

軽量樹脂モルタルによる鋼製箱への充填性に関する実験的研究

太平洋マテリアル

ADEKA

ものづくり大学

東日本高速道路

正会員 ○赤江 信哉, 石田 学

正会員 藤田 直博, 石川 佳寛

正会員 大垣 賀津雄, PHAM NGOC VINH, 落合 秀祥

正会員 紫桃 孝一郎

1. はじめに

現在、高速道路等の橋梁において鋼床版デッキプレート等の疲労き裂が多数発生している¹⁾。対策として、当て板での補修や鋼繊維補強コンクリートの施工が標準的な工法として行われている。しかしながら、これらの工法では車線規制が必要となり渋滞を引き起こす原因となりうる。そこで、車線規制が不要な鋼床版橋下面からの疲労き裂抑制ならびに予防保全対策が重要である。本研究では鋼床版Uリブ内への軽量樹脂モルタル充填による鋼床版デッキプレートUリブ溶接部の局部応力低減工法を提案しており²⁾、充填する軽量樹脂モルタルの配合設計や充填方法をパラメーターとし、充填性状の確認を行った。充填性状は鋼製箱へ軽量樹脂モルタルを充填し、載荷実験とFEM解析との比較で確認した。その概要について報告する。

2. 試験概要

(1) 使用材料

本試験に使用する材料を表-1に示す。結合材にはエポキシ樹脂、骨材にはかさ密度の異なる2種類の軽量骨材、混和剤に消泡剤を使用し、モルタルの配合設計を行った。

(2) 試験水準

試験水準を表-2に示す。水準No.0をモルタル充填なしの供試体とし、水準No.1~6ではモルタルの配合設計(硬化剤の種類、消泡剤量)および充填方法(材料の密度が安定するまで圧送を行うポンプ循環の有無)をパラメーターとした。

(3) 試験方法

充填モルタルの硬化性状について、 $\phi 5 \times 10 \text{cm}$ 供試体の密度、圧縮強度、ヤング係数について測定した。鋼製箱の載荷試験では、材質がSM400、上鋼板厚6mm、サイズ $320 \times 320 \times 320 \text{mm}$ の鋼製箱供試体を用いた。図-1に示すように下部に注入口、上部に排出口を設置し、軽量樹脂モルタルを充填した。硬化後、25kNの荷重で載荷試験を行った。載荷試験状況について図-1、計測位置について図-2に示す。

(4) 解析モデル

発生応力の低減効果を評価するため、FEM解析を実施した。解析ソフトはDIANAを使用し、モルタル、プレート、溶接部を20節点ソリッド要素でモデル化を行った。メッシュサイズは、一般的な部材を約10mm、上面プレートは板厚を4層に分割した。

表-1 使用材料

材料	種類
結合材 (エポキシ樹脂)	主剤
	硬化剤Type-A
	硬化剤Type-B(遅延型)
骨材	軽量骨材Type-A(かさ密度:0.2g/cm ³)
	軽量骨材Type-B(かさ密度:0.6g/cm ³)
混和剤	消泡剤

表-2 試験水準

試験水準 No.	モルタル配合(g)						充填方法 ポンプ循環
	主剤	硬化剤 Type-A	硬化剤 Type-B	軽量骨材 Type-A	軽量骨材 Type-B	消泡剤	
0	-	-	-	-	-	-	-
1	100	43	-	20	80	0.3	なし
2		-	39	20	80	1.2	なし
3		43	-	20	80	0.3	あり
4		-	39	20	80	0.3	あり
5		43	-	20	80	1.2	あり



図-1 載荷実験状況

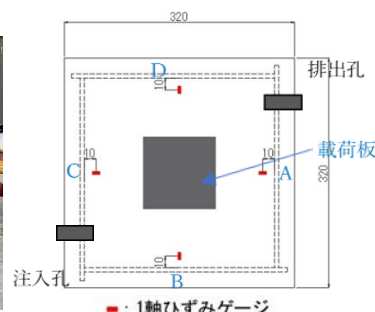


図-2 ひずみゲージ貼付位置

キーワード 鋼床版, Uリブ, 疲労き裂, エポキシ樹脂モルタル, 軽量骨材

連絡先 〒285-0802 千葉県佐倉市大作2-4-2 太平洋マテリアル株式会社 TEL 043-498-3921

3. 実験結果

(1) 軽量樹脂モルタル硬化性状

軽量樹脂モルタルの硬化性状について、図-3 に示す。何れの水準も密度が $1 \sim 1.2 \text{g/cm}^3$ と非常に軽いにもかかわらず、圧縮強度が 30N/mm^2 以上であり且つヤング係数が $2 \sim 4 \text{kN/mm}^2$ と非常に低いことが分かる。これは、軽量骨材によるモルタル重量の軽量化およびエポキシ樹脂によるモルタルの低弾性化によるものと考えられる。また、密度が増加するに従い、圧縮強度、ヤング係数ともに増加する傾向が確認できる。密度の増加は、消泡剤の増量 (No.2,5) やポンプ循環 (No.3,4) を行ったことが要因であり、これはモルタル内に存在するエアが取り除かれたためと考えられる。

(2) 載荷実験

載荷実験の結果を図-4 に示すとともに、FEM 解析結果との比較を行った。水準 No.0 (充填なし) は FEM 解析と載荷実験結果が一致している。モルタル充填した水準 No.1 および No.3 は初期の載荷段階では充填なしの FEM 解析と一致しているが、途中から勾配が変化して充填後の FEM 解析の傾きに近くなっている。これは上鋼板界面付近のモルタル最上部の微小なエアの介在などにより、載荷初期に充填効果が減じたことが考えられる。一方、水準 No.2、No.4 および No.5 では FEM 解析結果とほぼ一致し、充填効果が確認できた。また、図-5 のように、水準 No.5 供試体の上鋼板を取り除き、充填状況を確認したところ上面まで軽量樹脂モルタルが充填されていることが確認できた。このことから消泡剤量や充填方法 (ポンプ循環) が充填効果の向上に影響を与えたと考えられる。

4. まとめ

軽量樹脂モルタルの硬化性状より、消泡剤量および充填方法 (ポンプ循環) の工夫で、モルタル内に存在するエアが取り除かれ密度、圧縮強度およびヤング係数の増加を確認した。また、軽量樹脂モルタルの確実な充填には、消泡剤量の最適化および充填方法の工夫 (ポンプ循環) が重要であると考えられる。

【参考文献】

- 1) 土木学会：鋼床版の疲労 [2010年改訂版]，鋼構造シリーズ 19，2010.12
- 2) 渡邊，増淵，大垣，PHAM，紫桃，石田，赤江，秀熊，櫻井：鋼床版橋下面からの CFRP 成形材および軽量樹脂モルタルによる補強効果に関する研究，第 77 回年次学術講演会，2022.9

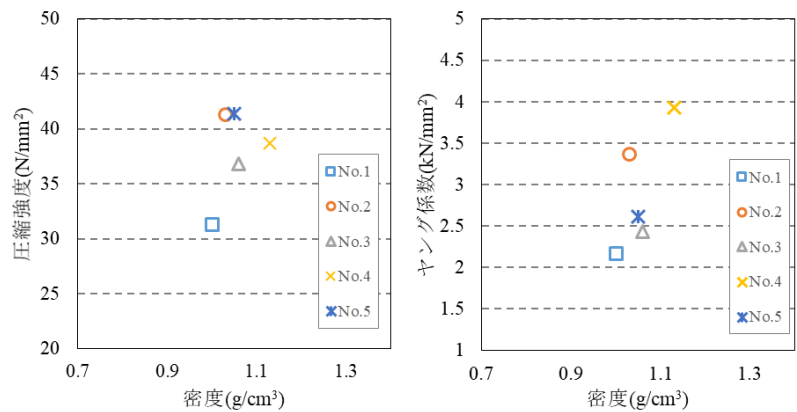


図-3 圧縮強度およびヤング係数試験結果

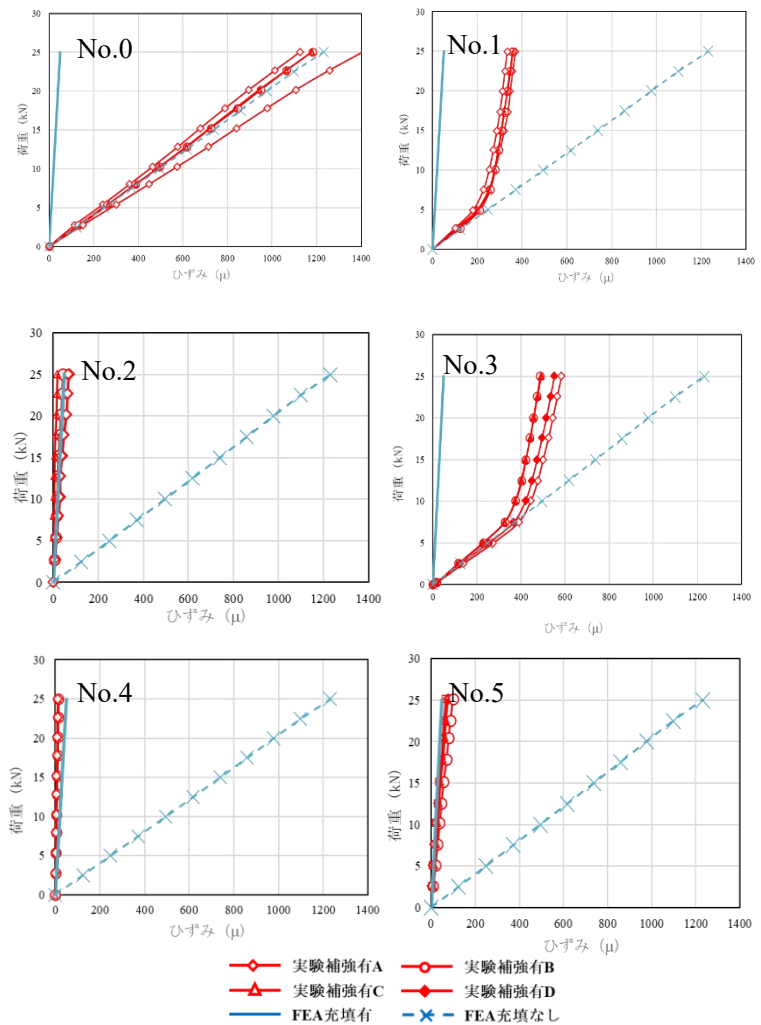


図-4 載荷実験結果

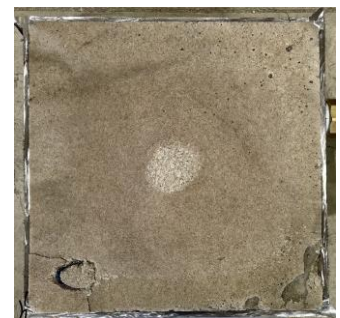


図-5 充填状況(水準 No.5)