した。解析は、汎用有限要素解析ソフト「Marc/Mentat」を用いた。

ハニカムパネルの有限要素解析を行うにあたり、多数の解析モデルを容易に作成できる工夫が必要となる。そこで本研究では、3Dモデリングソフト「Rhino」のアドオンツール「Grasshopper」を用いて、パラメトリックにハニカムパネル解析モデルを生成できるスクリプトを構築した。このスクリプトに基づいて、パラメトリックにハニカムパネルの解析モデルを作成した。

本研究では、ハニカム高さ h とコア厚さ t を変化させた。解析の境界条件は、橋梁ウェブ材を想定し、四辺支持とした。解析には、汎用有限要素解析ソフト Marc/Mentat を用い、線形座屈解析を行った。前節で示したパラメトリックスクリプトに基づいて作成したハニカムパネルの形状データを読み込み、Marc/Mentat 内で要素分割を行った。用いた要素は四面体一次ソリッド要素である。要素数は解析モデルに応じて異なるが、100~200万要素である。

3 解析結果

本研究では有限要素解析に基づき、(1)ハニカム高さと座屈強度の関係、(2)上下パネルとハニカムコア間の力の

伝達度合い、を検討した。

検討(1)の結果から、コア高さを高くすると、荷重直交方向の断面の断面2次モーメントが増加し、座屈荷重も増加する。その時の座屈モードは全体座屈モードである。しかし、コア高さが一定値を超えると座屈モードが局所座屈モードに遷移するとともに、座屈荷重の値が頭打ちになることが分かった。

検討(2)の結果から、コア厚さを厚くするとコア斜材に応力が伝わり、荷重载荷した一辺の対辺まで応力が伝達することで、端部の局部座屈から全体座屈に座屈モードがシフトすることが分かった。ハニカムコアに対して水平方向の荷重を载荷させた場合、十分な座屈強度を発現させるために全体座屈モードが生じるパラメータ設定を行う必要があること、特に、ハニカムコア高さに応じて、コアの厚さを適切に設定すべきであることが示された。

4 結論

本研究では、ハニカムコアの高さ、厚さを様々変えて、座屈特性を検討した。その結果得られた知見を以下にまとめる。

- 局部座屈が生じると十分な座屈強度が発現されない
- 全体座屈を発生させるためにはハニカムコアの高さに応じた適切な厚さがある
- コア厚さを増すと座屈強度も増加するがあるところで頭打ちになる

今後はこれらの検討結果を踏まえ、鋼橋で一般的に用いられる補剛板の座屈強度との比較を行う必要があると考えている。

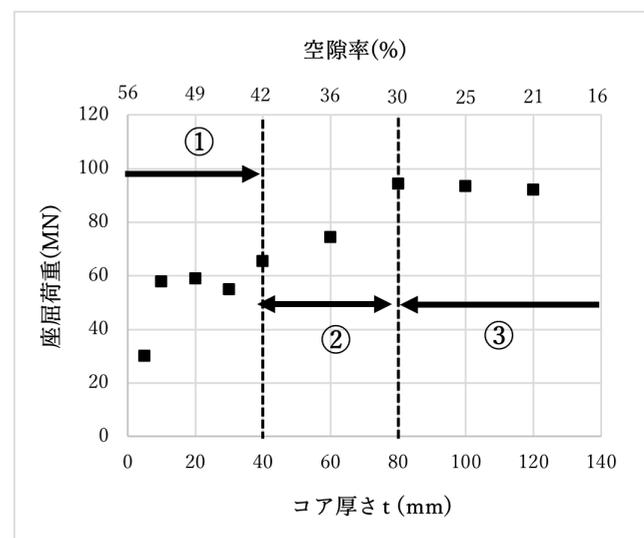


図 1: コア厚さと座屈荷重の関係