アルカリ骨材反応により発生するコンクリート構造物のひび割れのモデル化

香川大学大学院	学生会員	○岡 考	<u>*</u>
(株)四国総合研究所	正会員	横田	優
香川大学工学部	正会員	吉田	秀典
香川大学工学部	正会員	松島	学

1. はじめに

アルカリ骨材反応による反応生成物の膨張量は, コンクリート中のアルカリ量や反応性骨材量,水の 供給が影響することがわかっている.膨張量を因子 として数値解析を行うことで時間経過に伴うコンク リート構造物の損傷メカニズムを解明できると考え られる.

本研究は数値解析モデルにコンクリートを粗骨材 の集合体とモルタルから成る 2 つの要素で表す等価 ひび割れ要素を導入した.提案する解析モデルを用 いて橋台に生じるひび割れ幅を求めた.さらに,ア ルカリ骨材反応によって損傷を受けたコンクリート 構造物の現場計測を行い,ひび割れ性状とひび割れ 幅について,数値解析と現場計測との比較検討を行 った.

2. 数値解析モデル

現実のコンクリートは,粗骨材の不均一な配置や 無数の微小ひび割れによる欠陥が影響した不均一性 を持つ。数値解析で現実的なひび割れ性状を求める には,この不均質性は無視できない.コンクリート をモデル化する場合,微小ひび割れのモデル化は非 常に難しい.また,全骨材のモデル化は膨大な要素 数を必要とし,汎用コンピューターで計算できない. そこで,以降に定義する等価ひび割れ要素モデルを 導入する.アルカリ骨材反応ではコンクリート中に 膨張する領域と膨張しない領域ができる.引張



ひび割れの発生には、各領域の相互作用が影響する. 提案するモデルでは、コンクリート中で膨張する領 域に粗骨材を集中させ,残りの領域にモルタルが存 在すると仮定した. 模式図を図-1 の中央に示す. 本研究はコンクリートを等価な集合要素とモルタル 要素に区分した等価ひび割れ要素モデルを提案した. 粗骨材の集合体要素を膨張要素、モルタル成分を非 膨張要素と定義した.これらの要素の導入により, 各領域の相互作用で発生するひび割れで現実のひび 割れをシミュレーションできるものと考えた. 膨張 要素は集中した粗骨材がモルタルで密着したものと し、膨張要素にひび割れが生じた場合は粗骨材を密 着させるモルタルにひび割れが生じ、集合した粗骨 材が分離したと考える.この挙動はひび割れが粗骨 材に沿って生じる現実の挙動に基づいている.従っ て, 膨張要素の強度はモルタル強度に依存すると考 える. コンクリート強度とモルタル強度の間に強い 相関があることから、膨張要素、非膨張要素はとも にコンクリートの材料特性を持たせた.引張ひび割 れの発生は破壊力学に基づき,引張軟化曲線に従う ものとする. 全要素に占める膨張要素の割合は実配 合を考慮し、全体積の40%に設定した.

3. 等価ひび割れ要素モデルによる解析結果

等価ひび割れ要素モデルを用い,アルカリ骨材反応によって損傷を受けた橋台の数値解析を行った. 対象構造物を写真-1に示す.本橋台は背面地盤から水分の供給が絶えず行われ,補修が難しい.ひび割れのスケッチを図-2に示す.格子状のひび割れ(図-2,A 参照)が広がり,ひび割れからアルカリシリカゲルの滲出も確認できる.構造物下部は地面による拘束の影響を受け,水平方向のひび割れ(図-2,B 参照)が卓越している.コンクリート面の膨らみからも,損傷の程度は激しいと考えられる.

キーワード アルカリ骨材反応,数値解析,等価ひび割れ要素,現場計測 連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町2217-20 香川大学大学院工学研究科



写真-1 損傷を受けた橋台



橋台の数値解析モデルを図-3 に示す. 膨張要素 と非膨張要素は、乱数を用いて3次元的にランダム に配置した. アルカリシリカゲルの膨張がコンクリ ートの含水率に影響されると考え, 膨張要素に与え る膨張ひずみは次のように設定した.常に水を供給 される背面と乾燥の影響が小さいコンクリート内部 の含水率が高く、乾燥の影響を受けるコンクリート 表面の含水率は低いと考える. コンクリート内部の 膨張要素を内部膨張要素,表面の膨張要素を外部膨 張要素と定義する. 膨張の割合が含水率に比例する と考え,外部膨張要素は内部膨張要素に与える膨張 ひずみの1割の膨張ひずみが発生するとした.構造 物下面は地中の基礎を考慮して全自由度を拘束、背 面は背面地盤を考慮して奥行方向の自由度のみを拘 束した.数値解析で求めたコンクリート表面のひび 割れ状況を図-4 に示す.発生したひび割れが格子 状に繋がり (図-4, A 参照), 構造物地上部最下部 には水平方向のひび割れ(図-4, B参照)が卓越し



ている.数値解析で得られるひずみから橋台に生じ るひび割れのひび割れ幅を求めた.ひび割れ幅は数 値解析で得られるひずみにひび割れが影響を及ぼす 有効長さを乗じることで求めた.数値解析と現場計 測で得られたひび割れ幅の分布を比較したものを図 -5 に示す.ひび割れ幅は,実構造物で発生したか なり大きな値のひび割れ幅を除いて,数値解析と現 場計測でほぼ同様の傾向を示している.