

FRP を用いたトラス歩道橋の動的変形特性に関する基礎的研究

長岡工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○荒川 岳
 長岡技術科学大学大学院 学生会員 齋藤 明幸
 長岡工業高等専門学校 正会員 井林 康

1. 目的

近年,建設業界では建設新素材として繊維強化プラスチック(FRP)が注目されてきている。しかし,優れた性質を持つ反面,素材単価が非常に高価であることに加え,その振動特性は詳しく把握されていないなど,鋼材の代替として単体で利用するには困難な面が多い。そこで本研究では建設素材として広く用いられている一般構造用圧延鋼材 SS400 と炭素繊維強化プラスチック CFRP,およびガラス繊維強化プラスチック GFRP を組み合わせてハイブリッドトラス橋を想定し,地震時における変形特性の把握を目的とする。解析手法として動的 FEM 解析を用いて応答変位および応答加速度を算定し,検討を行った。

2. 解析対象構造モデル

解析対象構造物は図-1 に示すように歩道橋に用いる程度のトラス構造を想定した。モデルは上弦材,下弦材,鉛直材,斜材で形成し,上記部材に加えて上部・下部に横構,対傾構を配した。スパン L を 20m,トラス高さ h を 2.5m,幅員 S を 2m,斜材と弦材がなす角度 θ を 45° とし,各部材断面は各々の領域において同一とした。解析に用いた各素材の設定値を表-1 に示す。

続いて素材の配置を図-2 に示す。斜材と鉛直材の全領域で FRP を用いたものをパターン A(図-2(a)),中央領域の全部材に FRP を用いて,梁端領域の全部材に SS400 を用いたものをパターン B(図-2(b))と設定した。以上 2 パターンのハイブリッドトラスに CFRP, GFRP の 2 種の FRP を用いて解析を行う。また,比較検討のため,すべての素材に SS400 を用いたものをパターン C(図-2(c))とした。

表-1 各素材の設定値

	SS400	CFRP	GFRP
引張強度 $[\text{N}/\text{mm}^2]$	157	686	126
圧縮強度 $[\text{N}/\text{mm}^2]$	124	545	100
ポアソン比	0.30	0.26	0.26
ヤング率 $[\text{kN}/\text{mm}^2]$	206	156	25.5
ρ_i $[\text{tf}/\text{m}^3]$	9.03	2.19	2.19

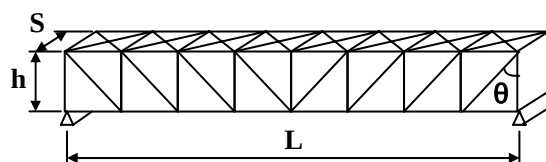
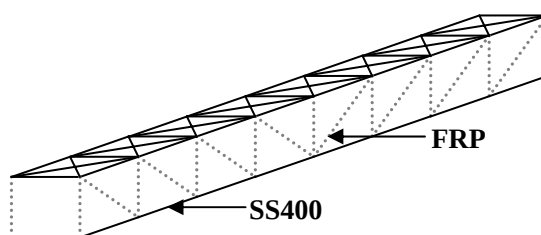
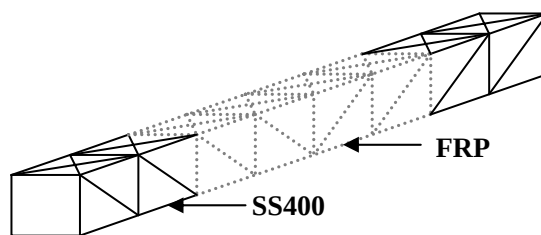


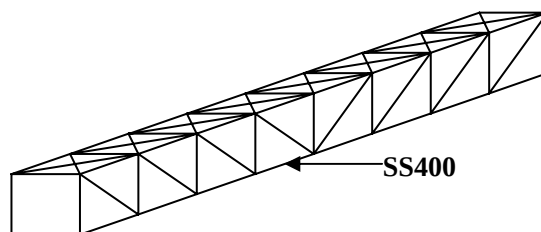
図-1 解析対象構造モデル



(a) パターン A: 斜材と鉛直材に FRP



(b) パターン B: 中央領域の全部材に FRP



(c) パターン C: 全部材に SS400

図-2 素材の配置パターン

キーワード 繊維強化プラスチック, ハイブリッドトラス橋, 動的解析, 最大応答変位, 減衰

連絡先 〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 長岡工業高等専門学校 環境都市工学科 Tel:0258-32-6435

3. 解析手法

動的 FEM 解析用の入力地震加速度データとしては新潟県中越地震本震・JMA 長岡の NS 方向成分を用いた。解析対象モデルの橋軸直角方向に 30 秒間入力し、Newmark の β 法を用いた逐次積分を行い、応答加速度および応答変位を算出する。応答地点ならびに応答方向は支間中央点下部の節点での橋軸直角方向である。

4. 解析結果及び考察

ハイブリッド構造のパターン A と SS400 単一構造のパターン C の応答変位を図-3～図-5 に示す。最大変位に注目すると、図-6 に示すようにパターン A のうち、CFRP を用いた場合ではパターン C に比べ約 2.5cm 変位が抑えられた。しかし、GFRP 使用時にはパターン C と同程度だが、多少不利な値をとることが確認できた。また、パターン B ではどちらの FRP を用いた場合でも不利な値をとった。

図-7 は 30 秒付近での振幅を示したものである。パターン A では時間の経過とともに変位が減衰していく様子が確認できる。特に GFRP 使用時には 30 秒付近の振幅は約 20cm と最大変位から素早く減衰していることが確認できる。これは FRP を配したことにより、FRP の持つ振動吸収性が大きな減衰につながったものと考えられる。

解析したパターンの中では、CFRP を用いたパターン A が最大応答変位、減衰の点でパターン C より有利な値を取り、最適なパターンだと言える。ただ、減衰を重視する場合においては、減衰の大きさから GFRP を用いることが適当であるといえる。

5. まとめ

以上の点から今回の解析で得られたハイブリッドトラス橋の動的変形特性としては、最大変位の減少は見込みにくいこと、および減衰の点では期待ができること、という 2 点である。しかし、ハイブリッド構造のトラス橋すべてが有利な値を取るわけではなく、素材の配置によって応答変位、減衰の様子ともに非常に大きな変化が見られたため、最適な素材配置を提案するにはさらに多くのパターンや地震波形での解析が必要である。

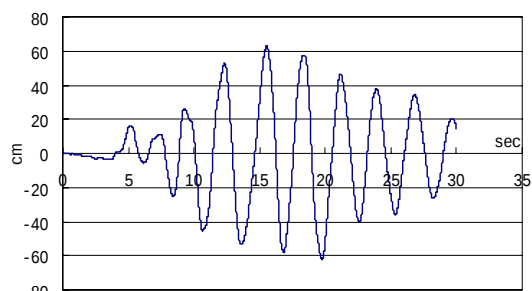


図-3 パターン A (CFRP) の応答変位

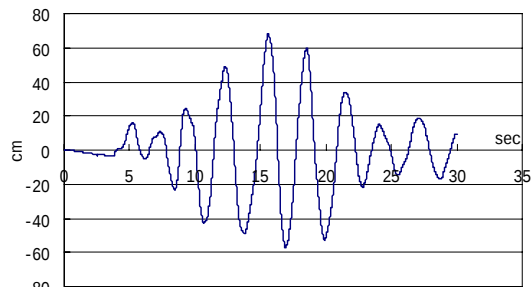


図-4 パターン A (GFRP) の応答変位

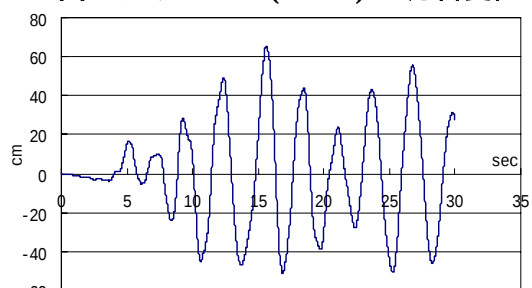


図-5 パターン C の応答変位

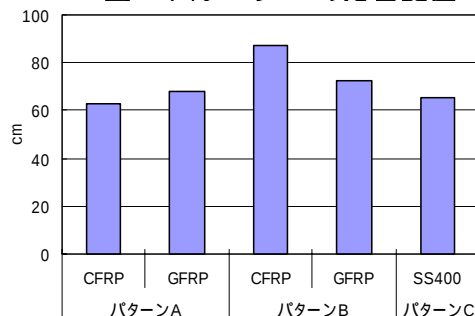


図-6 各パターンの最大応答変位

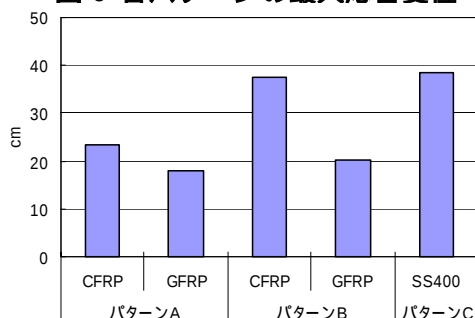


図-7 各パターンの 30 秒付近の振幅

参考文献

- ・山田聖志, 近田純生: FRP 剛接トラス歩道橋の振動特性, 土木学会論文集 No.738/I-64, pp67-74, 2003
- ・土木学会: FRP 橋梁-技術とその展望-, 2003