

V-50 エポキシ樹脂の接着強度に及ぼす温度履歴の影響に関する研究

東北学院大学工学部 学 生 員 ○大平 貴典
 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
 東北学院大学大学院 学 生 員 小野 正之

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、広く産業分野で使用されている。しかし、エポキシ樹脂系補修剤の接着強度の違いや材料の破壊性状における温度の依存性に関する報告は少ない。

そこで、本研究では現在我が国で使われているコンクリート劣化補修用エポキシ樹脂のうち、2 種類のエポキシ樹脂によって接着されたステンレス供試体を低真空型走査電子顕微鏡付き高温疲労試験機（Wet-SEM サーボパルサ）を用いて静的引張試験を行い、冬場などの温度履歴を考慮に入れてエポキシ樹脂の接着強度に及ぼす温度履歴の影響について調べることを目的としている。

2. 実験方法

2.1 実験材料

本実験で使用したエポキシ樹脂は、表—1 に示した 2 種類である。

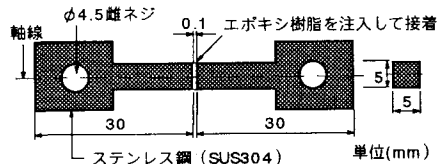
2.2 実験概要

本実験では、接着面が幅 5mm、厚さ 5mm のステンレス（SUS304）供試体を使用した。2 つのステンレス供試体を突き合わせその中央部にエポキシ樹脂を注入、接着したものを 1 つの供試体とした。それを、図—1 に示す。また、静的引張試験を行う際、供試体に曲げ応力がかからないようにするために図—2 に示すようなヒンジを持つ試験器具を作製した。図—3 は実験概要を示したものである。実験は温度履歴あり、または、温度履歴なしの供試体をサーボパルサに固定し静的引張試験を行った。

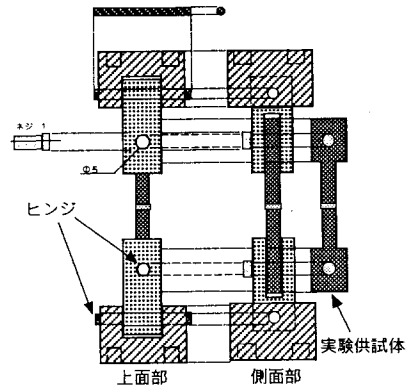
昨年、本研究室の研究でエポキシ樹脂にガラス転移が現象が起こる温度を最高温度として、高温での温度履歴を与える、実験を行った 6 種類の樹脂のうち、5 種類で接着強度の低下を示した（図—4 参照）。そこで、本実験では、昨年度とは対照的に低温での温度履歴を与えた。温度履歴にはエポキシ樹脂をコンクリート構造物に使用するという前提で ASTM C 672 を参考に温度履歴を設定した。実験に用いた目標温度履歴を図—5 に示す。

表—1 コンクリート補修用エポキシ樹脂の主な性質

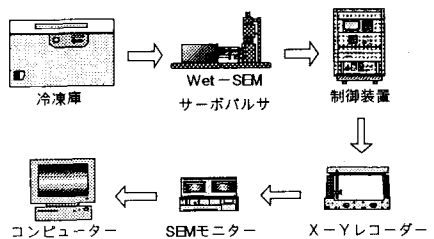
樹脂名	粘性・粘度 (mpa・s)	ガラス 転移温 度 TG (°C)	加熱変化 (%)	硬化 収縮率 (%)
S	500±200	60	—	—
N	500±200	60	4.0	2.0



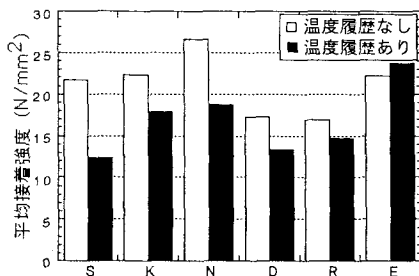
図—1 供試体図



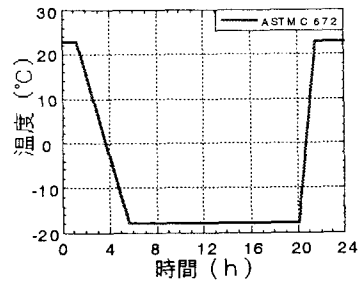
図—2 実験器具図



図—3 実験概要図



図—4 全6種類の接着強度の比較



図—5 温度履歴

3. 実験結果および考察

図—6 は、樹脂 S の強度発現までの養生日数を調べたものである。樹脂 S は養生 6 日目に強度発現したので、1 日の予備期間をとり本実験での養生日数は 7 日間とした。

図—7 は、結果の例として樹脂 S の凍結融解 9 サイクルの温度履歴ありと温度履歴なしのそれぞれの供試体を静的引張試験した結果を示したものである。荷重値別に供試体本数をまとめた樹脂 S のグラフである。温度履歴なしでは 300 N 台～600 台と荷重値がばらつく傾向が見られた。一方、温度履歴ありでは、比較的荷重値が集中している傾向が見られた。また、同様の傾向が樹脂 N でも見られた。

表—2 は、樹脂別に温度履歴ありと温度履歴なしの接着強度平均値の比較を表したものである。凍結融解 9 サイクル後の樹脂 S 及び凍結融解 6 サイクル後の樹脂 N は温度履歴ありにおいて比較すると接着強度の低下を示さず、ほぼ同程度か、それ以上の接着強度が得られた。

温度履歴の影響を受けなかった原因として、高分子物質であるエポキシ樹脂は、特定の温度領域で急激な状態変化を起こすガラス転移現象という性質を持つ。高温で温度履歴を与えた場合はそのガラス転移現象が起こるため、硬い樹脂が軟化し急激な接着強度の低下がみられた。しかし、低温で温度履歴を与えた場合はガラス転移現象が生じないため温度履歴の影響を高温の場合より受けにくいと考えられる。

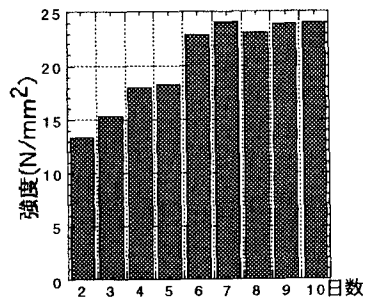
4. まとめ

本研究の範囲内で以下のことが言える。

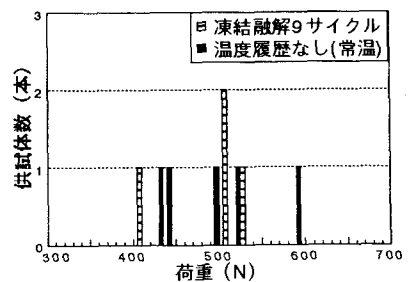
低温での温度履歴ありの供試体と、なしの供試体で静的引張試験を行った結果、樹脂 S は温度履歴なしと同等、もしくは、それ以上の接着強度を示す傾向が見られた。樹脂 N については、温度履歴を受けた場合、強度増加が見られた。この 2 つの樹脂については、氷点下の環境でも、ほぼ常温と同じ接着強度が発揮できると思われる。

〔謝辞〕

本実験の実施に際し、東北学院大学工学部土木工学科平成 16 年度大塚・武田研究室院生、小野正之氏の協力を受けた。ここに謝意を表する。



図—6 養生日数別強度値



図—7 荷重別供試体本数

表—2 樹脂別接着強度

樹脂名	接着強度(N/mm ²)		接着強度低下率(%)
	履歴なし	履歴あり	
S	21.2	20.6	2.8
N	15.0	18.0	-20