

凍結防止剤による塩害を受けた PC けたの耐荷性状に関する数値解析

弘前大学 正会員 ○上原子 晶久
 日本大学 正会員 子田 康弘
 日本大学 正会員 岩城 一郎

1. 目的

鉄筋コンクリート構造物において、海洋からの飛来塩分による塩害については、調査実績や研究成果の集約により性能照査の方法が確立しつつある。一方で、積雪地や寒冷地において散布される凍結防止剤に由来する塩害については、飛来塩分による塩害と比較してそれに関する研究事例が少ない現状にある。以上を踏まえて本稿では、内陸部で凍結防止剤による塩害を受けた PC 橋について 3 次元有限要素解析により、その耐荷性状について検討した。

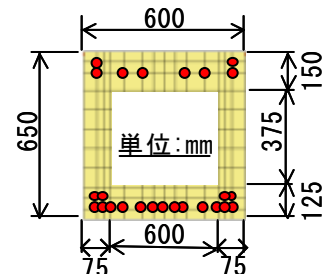


図-1 対象構造物の断面図

2. 対象構造物 とその劣化状況

解析の対象となる構造物は、東北地方の内陸部で凍結防止剤の散布により塩害を受けた PC 床版橋である。橋梁の詳細を表-1、図-1、並びに図-2 それぞれに示す。本橋は 14 径間で構成されており、そのうち 1 径間の上部工は 14 主桁が横締めにて連結されている。桁の種類は PC ホロー桁である。2008 年に行われた詳細調査において、かぶりの剥落や PC ストランドの破断など著しい損傷が確認されたため、2009 年に撤去と埋戻しが行われた。

表-1 対象構造物の諸元

竣工年	1975年	橋長	229.6m
上部工形式	プレテンション方式 14径間単純PC中空床版橋		

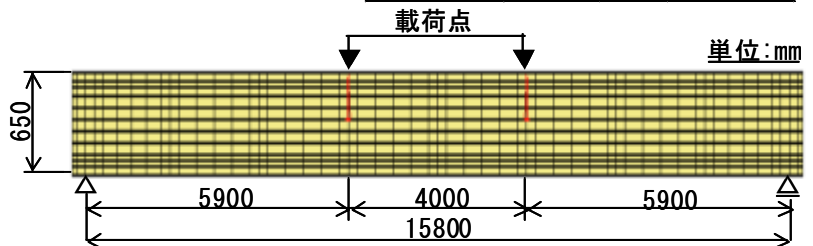


図-2 対象構造物の側面図

解体前の目視による確認、並びに日本大学工学部に搬入した約 1m に切断した桁ブロックを詳細に調査した結果、以下の劣化状況が確認された。まず、PC ストランドについては、図-3 に示すように第 4 径間では 5 本が、第 12 径間では 7 本がそれぞれ破断していた。以上のような破断は、いずれの径間も上部工再外縁の 01 桁で生じていた。一方で、切り出したブロックのはつり調査を行ったところ、PC ストランドの破断部近傍以外のストランドは腐食が認められなかった。

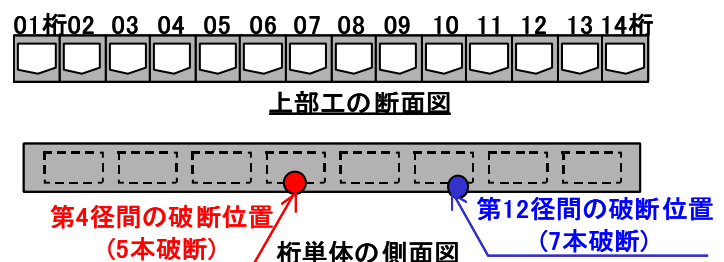


図-3 PCストランドの破断状況

3. 有限要素解析における劣化のモデル化

前章にて示した劣化状況を、以下のように有限要素モデルへ反映させた。なお、本解析では、PC ストランドの破断が確認された第 4 径間、および第 12 径間の劣化状況をモデル化するものとする。



図-4 PCストランドの破断のモデル化(赤字が破断)

- ・ 図-4 に示したように、PC ストランドの破断は要素の一部を取り除いて劣化をモデル化する。
- ・ 本解析では PC ストランドの破断のみを考慮するものとし、腐食による断面欠損を考慮しない。

キーワード 凍結防止剤、塩害、PC 桁、有限要素解析、鋼材破断

連絡先 〒036-8561 青森県弘前市文京町 3 番地 弘前大学大学院理工学研究科 TEL 0172-39-3620

- ・ PC ストランドのみの劣化を考慮し、せん断補強鉄筋の腐食を考慮しないことにした。これは、モデル化の簡便を優先したことによる。
- ・ コンクリートの弾性係数を健全時の 1/1000 とした弾性体要素を配置してかぶりの剥落を模擬した。

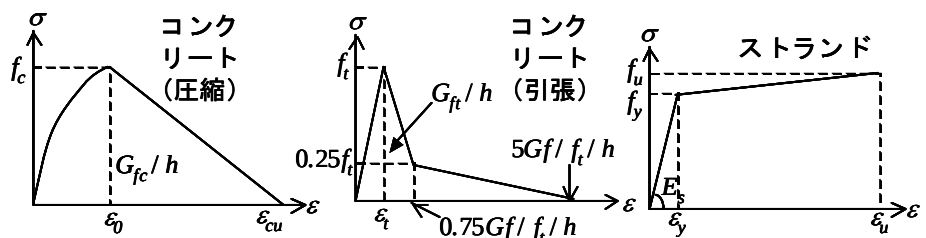


図-5 材料の構成モデル

表-2 材料定数

コンクリート		PC鋼材		スターラップ
圧縮強度	50N/mm ²	降伏強度	1600N/mm ²	380N/mm ²
引張強度	3.12N/mm ²	引張強度	1850N/mm ²	-
弾性係数	31.3kN/mm ²	弾性係数	200kN/mm ²	200kN/mm ²
有効プレストレス	1090N/mm ²	破断伸び	5%	-
		断面積	92.9mm ²	71.3mm ²

4. 解析方法

汎用有限要素コード DIANA Ver. 9.3 を用いた。使用した材料の構成モデルを図-5 に、材料定数を表-2 にそれぞれ示す。なお、鋼材は埋込鉄筋要素を用いてモデル化した。従って、鋼材とコンクリートとは完全付着となる。有限要素モデルのメッシュ図を図-1 と図-2 に示す。解析上の载荷は、桁中央に等曲げモーメント区間が生じるように、図-2 の要領で桁中央部の 2 箇所の橋軸直方向に载荷を行った。

5. 解析結果と考察

図-6 に荷重と中央変位との関係を示す。まず、弾性域に着目すると、ストランドの破断によりプレストレスが損失した劣化桁において、弾性域が減少していることが分かる。さらに、この図より、PC ストランドの破断が生じることにより、荷重変位曲線の第二折れ曲がり点である降伏荷重が低下することが分かる。また、荷重変位曲線の終点である終局荷重も PC ストランドが破断することにより低下することが分かる。さらに、健全時では、上縁コンクリートが圧壊することにより終局となっている。一方で、劣化桁では、健全な PC ストランドの本数が減少している軸方向位置で PC ストランドが破断することにより終局となっている。続いて終局変位に着目すると、第 4 径間と第 12 径間の劣化桁では、終局変位が大きく異なる計算結果が得られた。具体的には、第 4 径間の終局変位は、第 12 径間のそれよりも約半分程度に低下している。これは、PC ストランドの破断箇所が最大曲げモーメント区間にあるか否かにより、健全な PC ストランドが破断する時のたわみ量に差異が生じるためである。以上を確認するため、図-7 に PC ストランドの応力と中央変位との関係を示す。ここで、PC ストランドの応力は破断部に隣接するストランドの応力の相加平均である。この図より、最大曲げモーメント区間で PC ストランドの破断が生じている第 4 径間のストランド応力は、第 12 径間のそれよりも少ないたわみ量で低下していることが確認できる。今後は、以上の知見に基づいて上部工全体の解析を実施し、劣化桁の本数やその偏在の影響について明らかにする予定である。

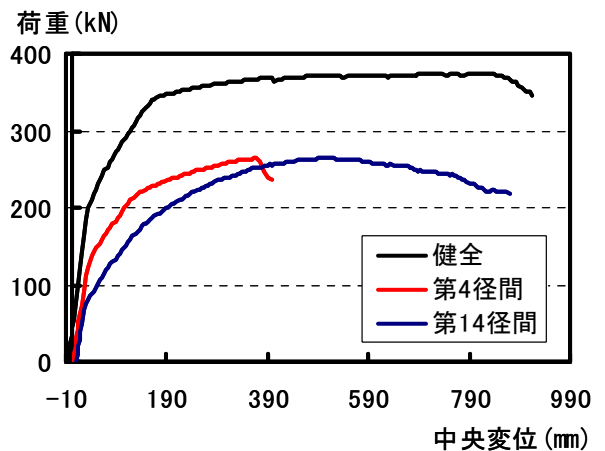


図-6 荷重と中央変位との関係

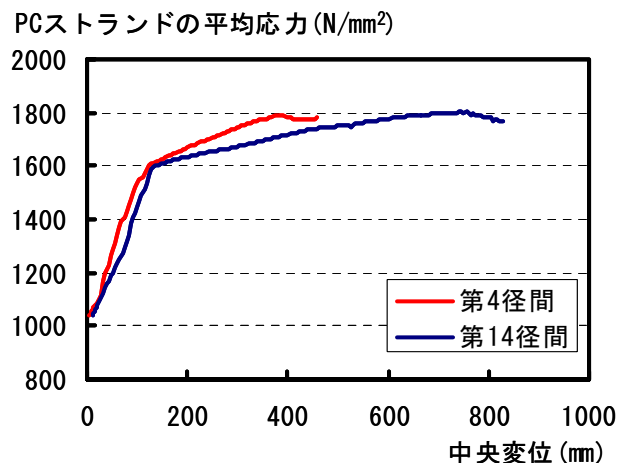


図-7 PCストランドの平均応力と中央変位との関係

謝辞：本研究は、国土交通省 東北地方整備局 東北技術事務所および秋田河川国道事務所の協力を得て、RC 床版の疲労耐久性モニタリング研究会で実施された共同研究の一部である。さらに、実施にあたっては、平成 21 年度 弘前大学理工学研究科長重点研究の助成を受けた。末筆ながら、関係各位に深く感謝する。