

(V-47) 環境条件がコンクリート構造物のひび割れ注入材料に与える影響

○千葉工業大学工学部 学生会員 唐澤 嘉男
 千葉工業大学大学院 学生会員 室川 学
 千葉工業大学工学部 正会員 伊東 良浩
 千葉工業大学工学部 フェロー 足立 一郎

1. はじめに

現在、コンクリート構造物の補修補強工法として多くのひび割れ注入材料が使用されている。これらは、構造物ひび割れの状況やその周辺の環境の違いによって注入材を選択しなくてはならない。本研究では、海岸部周辺などの塩分の影響を受けやすい環境下でのコンクリート構造物におけるひび割れ注入工法に着目し、塩分飛来環境下などを考慮した模擬的な実験により養生環境の変化が各種注入処理を行ったコンクリートに与える影響を検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体

本実験でのコンクリート供試体は水セメント比 50%、発生ひび割れ幅保持用の異形鉄筋 (D13・長さ 38cm) を供試体中央に配置し、10×10×38 (cm) の矩形鉄筋コンクリートを用いた。

2.2 ひび割れ作製

供試体は 28 日間の水中養生を行った後、ひび割れを中央に発生させる為に供試体の打設側面の中央に切り欠きを約 1cm 入れた。次に曲げ載荷試験機により幅が 0.5～1.0mm のひび割れを作製した。曲げ載荷は 3 等分点載荷とし、切り欠き面を底面にした。切り欠き部分の側面にはπゲージを取り付け、ひび割れ幅を測定した。

2.3 注入材

本実験では 3 種類の注入材を用いる。表-1 に実験に用いたコンクリートと注入材の物性値を示す。エポキシ樹脂は弾性係数、圧縮係数ともコンクリートとほぼ同値である。圧縮特性としてはコンクリートに近い性質を持っている。セメント系樹脂は非常に弾性係数が高いが圧縮強度は一番低く、脆性的性質を持ち、アクリル系樹脂は塑性的性質を持つ。

表-1 注入材の強度

	コンクリート	エポキシ樹脂	アクリル系樹脂	セメント系樹脂
弾性係数 (N/mm ²)	2.85×10^4	2.72×10^4	0.74×10^4	9.21×10^4
圧縮強度 (N/mm ²)	42.3	49.4	26.2	20.2

2.4 環境条件

注入処理済みの供試体を (i) 水中養生 (ii) 海水養生 (iii) 気中養生の 3 種類の方法で養生する。水中養生は常に水の影響を受けやすい場所 (下水管など) を、海水養生は海水、暴露養生は海岸およびその周辺を模擬して設定してある。

2.5 共振周波数測定

供試体の損傷を確認する為に、打音法による共振周波数測定を実施する。本研究では次の各実験段階で周波数を測定する。(i) 供試体作製時 (ii) ひび割れ発生直後 (iii) 注入処理後 (iv) 水中、海水、気中養生後

2.6 ひずみ作製

注入後の供試体に 0.5tf の載荷荷重を加え、供試体にひずみを与える。試験方法は図 1 に示す。このひずみは注入箇所に対し、温度変化による引っ張りひずみを想定したものである。本実験では各環境条件がコンクリート供試体に与える挙動を明確にするために載荷試験を行う。

2.7 再載荷

図-1 において開口幅が 0～1.0mm まで増大していく時、0.1mm ごとの載荷荷重を測定する。この試験を通して、養生後の供試体の強度を見ることが出来ると共に、この値から各養生が供試体にもたらす影響を検討することが出来る。

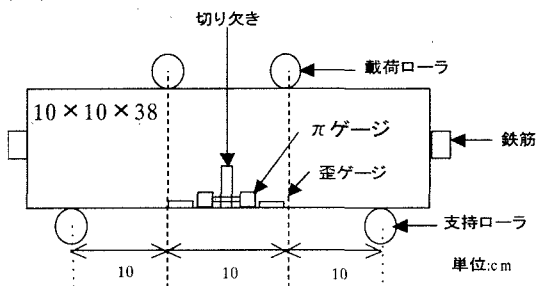


図-1 曲げ載荷試験方法

3. 実験結果および考察

3.1 共振周波数の測定

養生環境を変化させ、注入後、ひずみ発生後、養生後における各供試体の共振周波数を検討した結果の一部を図-2、3 に示す。図-2 は水中養生を行ったものであり、

キーワード：ひび割れ注入材、海岸部周辺環境、エポキシ樹脂、アクリル系樹脂、セメント系樹脂

連絡先：〒2075-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 Tel：047-478-0440 Fax：047-478-0474

図-3は海水養生をおこなったものである。図-2,3より、各供試体ともに注入後からひずみ発生後において、共振周波数は低下する傾向が認められた。図-2のひずみ発生後から養生後への変化を見ると、水中養生の場合はアクリル系樹脂およびエポキシ樹脂は養生後においても共振周波数にほとんど変化は認められないが、セメント系樹脂は大きく変化しアクリル系樹脂およびエポキシ樹脂と同等の値を示している。また、図-3のひずみ発生後から養生後においては3種類の樹脂ともに共振周波数は変化が認められたが、中でもセメント系樹脂の変化の度合いが他のものより大きい傾向が認められた。以上の共振周波数の検討結果より、アクリル系樹脂およびエポキシ樹脂は水中養生の影響をほとんど受けないが、海水養生の場合は変化しており一つの要因として塩分の影響が考えられる。セメント系樹脂は水中および海水養生ともに大きく変化しており水分の影響を強く受けるものと推察される。また、水中養生の場合に比べ、海水養生における共振周波数の変化がし、その要因の一つとして注入部分への海水の浸入が考えられる。このことは、図-2におけるアクリル系樹脂およびエポキシ樹脂の結果より、セメント系樹脂を注入した躯体というよりも注入部分から水または海水といった外部因子の進入が大きく影響しているものと推察される。

3.2 再載荷試験

ここでは、前節で示した養生環境の影響を大きく受けるセメント系樹脂に着目し、開口幅と載荷荷重との関係を合わせて吟味する。再載荷試験結果の一部をそれぞれ図-4, 5に示す。図-4はセメント系樹脂の水中、海水、気中養生における開口幅と載荷荷重との関係を示している。図より、開口幅0.2mm程度までは水中および海水養生、気中暴露とも同様な傾向が認められるが、開口幅が1mmにおいて、海水養生は水中養生および気中養生に比べ大きく下回る値を示している。このことからセメント系樹脂は、本実験での養生環境の中でも海水養生によって注入部分における界面の付着性などに大きく影響されていることが推察される。図-5は3種類の注入材の海水養生における開口幅と載荷荷重との関係を示している。図-4より、セメント系樹脂における開口幅の増加に伴う載荷荷重はアクリル系樹脂およびエポキシ樹脂に比べ、低い値を示す傾向が認められる。これより、前節の共振周波数の変化においても示したが、3種類の樹脂ともに養生環境のうち海水養生により影響を受ける傾向があり、中でもセメント系樹脂がその影響程度が大きいものと考えられる。

4. まとめ

本実験より、セメント系樹脂は養生環境によって大きく変化し、水分の影響を強く受けるものと考えられた。その要因の一つとして、注入部分からの水または海水の浸入が大きく影響しているものと推察された。

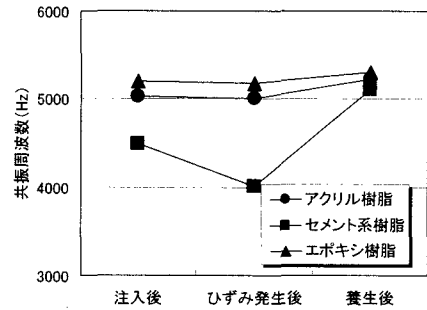


図-2 水中養生と共振振動数の関係

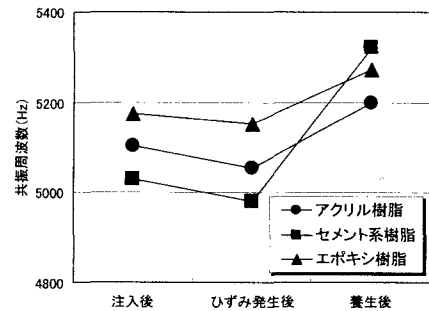


図-3 海水養生と共振振動数の関係

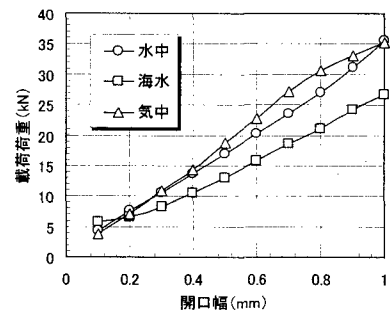


図-4 セメント系樹脂における再載荷試験結果

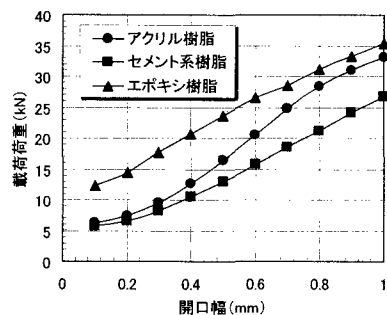


図-5 海水養生における再載荷試験結果