

V-16

エポキシ樹脂の接着疲労特性に及ぼす 温度履歴の影響に関する研究

東北学院大学大学院 学 生 員 ○小野 正之

東北学院大学工学部 フェロー会員 大塚 浩司

東北学院大学工学部 正 会 員 武田 三弘

1 はじめに

エポキシ樹脂は様々な優れた性質を保有しており、土木の分野においては主にコンクリート補修材として使用されている。しかし、エポキシ樹脂はガラス転移という性質を有している。コンクリートの補修に使用されているエポキシ樹脂の性能は夏場、コンクリート補修されたエポキシ樹脂周辺の温度が上昇し、かつ繰り返し載荷が作用すると著しく低下する可能性がある。

本研究の目的は、夏場を想定し 20℃、40℃、50℃及び 60℃の雰囲気温度において実験供試体に繰り返し載荷を行い、S-N 線図を描く事によりエポキシ樹脂の接着疲労特性に及ぼす温度の影響を明らかにすることである。

2 実験方法

2-1 実験材料

実験には 2 液型エポキシ樹脂注入接着剤を使用した。配合比は主剤 2 に対して硬化剤 1 である。エポキシ樹脂の性質を表-1 に示す。

2-2 実験概要

実験に際しエポキシ樹脂を接着し実験供試体を作成した。実験供試体をステンレス被着材を 2 本突き合わせ中央をエポキシ樹脂で接着することにより、作成した。以後エポキシ樹脂接着供試体と呼ぶ。

実験の手順を図-1 に示す。接着後、エポキシ樹脂接着供試体は 7 日間温度 20℃±2℃、湿度 50% の恒温恒湿室内で養生を行った。次に各雰囲気温度環境下（20℃、40℃、50℃及び 60℃）に静的引張試験を行った。

静的引張試験から得られた各雰囲気温度別の平均接着強度における 90%～40% の各応力度を繰り返し載荷試験の載荷応力度の上限値として使用した。静的引張試験及び繰り返し載荷試験には高温疲労試験機（サーボパルサ 4846 形）を使用した。繰り返し載荷の条件は波形をサイン波、載荷応力度の下限値 0.4 (N/mm²)、周波数は 3Hz 及び 6Hz、疲労限界は百万回とした。

3 実験結果

図-2 は各雰囲気温度と接着強度との関係を表わした図である。図-2 から雰囲気温度が上昇するにつれて接着強度が低下する傾向がえられ、

表-1 エポキシ樹脂の性質

粘度	500±200 (mpa·s)
比重	1.15±0.05 (g/cm ³)
ガラス転移温度	50～60 (°C)

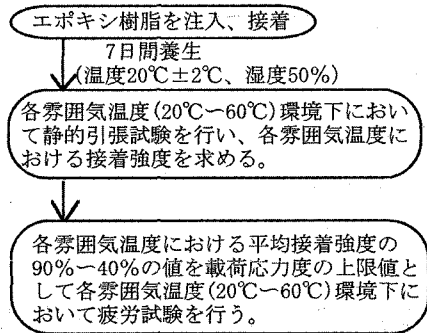


図-1 実験の手順

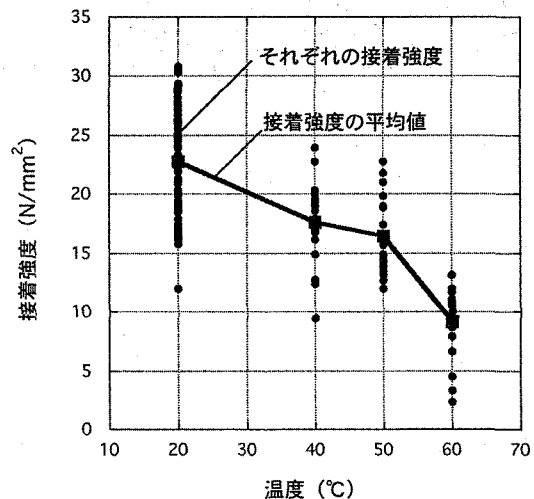


図-2 各雰囲気温度別静的引張試験結果

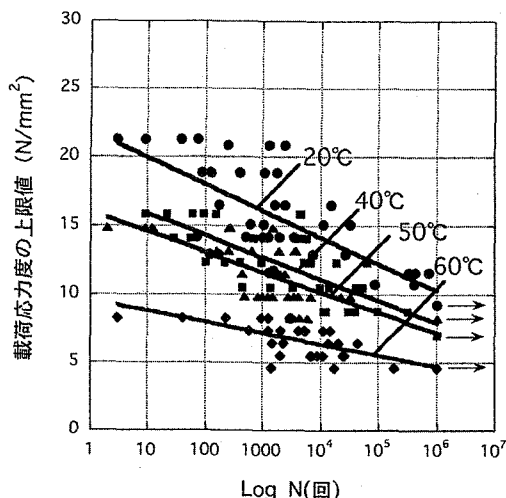


図-3 載荷応力度の上限値と破断回数との関係

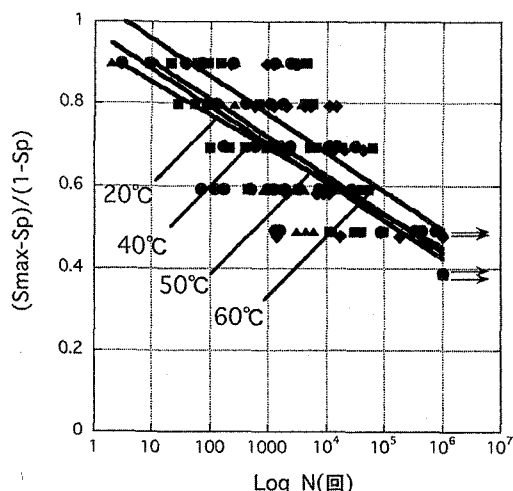


図-4 載荷応力度の上限値と接着強度との比と破断回数との関係

60℃においてその傾向は顕著であった。図-3 は

載荷応力度の上限値と破断回数との関係を表わした S-N 線図である。図-3 から雰囲気温度が上昇するにつ

れて載荷応力度の上限値は低下す

る傾向がみられ、静的引張試験と

同様に 60℃においてその傾向は

顕著であった。表-2 は各雰囲気温

度別の接着強度及び接着疲労強度

(百万回時)と 20℃のそれとの比を

説明している。この表から各雰

囲気温度における接着強度の比と接

着疲労強度の比はほぼ一致してい

る。図-4 は載荷応力度の上限値と接着強度との比 (S_{max} :載荷応力度の上限

値/接着強度、 S_p : 載荷応力度の下限値/接着強度) と破断回数との関係を表わ

した S-N 線図である。図-4 より各雰囲気温度の S-N 線図も切片のパラツキ

はあるものの雰囲気温度 20℃～60℃環境下での S-N 線図の傾きはほぼ一致

している。20℃～60℃までの傾きを表-3 に示す。

表-2 接着強度と接着疲労強度との比較

雰囲気温度	接着強度 (N/mm²)	20℃との比	百万回時接着 疲労強度 (N/mm²)	20℃との比
20℃	22.80	1.00	10.30	1.00
40℃	17.60	0.77	7.95	0.77
50℃	16.40	0.70	7.20	0.70
60℃	9.16	0.40	4.73	0.46

表-3 S-N 線図傾き

雰囲気温度	S-N 線図傾き
20℃	0.08
40℃	0.09
50℃	0.09
60℃	0.09

4 結論

本研究の範囲内で以下のことがいえる。

1 エポキシ樹脂の雰囲気温度 20℃から 60℃までの間における接着疲労特

性を S-N 線図からとらえることができた。S-N 線図において雰囲気温度 40℃、50℃及び 60℃における接着疲労強度(繰返し載荷百万回時)と雰囲気温度 20℃における接着疲労強度とを比べるとそれぞれ 0.77 倍、0.70 倍、及び 0.46 倍であった。このように、エポキシ樹脂の接着疲労強度は静的接着強度と同様に雰囲気温度が高くなると低下傾向を示し、特に 60℃において急激に低下した。

2 雰囲気温度 60℃における接着疲労強度は、20℃における静的接着強度の約 0.18 倍と極めて低くなる事がわかった。従来市販のエポキシ樹脂のカatalog表示性能は、静的接着強度試験から求められているものがほとんどであることから、エポキシ樹脂接着剤をコンクリート表面が高い温度になると予想される現場において使用する際には予想温度下での接着疲労特性の確認が必要であると考えられる。