

## 格子構造を有する GFRP 床板の補強効果に関する解析的検討

岩手大学 学生会員 ○古川 陽大

岩手大学 正会員 大西 弘志

岩手大学大学院 学生会員 浅沼 峻

## 1. はじめに

現在、我が国では橋梁をはじめとした社会基盤構造物の鋼材腐食に伴う維持管理が問題視されている。このための方策の一つとして、従来の材料よりも耐食性と耐久性に優れた GFRP が構造物に適用する新材料として考えられている。

一方で、我が国では GFRP の道路橋への適用事例がまだまだ少ない。特に床板は道路橋を構成する部材の中でも交通車両等による輪荷重が繰り返し作用する部材である。床板の疲労問題では、せん断による作用が大きいことがわかっているが、既往の GFRP 製床板では曲げモーメントに対する抵抗性を重視した床板が多く、せん断力に対する抵抗が不足する傾向にある。これらのことから著者らはせん断耐力に優れている構造形態として格子構造に注目した。

## 2. 格子構造 GFRP 床板の静的載荷試験

既往の研究<sup>1)</sup>では、格子構造 GFRP 床板の静的載荷試験が実施されている。支持条件は 4 辺単純支持となっており、50kN ずつ荷重を増加させる繰り返し載荷を行い、200kN 超過後は破壊に至るまで載荷を続行させた。試験の結果から、約 30mm の最大変位が確認できた時点で床板下面の板の破壊等は見られなかった。しかし、床板下面では板の剥離が見られ、格子構造部分でのせん断破壊が確認された。

## 3. 格子構造 GFRP 床板の補強による性能評価

前述の既往の研究<sup>1)</sup>による試験結果から、格子構造 GFRP 床板を道路橋へ適用する際には、板の剥離や格子構造部分のせん断破壊が有害なものにならないよう検討する必要がある。一方で、GFRP は鋼材と比べて弾性係数が小さいため、非常に大きな荷重が作用する道路橋への適用を想定する際にはたわみ量についての検討も必要である。これらのことから、本研究では格子構造部分のせん断応力抑制と床板全体のたわみを低減することを目的とし、コンクリート舗装の床板上面への設

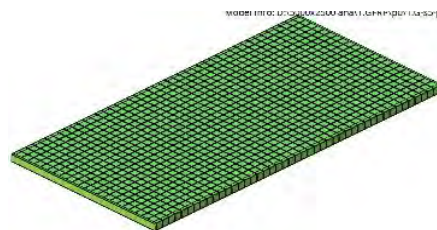


図1 格子構造 GFRP 床板の基本モデル

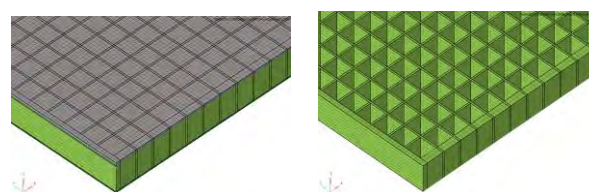


図2 (a) 舗装モデル(10mm)

(b) 格子構造部分

表1 解析に用いた材料の物性値

材料	弾性係数(N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
GFRP	9006	0.26
コンクリート	23000	0.2

置と上下板材の増厚を考えた。

## (1)コンクリート舗装による補強効果

本節では、コンクリートによる舗装厚さをパラメータとし、FEM 解析を用いて検討を行う。FEM 解析を行うにあたり、モデル作成には Altair Engineering 製の Hyper Mesh を使用し、解析ソルバーについては同社製の Optistruct を使用した。解析対象となるモデルについては橋軸方向 5000mm、橋軸直角方向 2500mm、厚さ 110mm(格子部 100mm、上下平板材 5mm)で、格子開口部 100mm×100mm の床板を基本モデルとしている。なお、床板のモデル例を図 1 に、舗装モデルと格子構造部分を図 2 に示す。舗装厚さに関しては 0、10、20、30、40mm の 5 種類とした。また、床板上面の板材と舗装材については完全付着を仮定した。支持条件は 4 辺単純支持とし、床板中央 200mm×200mm の範囲に分布荷重 25kN を載荷した。なお、材料の物性値を表 1 に示す。

解析によって得られた橋軸方向中心軸におけるたわ

キーワード GFRP, 格子構造, せん断

連絡先 s0819056@iwate-u.ac.jp

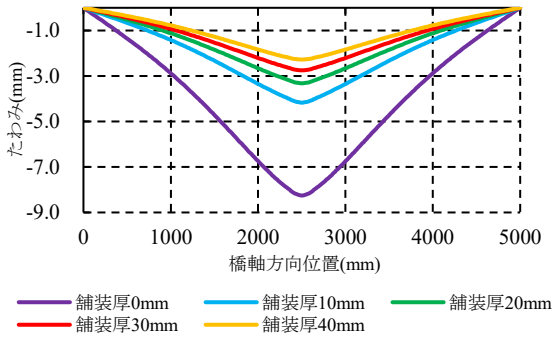


図4 たわみ分布(舗装時)

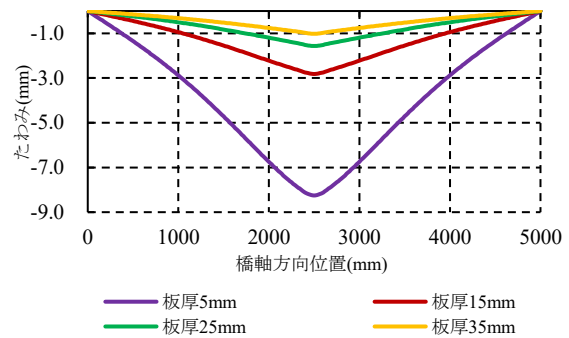


図6 たわみ分布(上下板材増厚時)

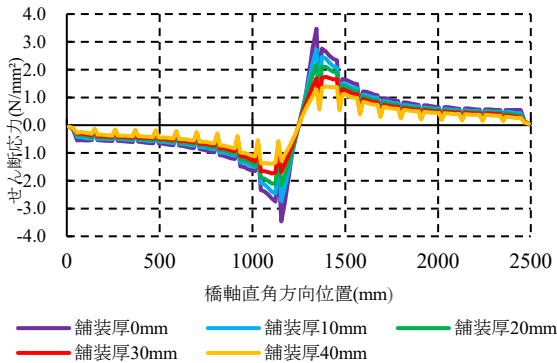


図5 せん断応力分布(舗装時)

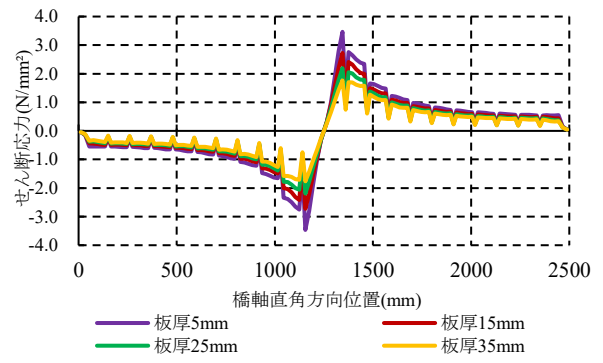


図7 せん断応力分布(上下板材増厚時)

み分布と、橋軸直角方向中心軸におけるせん断応力分布を図4、図5に示す。図よりコンクリート舗装によってたわみやせん断応力が大幅に低減されていることがわかる。舗装前と比較して、10mmの舗装を設置することで、たわみとせん断応力の最大値がそれぞれ49.9%、15.2%低減されていた。最大舗装厚さ40mmに関してはたわみとせん断応力がそれぞれ舗装前と比較して72.7%、58.2%低減されていた。そのため、舗装厚さを増すごとに構造性能が改善された。しかし、舗装によって床板全体の死荷重が大きくなるといった問題が懸念されるため、他の補強案との組み合わせでより効率の良い補強厚さを検討する必要がある。

**(2) 上下板材増厚による補強効果**

本節では、上下板材増厚による補強効果の検討を行う。ただし、検討対象となる基本モデルやFEM解析における支持条件、荷重条件については前節と同様とした。上下板材は5mmから10mmずつ、35mmまで増厚とする。

解析によって得られた橋軸方向中心軸におけるたわみ分布と橋軸直角方向中心軸におけるせん断応力分布を図6、図7に示す。増厚前と比較し、10mm増厚することで約66.0%ものたわみが低減されていた。30mm増厚の場合には低減率が87.8%と非常に高く、同断面の

床板を比較した場合、舗装よりも効果が大きい。ただし、せん断応力に関しては同断面を有する舗装20mmと増厚10mmの場合を比較すると、舗装時は低減率が31.0%に対して、増厚時は20.2%と大きな効果は確認できなかった。この理由としてGFRPがコンクリートよりも弾性係数が小さいことや、舗装により床板上面が補強されることで効率よくせん断に対する耐久性が確保できていることが考えられる。

**4. まとめ**

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 舗装や上下板材増厚によりたわみは約50%以上、せん断応力は約15~60%程度と十分に低減される。
- (2) せん断応力低減に関しては上下板材増厚時よりも舗装時の方がより大きな効果を確認できた。
- (3) 舗装と上下板材増厚を組み合わせる適切な床板厚さを検討する必要がある。

**参考文献**

1) 大西弘志, 山本竜一, 西田雅之:格子構造を有するGFRP床板の静的荷重試験, 第5回FRP複合構造・橋梁に関するシンポジウム講演論文集, p178-185, 2014