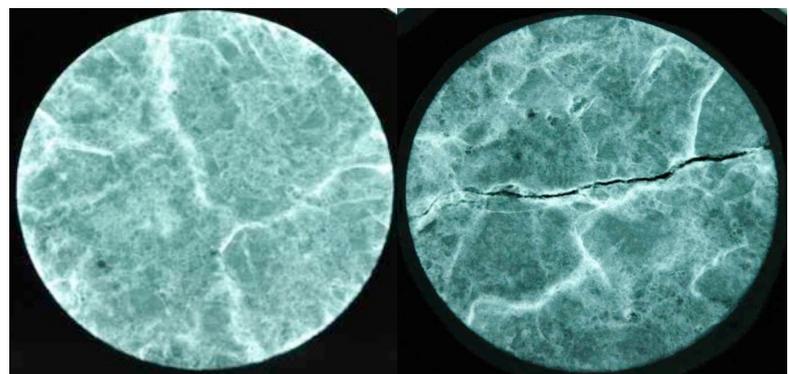


# 津波を受けた鉄筋コンクリートの塩分浸透状況

東北学院大学 学生会員 ○高橋 尚己  
東北学院大学 非会員 佐々木 俊亮  
東北学院大学 正会員 武田 三弘

## 1.はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災において多くのコンクリート構造物が地震や津波の被害を受けた。今回の地震では地震動そのものによる被害は軽微であったが、津波による被害は甚大であった。現在は震災からの復興作業が進められているが、地震及び津波に耐えた構造物の補修・維持管理については懸念すべき点が幾つかある。一つ目は地震動によって発生した軽微なひび割れである。特に東北地方においては冬期に凍結融解作用が起りやすく、場所によっては凍結抑制剤がまかれているため塩害が生じることもある。軽微なひび割れ箇所においてもこのような作用が働いた場合、耐久性に与える影響は大きいものと思われる。この影響を考慮するためにも、現状のひび割れ性状を正確に把握することは重要である。二つ目は、津波による浸水を受けながらも供用・使用されている鉄筋コンクリート構造物である。今回の津波によってどの程度の塩分がコンクリート中に浸透したのか、また内部の鋼材腐食にどれほどの影響を与えるかは不明である。そこで、本研究室では現場調査として、地震により軽微なひび割れが発生した箇所のコンクリート内部におけるひび割れ発生状況の調査と、津波を受けた土木構造物と建築構造物の塩分浸透状況を調べた。また、室内において、各種条件を変えたコンクリートの海水浸透実験を行い、塩分の浸透性状を調べ、現場調査結果との比較を行った。



目視によるひび割れ無し

(表層)

目視によるひび割れ有り

(表層から4層目)

写真-1 X線造影画像

## 2.実験概要

現場調査としては、地震により軽微なひび割れが生じたコンクリート構造物からコアを採取し、ひび割れ周辺の状態について、X線造影撮影法を用いて調べた。また、津波を受けた土木構造物と建築構造物からコンクリート粉末を採取し、蛍光X線解析装置を用いて塩化物イオン濃度を調べた。さらに、実験室内における海水浸漬実験においては、コンクリートの強度を20、29および41N/mm<sup>2</sup>の3種類、乾燥温度を20℃、40℃および60℃の3種類、海水浸漬時間を12h、24h、36hおよび48hの4種類に設定して行った。

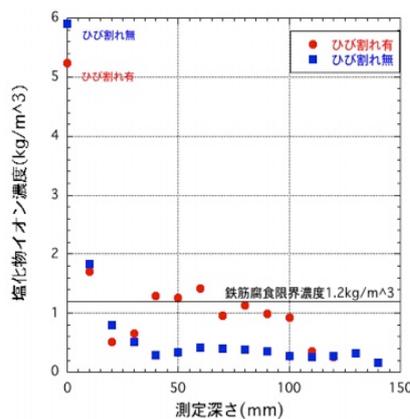


図-1 ひび割れの有無による比較

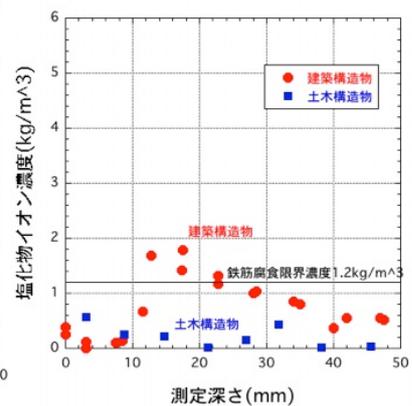


図-2 建築構造物と土木構造物の比較

キーワード コンクリート内部微細ひび割れ, 津波塩分, 塩化物イオン濃度分布

連絡先 〒985-8537 宮城県多賀城市中央1-13-1 TEL 022-368-7479

### 3. 実験結果及び考察

**写真-1** は地震によってひび割れが発生した箇所と発生していない箇所について X 線造影撮影法によりひび割れを検出した結果である。写真中の白く見える箇所が微細ひび割れや空隙である。**写真-1** より、目視による地震ひび割れが発生していない箇所においても微細ひび割れが生じていることがわかった。また地震ひび割れが生じた箇所においては、そのひび割れ周辺に多くの微細ひび割れが発生していることが確認できた。

**図-1** はひび割れによる津波塩分の浸透の影響を調べるため、津波に浸漬した橋脚に対して、ひび割れを有している箇所と有していない箇所の塩化物イオン濃度を測定した結果を示したものである。この図より、地震ひび割れを有していない箇所ではコンクリート内部の塩化物イオンは平均  $0.21\text{kg/m}^3$  にに対し、地震ひび割れを有している箇所では平均  $0.73\text{kg/m}^3$  (最大  $1.79\text{kg/m}^3$ ) という結果となった。これは、ひび割れを通して内部まで海水が浸透した影響と考えられる。最大塩化物イオン濃度は、鋼材の腐食限界を超えているため、補修時には十分注意が必要であると思われる。

**図-2** は津波によって浸漬した土木構造物と建築構造物のコンクリート表面から内部の塩化物イオン濃度分布を比較したものである。この図より土木構造物内部の塩化物イオン濃度は平均  $0.47\text{kg/m}^3$  にに対し、建築構造物内部では平均  $0.95\text{kg/m}^3$  という結果となり、土木構造物と比べて高い塩分濃度分布が得られた。これらの構造物の塩化物イオン濃度に差が出た理由を調べる為、海水を用いた浸漬実験を行った。

**図-3、図-4 および図-5** は、浸漬時間、コンクリート強度およびコンクリート表面の乾燥温度を変化させた浸漬実験における塩化物イオン濃度分布を示している。この結果より塩化物イオン濃度を高くする要因として、コンクリート表面の乾燥温度、コンクリートの強度、海水の浸漬時間の順に影響を及ぼす結果となった。

### 4. まとめ

本実験の範囲内で以下のことが言える。

- (1) 表層部では 1 本にしか確認できないひび割れにおいても、内部ではそのひび割れ周辺に多数の微細ひび割れが発生していることが分かった。また、津波を受けた橋脚の塩分調査において、ひび割れが発生していない箇所と比べると発生している箇所の塩化物イオン濃度は、内部まで高濃度になっており、補修の際にはこの塩分を考慮した対策が必要だと思われる。
- (2) 津波を受けた土木構造物内部の塩化物イオン濃度は基本的に低いが、津波を受けた建築構造物においては高い濃度を示す結果となった。
- (3) 室内海水浸透実験の結果、コンクリート内部の塩化物イオン濃度が高くなる要因として、コンクリートの乾燥温度、コンクリートの強度、海水の浸漬時間の順に影響される結果となった。

### 謝辞

本研究は社団法人東北建設協会、平成 23 年度(第 17 回)建設事業に関する技術開発支援を受け、東日本大震災に関する東北支部学術合同調査委員会第 5 部門(コンクリート工学)構造物調査 SWG の協力で行ったものである。ここに記して謝意を表す。

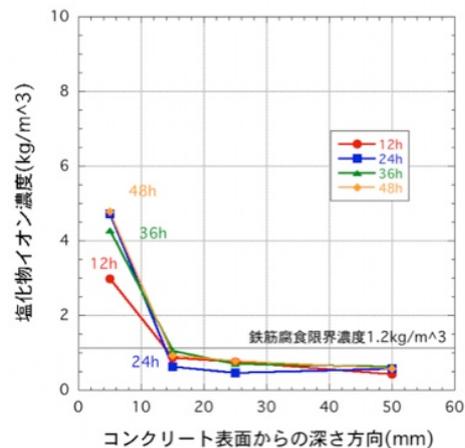


図-3 海水の浸漬時間による比較

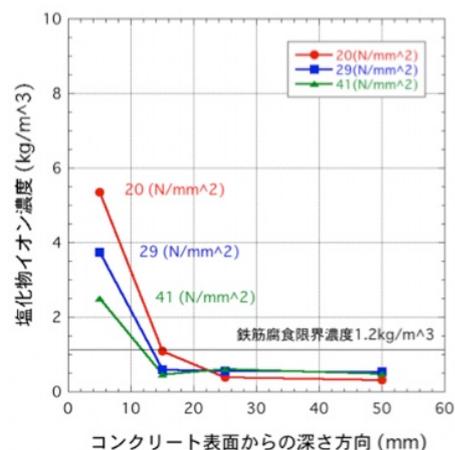


図-4 コンクリート強度による比較

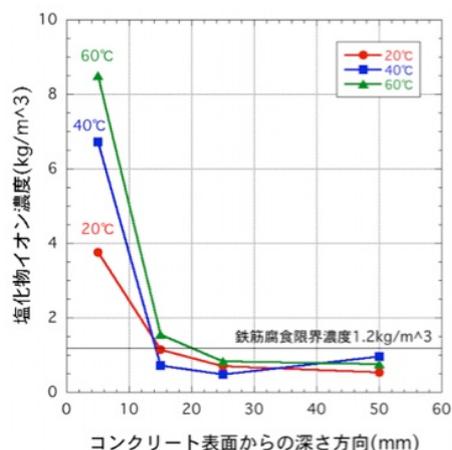


図-5 コンクリート表面の乾燥温度による比較