

アルカリ骨材反応により劣化した構造物基礎の劣化判定手法の開発

香川大学大学院 正会員 ○青木宏明
 香川大学大学院 学生会員 山本翔大
 香川大学 フェロー会員 松島学

1. はじめに

近年、アルカリ骨材反応によるコンクリート構造物の劣化が社会問題となっている。構造物基礎は大部分が地中に埋まっているため、現状の基礎体の劣化状況を把握することが困難な状態にある。著者らは、アルカリ骨材反応により劣化を生じた構造物基礎を対象とし、構造物の劣化の現状評価を行うために、アルカリ骨材反応を巨視的にモデル化した数値解析手法を提案している¹⁾。本研究は、目視調査が可能な構造物基礎の天端部の劣化度合から基礎体の耐荷力を推定、引揚荷重との比較から安全性を評価する。

目視調査が可能な基礎体天端部のひび割れを用いて、対象とする構造物基礎の劣化判定を行う。評価は劣化度レベルを用いて、健全な状態である A から劣化が進行している C までの三段階で評価した。ASR によって基礎体天端部には、図 1(a)に示すような放射状のひび割れとそれを結ぶ同心円状のひび割れが発生する。基礎体天端部のひび割れ幅の調査から最大値の特性値を求め、調査対象とする構造物基礎の劣化度レベルを設定する。基礎体天端部で、表面に発生しているひび割れ幅を 10cm ごとに計測し、図 1(b)に示すようなスケッチを行った。調査を行った計 15 基の劣化度レベルとひび割れ幅の特性値の関係を図 2 に示す。劣化度レベルは掘削調査や数値解析を行い、専門家によって総合的に判断した劣化度レベルである。劣化度レベルのしきい値はそれぞれ 0.4mm, 0.8mm とすると専門家の判断する劣化度レベルとおおよそ一致する。

2. 引揚荷重に対するせん断耐力の予測式

構造物には風荷重が部材を介して圧縮や引揚力として図 3 のように基礎に伝達される。構造物基礎の耐荷力を評価する上で重要なのは、危険な破壊モードを伴う引揚荷重とされている。引揚力を受ける基礎体の安全性評価を行うために、コンクリート標準示方書の床板の引拔せん断耐力式を用い、ASR による耐力低下を考慮した耐力算定式を式(1)で提案する。

$$\begin{aligned} nP_u &= \beta_d P_c + \alpha_d P_s \\ nP_u &= U_p \cdot d_{at} \cdot \beta \tau_p + \sum \alpha \cdot \Delta \sigma_i \cdot A_{si} \end{aligned} \quad (1)$$

ここで U_p : せん断面長さ, d_{at} : 有効せん断長さ, β : コ

ンクリートの残存耐力の低下率, α : せん断補強筋の残存耐力の低下率, $\Delta \sigma_i$: せん断補強筋の残存応力, A_{si} : 鉄筋の断面積である。構造物基礎のせん断破壊面は図 3 に示すように取付板といかり材の接合面を接点とし、45 度の角度を成す面と仮定した。

コンクリート部が分担する耐力の低下率 β は、図 4 に示す ASR による圧縮強度の低下率と経年変化の関係²⁾からモデル化を行った。平均圧縮強度比は施工後 10 年程度まで低下が著しく、その後は低下勾配が緩やかになる傾向があることが文献²⁾で示されている。劣化予測手法では劣化度レベル B と C の圧縮強度比を 0.8 と設定した。残存耐力の低下率 β は式(1)の耐力算定式から、図 5(a)のように 0.89 となるようモデル化した。

せん断補強筋の残存耐力の低下率 α は、数値解析を行った構造物基礎の計 5 基のせん断補強筋の残存耐力の低下率から求めた。数値解析では劣化度レベル B を 2 基、劣化度レベル C を 3 基行っている。図 6(a)は各構造物基礎のせん断破壊面にあるせん断補強筋の数値解析による応力状態を模式的に表したもので、ASR によりせん断破壊面に配置された鉄筋に発生した応力を降伏応力から除した残存応力を求め、その平均値の無次元量を残存応力の低下率と定義した。なお、図 6(b)に示すように発生した応力の半分はクリープにより応力緩和されるとして求めた。つまり、弾性状態のときは A から B へ、降伏しているときは C から D へと応力が半分になると仮定した。残存応力の低下率を図 4(b)に示す。残存応力の低下率は劣化が進むと低下する傾向があり、各劣化度レベルの残存応力の低下率の平均値を劣化モデルの低下率として定義した。

3. 提案する耐力算定式を用いた安全性評価

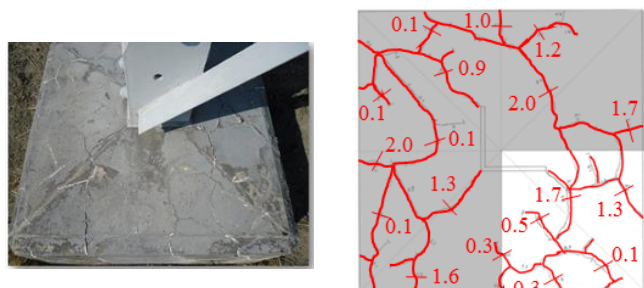
基礎体床板部の引拔せん断耐力の耐力算定式を用いて、引揚力に対する ASR により劣化した鉄塔基礎の安全性評価を行う。図 6 に代表的な ASR を生じた基礎体 6 基の安全率と劣化度レベルの関係を示す。劣化度レベルが高くなるにつれて安全率が小さくなる傾向がみられたが、引揚荷重の大きさなどの各基礎体個別の要因によって一概に小さくなるわけではない。劣化度レベル B でも 2.0 近傍の値となる構造物基礎も存在することがわかった。

キーワード: ひび割れ解析, アルカリ骨材反応, 数値解析, 劣化予測

連絡先: 香川大学工学部 〒761-0301 香川県高松市林町 2217-20 TEL087-864-2015

参考文献

- 1) 岡 孝二, 吉田 秀典, 松島 学, 横田 優: アルカリ骨材反応によるコンクリートのひび割れ発生モデルの構築と解析手法の提案, 土木学会論文集 A63 (4), 744-757, 200
- 2) 川島 恭志, 幸左 賢二, 松本 茂, 三浦 正嗣: 構造物の調査結果に基づいた ASR 劣化度の定量評価, 土木学会論文集 E2, pp.108-109, 2011



(a) 表面ひび割れ (b) ひび割れスケッチ

図1 基礎体天端部の ASR による放射状ひび割れ

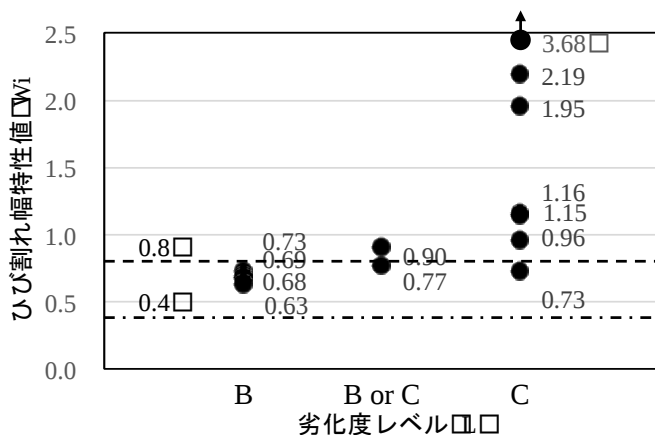


図2 ひび割れ特性値と劣化度レベルの関係

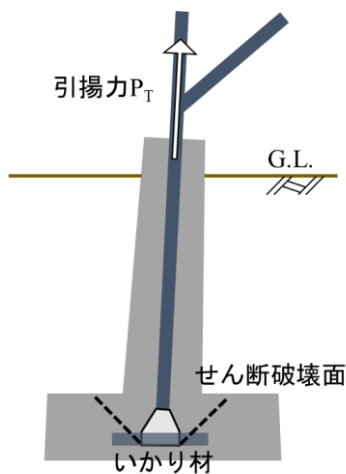


図3 基礎体に伝達する引揚力

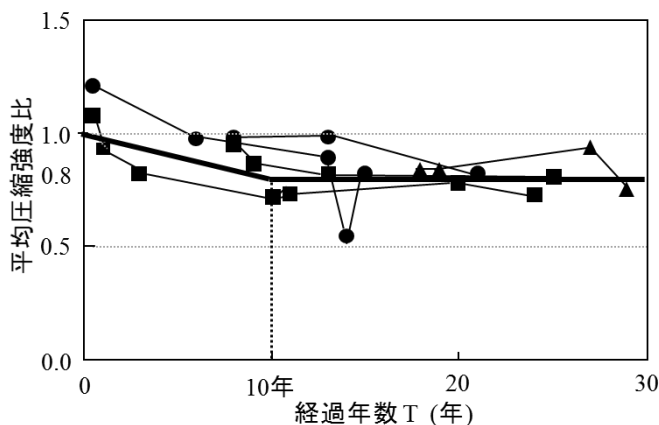
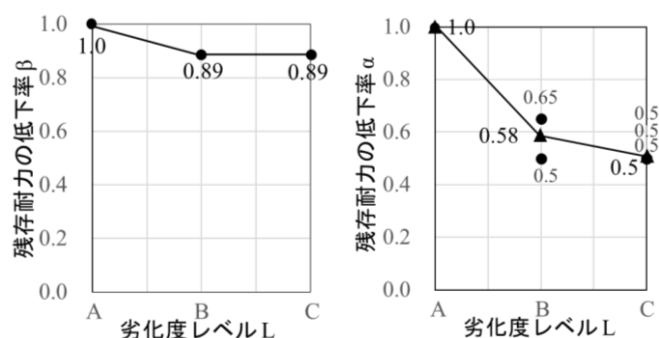
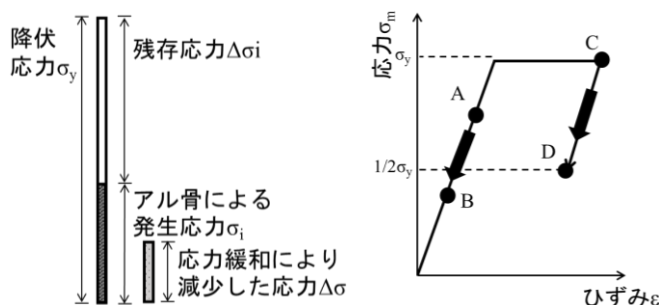


図4 平均圧縮強度と経過年数の関係²⁾



(a) コンクリート (b) せん断補強筋

図5 残存耐力の低下率と劣化度レベルの関係



(a) 応力状態の模式図 (b) 応力緩和

図6 せん断破壊面に位置するせん断補強筋の応力状態

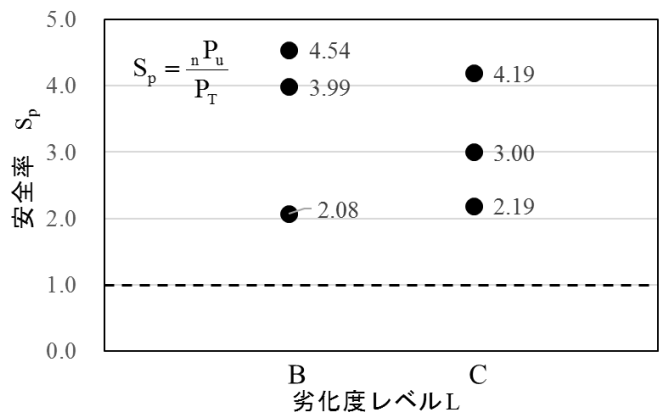


図7 ASR を生じた基礎体の安全率と劣化度レベルの関係