

V-429 積層化樹脂材で補修したコンクリート部材の界面における温度応力特性の評価

神戸大学大学院 学生員○木村聡文 千代田化工建設 正会員 山田秀行
 神戸大学工学部 正会員 森川英典 神戸大学工学部 正会員 宮本文穂
 コニシ(株) 正会員 若原直樹

1. はじめに コンクリート構造物の補修に使用されている積層化樹脂材の材料選択に関しては、種々の機能性の他に界面における応力集中特性の改善に関する指標を確立することが要求されている。筆者らは母材を7クルとした場合の樹脂材端部の曲げおよびせん断による界面せん断応力集中の評価法およびそれに基づく材料選択のための指標を検討した^{1) 2)}。本研究では、これらの考え方をコンクリート部材の補修に適用する上で問題となる異種材料間での温度応力による界面の層間せん断応力集中の評価を実験および解析を併用して行うとともに、温度応力特性の観点から樹脂材積層化における材料選択のための定性的な評価・考察を行った。

2. 実験の概要 図1に示すようなモルタル(母材)の下面にエポキシ樹脂材を1層および3層塗布した実験供試体の両端を単純支持した状態で恒温室に静置し、20℃から10℃まで温度を変化させ、各界面におけるひずみと温度を測定した。図2にひずみおよび温度測定位置を示す。樹脂材は弾性係数28300kgf/cm²(H), 11500kgf/cm²(M), 3710kgf/cm²(S)の3種類を用意し、1層塗布供試体についてはH, M, Sの3種類、3層塗布供試体については母材に近い層からHMS、SHSの順に塗布した2種類で実験を行った。また、各材料の弾性係数を求めるために、モルタルについては圧縮試験、樹脂材については引張試験を行った。材料の線膨張係数については、樹脂材の場合、ダミー供試体を恒温室に静置することにより測定し、コンクリートの場合、 10×10^{-6} と仮定した。実験における層間温度応力の評価は別途行った温度応力解析により求まる各樹脂材の作用軸力と実験結果から求めた各樹脂材の作用軸力とを対応させ、解析モデルにおける層間せん断ばね定数を逐次線形計画法(SLP)を用いて同定することにより行った。温度応力解析モデルは図3に示すようにモルタルおよび樹脂材をはり要素を用いて分割し、層間部にオフセットばね要素を導入したものとした。

3. 層間温度応力の評価 線膨張係数の測定結果は樹脂材Hで 88×10^{-6} 、Mで 126×10^{-6} 、Sで 119×10^{-6} であった。図4a)~d)に実験結果および同定した層間せん断ばね定数に基づき得られた層間温度応力の評価結果を示す。これらの図から層間温度応力は樹脂材端部で最大値を示し、端部から離れるにしたがって急激に低下してほぼ0になり、層間せん断応力集中の範囲は樹脂材端部から約2cmであることがわかる。また、図a), b)から1層塗布供試体については樹脂材の弾性係数が小さい方が線膨張係数が大きいにもかかわらず、端部の層間応力の値がかなり小さくなるのがわかる。一方、図c), d)から3層塗布供試体については、HMSの積層の場合(図4c))、母材と樹脂材1層目の界面における層間せん断応力が大きく、その値はHの1層塗布の場合(図4a))よりやや大きくなっている。また、SHSの積層の場合(図4d))、

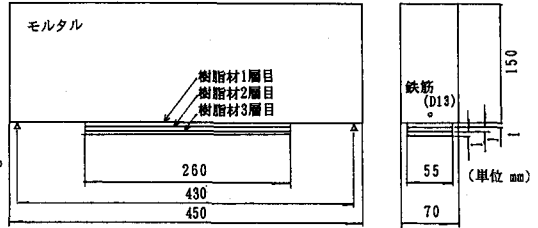


図1 供試体(樹脂材3層塗布モデル)

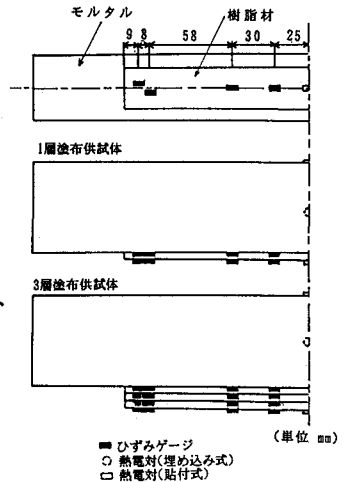


図2 ひずみおよび温度測定位置

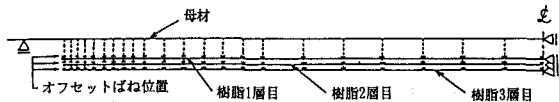


図3 数値解析モデル(樹脂材3層塗布モデル)

大きく、その値はHの1層塗布の場合(図4a))よりやや大きくなっている。また、SHSの積層の場合(図4d))、

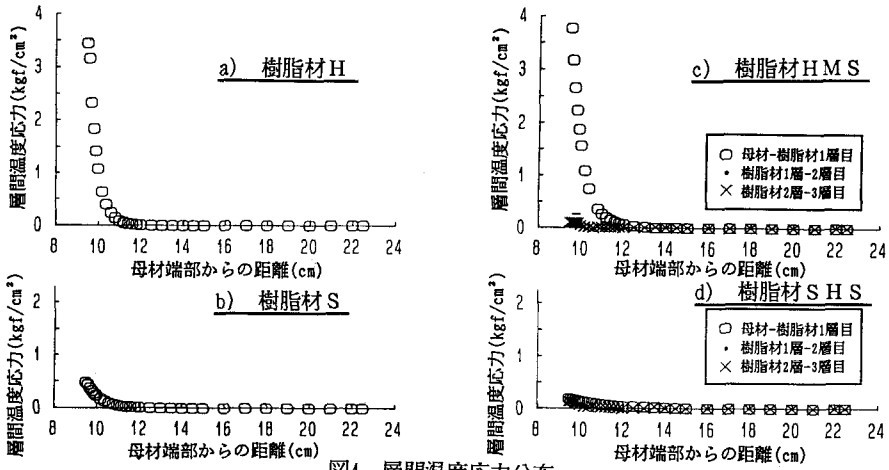


図4 層間温度応力分布

各層間におけるせん断応力集中の大きさがほぼ同程度で、HMSの場合よりもかなり小さく、さらに、Sを1層塗布した場合(図4b))よりもやや小さくなっている。この原因については今後、検討する必要があるが、積層化による層間せん断応力集中の改善の可能性を示していると考えられる

4. 荷重による層間せん断応力との比較 温度応力試験供試体と同形の1層および3層塗布供試体の解析用モデル(図3)を用いて、単純支持条件で支間中央に集中荷重を載荷した場合の数値解析結果を図5 a)～ d)に示す。解析は弾性解析とし、荷重は簡単のため圧縮縁コンクリートに道路橋示方書での許容応力が作用する場合の引張縁ひずみに相当するひずみが本解析モデルで作用するように設定した。これらと温度変化による図4 a)～ d)を比較すると、分布の形状は似ているが、応力集中の最大値の値は温度によるものの方が大きく、層間応力の平坦部は荷重によるものの方が大きいことがわかる。したがって、界面に着目した力学的要求性能を考える場合、界面で積層化樹脂材がはがれないという要求性能に対しては、荷重の作用および温度変化の影響の両方を考慮する必要があり、所定の剛性を確保するという別の要求性能による制約条件の下で、最適な積層化を行うための合理的な指標を検討する必要がある。

5. まとめ (1)積層化樹脂材で補修したコンクリート部材の界面における層間温度応力の評価法として実験および解析を併用する手法を検討し、弾性係数の異なる樹脂材による特性の相違を考察することにより最適積層化の可能性を調べた。(2)荷重作用と温度応力による層間せん断応力の比較考察を行い、界面における力学的要求性能に基づく材料設計のための基礎資料とした。

【参考文献】1)宮本, 森川, 永谷, 木村:積層化樹脂材の力学的挙動に基づく材料設計手法の検討, 土木学会第46回年次学術講演概要集, 1991. 9., 2)宮本, 森川, 木村, 若原, 藤岡:積層化樹脂材の力学的挙動と材料選定指標の確立, 建設工学研究所報告第33号, 1991. 12.

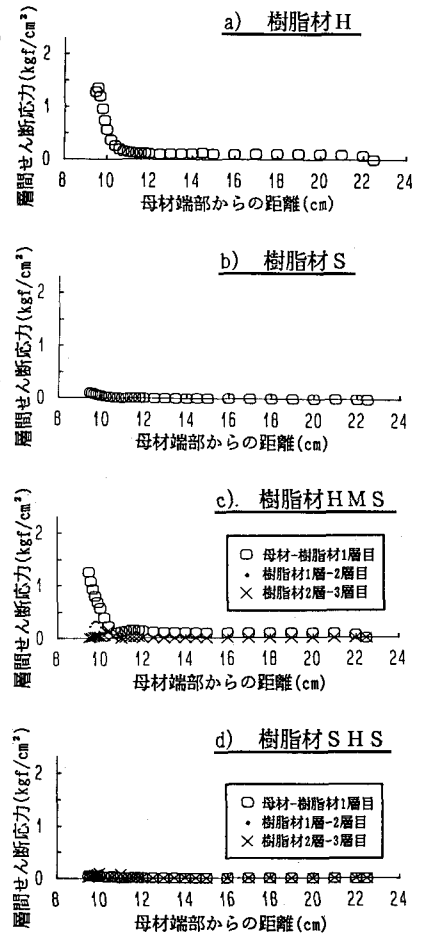


図5 荷重による層間せん断応力分布