

# ひび割れを有する小型 RC 梁の凍害/塩害による強度低下に関する実験的検討

吉田 周平

釧路工業高等専門学校 教育研究支援センター 建設・生産グループ

## 1. はじめに

積雪寒冷地では、冬季のスリップ事故等の防止のために塩類を主成分とする融雪剤が道路に散布されており、道路周辺のコンクリートの凍害劣化が進行していることが指摘されている<sup>1)</sup>。また、私達が住んでいる日本は島国であり海に面している地域が多く、海塩の飛来の影響も考慮する必要がある<sup>2)</sup>。

本研究では、ひび割れを有する RC 梁を模した試験体について CIF/CDF 試験装置を用いて塩化カルシウム水溶液、塩化ナトリウム水溶液および純水に浸漬して凍結融解試験を行い、スケーリング（表面剥離）劣化と相対動弾性係数による性能評価を行い、ひび割れを有する試験体とひび割れない試験体について劣化の進行速度の差異および劣化後のせん断強度の低下について検討を行う。

## 2. 実験計画

### 2-1 実験試験体

本実験では 100×100×400mm の梁型試験体に図-1 のように D10 の鉄筋を 4 本配筋したものを 12 体作製した。養生後、2 体は 3 等分点載荷試験を行い、残る 10 体は CIF/CDF 試験により劣化を与えた後に強度試験を行う。なお、10 体中 6 体は 50kN まで載荷してひび割れを入れた状態で凍結融解試験を行った。

表-1 調査表

W/C [%]	s/a [%]	質量 [kg/m <sup>3</sup> ]			
		W	C	S	G
65	48.8	205	315	851	941

表-2 練り上がり性状

スランブ [cm]	練り温度 [°C]	空気量 [%]	圧縮強度 [N/mm <sup>2</sup> ]	割裂強度 [N/mm <sup>2</sup> ]
13.2	22	5.6	28.2	2.89

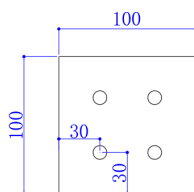


図-1 試験体断面と鉄筋配置

### 2-2 CIF/CDF 試験

CIF/CDF 試験では 10 体の試験体の鉄筋が露出している妻面をブチルゴムアルミテープで覆い、塩化カルシウム、塩化ナトリウムの 3% 水溶液 (CDF 法) および純水 (CIF 法) を CIF/CDF 試験装置に入れ図-2 のようなサイクルで 1 日 2 サイクルの下面吸水状態での一面凍結融解サイクルを繰り返す。今回の実験では、質量、1 次共鳴振動数、剥離量の測定、および目視による劣化状態の観察を行った。なお、剥離量は測定時に溶液をろ過後、剥離片を 120°C で 24 時間乾燥させ、剥離片の絶乾質量を測定した。

### 2-3 せん断強度試験

凍結融解試験後の試験体 10 体を写真-1 に示すように 3 等分点載荷により、せん断強度実験を行った。

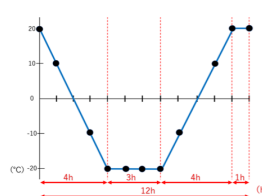


図-2 凍結融解サイクル 写真-1 せん断強度実験

## 3. 実験結果および考察

### 3-1 相対動弾性係数

表-3 に試験体の条件一覧、図-3 に凍結融解サイクルと相対動弾性係数の関係を示す。なお、相対動弾性係数の値は同種 2 体の平均値とした。図-3 より、サイクル数の増加とともに相対動弾性係数が低下しており、凍害劣化進行したことが確認できる。

まず、溶液の違いで比較すると、塩化ナトリウムが最も低下しており、純水、塩化カルシウムの値に差はみられない。また、全体的に相対動弾性係数は 90% に達していない。

次に、ひび割れの有無により比較すると、ひび割れの有無による明確な差はみられない。このことから、ひび割れの入ったところから溶液は侵入しているが鉄筋に侵食しておらず、鉄筋の腐食がないため差が見られなかったのではないかと考えられる。

表-3 試験対条件一覧表

試験体	溶液	ひび割れ
No.1・2	純水	有
No.3・4	塩化ナトリウム	有
No.5・6	塩化カルシウム	有
No.7・8	塩化ナトリウム	無
No.9・10	塩化カルシウム	無

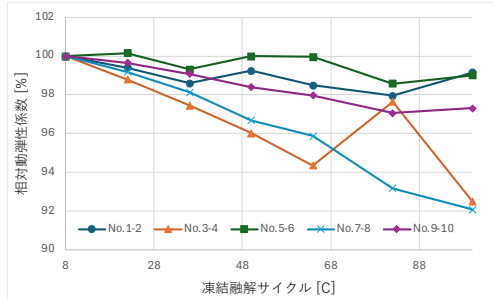


図-3 相対動弾性係数の変化

### 3-2 剥離量

図-4 に凍結融解サイクル数と質量の関係、図-5 に凍結融解サイクル数と剥離量の関係を示す。なお、質量および剥離量の値は同種 2 体の平均値とした。

まず、溶液の違いで比較すると、剥離量は塩化ナトリウム、塩化カルシウム、純水の順に多くなっており、塩化ナトリウムはほか 2 つの溶液に比べ劣化が激しい。

次に、ひび割れの有無により比較すると、剥離量は 64 サイクルまではひび割れの入っていないほうが多く、64 サイクル以降は逆にひび割れの入っているほうが多くなっている。

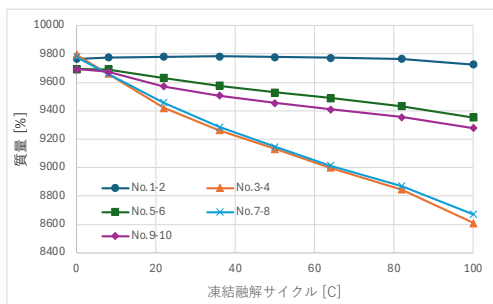


図-4 質量の変化

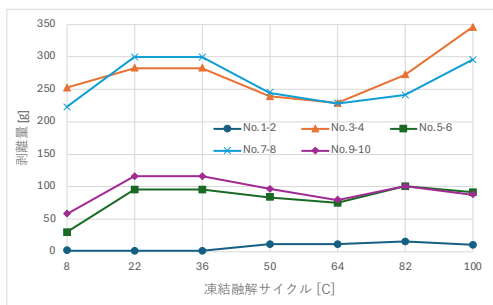


図-5 剥離量の変化

### 3-3 劣化状況およびせん断強度実験結果

写真-2、写真-3 に凍結融解試験および曲げ強度試験後の試験体（吸水面）の写真を、図-6 に破壊荷重の比較を示す。図には、凍結融解試験前の破壊荷重も点線で示した。強度実験での破壊状況は、凍結融解試験前は付着せん断破壊であったが、試験後はせん断破壊であった。

まず、写真を見ると塩化ナトリウムは純水に比べ剥離量が多くなっており、劣化が激しいと考えられる。

次に、せん断破壊荷重を比較すると、塩化ナトリウム、塩化カルシウム、純水の順に破壊荷重が低下している。また、ひび割れの有無による明確な差はみられない。

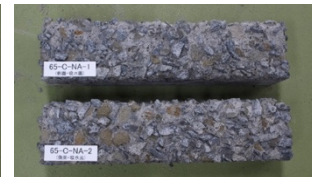
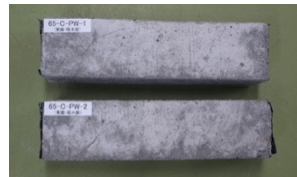


写真-2 純水・ひび割れ有 写真-3 NaCl・ひび割れ有

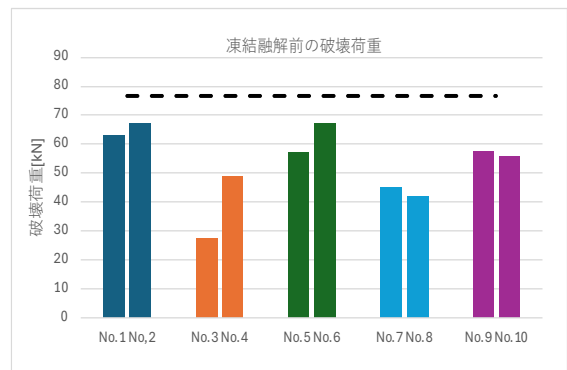


図-6 破壊荷重

## 4. まとめ

本実験では、ひび割れを有する試験体とひび割れない試験体について劣化の進行速度の差異および劣化後の強度の違いについて検討を行った。その結果、ひび割れの有無による劣化の進行状況および劣化後の破壊荷重に明確な差はみられなかった。また、凍結融解試験前後では、破壊形式に違いがみられた。

### 参考文献

- [1] 中村拓郎他 4 名：ポーラスコンクリートの塩分供給下での耐凍害性、コンクリート学年次論文集 2008 年
- [2] 田口拓磨他 1 名：各種コンクリートの表層剥離に及ぼす塩類の影響、釧路高専卒業論文 2021 年