

無筋コンクリート構造物の性能評価に関する数値解析

北海道大学大学院工学院	学生会員	○山本優里子
北海道大学大学院工学研究院	フェロー会員	横田弘
北海道大学大学院工学研究院	正会員	橋本勝文
北海道大学大学院工学院	学生会員	古谷宏一

1. はじめに

コンクリート構造物としては鉄筋コンクリートあるいはプレストレスコンクリートが一般的であるが、港湾や海岸には、多数の無筋コンクリート構造物が存在する。特に、全国の漁港には供用 30 年を超える施設が多く存在し、これらの老朽化の進行により施設の機能低下が懸念される¹⁾。しかしながら、このような無筋コンクリート構造物の性能評価に関する研究事例は少なく、性能と劣化度との関係が不明確であり、適正な劣化度評価が統一的行われていないのが現状である。

本研究では、無筋コンクリート構造物の性能と劣化度の関係を明らかにし、ひび割れ幅を指標とした新しい劣化度評価基準を提案する。初めに、実際の無筋コンクリート構造物のひび割れ幅とひび割れ深さの調査を行い、両者の相関式を得る。次に、この相関式に基づいて、ひび割れ深さをパラメータとして、構造物の非線形有限要素解析を行う。最後に、解析により得られたひび割れ幅と耐力の関係から、新しい劣化度評価基準を提案する。

2. ひび割れの調査

調査は、北海道に位置する漁港に整備されている防波堤の胸壁工を対象として実施した。ひび割れ幅は、携帯型ひび割れ測定器で測定し、ひび割れ深さは衝撃弾性波法²⁾で測定した。

3. ひび割れ幅とひび割れ深さの相関

合計 30 点の位置から、ひび割れ幅とひび割れ深さのデータを得た。ひび割れ幅とひび割れ深さの関係を図 1 に示す。これより、ひび割れ幅とひび割れ深さは概ね比例関係にあることが分かり、相関係数が

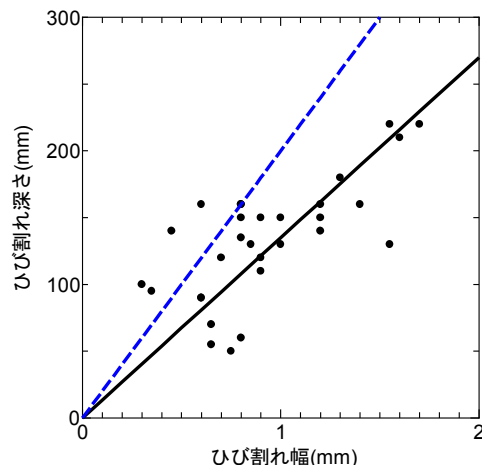


図 1 ひび割れ幅とひび割れ深さの関係

0.69 となる式(1)を得た(図 1 中の実線)。しかしながら、大きなばらつきを示しており、式(1)を用いてひび割れ深さをひび割れ幅で表現するには危険側の評価となることが考えられる。そのため、より安全側で評価することを意図し、85%以上のデータを安全側に見ることができる式(2)を用いて以降の解析を進める(図 1 中の破線)。

$$d_{50} = 135W \quad (1)$$

$$d_{85} = 200W \quad (2)$$

ここで、 d_{50} および d_{85} はひび割れ深さ(mm)、 W はひび割れ幅(mm)である。

4. 有限要素法による構造解析

式(2)に基づいて、ひび割れ幅からひび割れ深さを求め、これから防波堤胸壁の解析モデルを作成し、構造解析ソフト DIANA を用いて解析を行った。モデルのイメージを図 2 に示す。中央部に境界要素を設定することにより、このひび割れを表現した。解析中に進展するひび割れについては、分散ひび割れにより表現した。また、荷重は着色した面に矢印で示

キーワード：無筋コンクリート，ひび割れ幅，ひび割れ深さ，劣化度評価基準

〒060-8628 北海道札幌市北区北 13 条西 8 丁目 TEL：011-706-6204

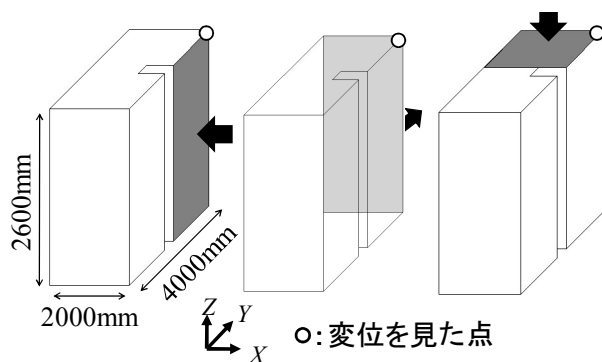


図2 モデルのイメージ

す 3 方向の面分布荷重をそれぞれ荷重制御により与えた。なお, X 方向は防波堤の法線方向で面分布荷重は作用する波力, 津波力等を, Z 方向は鉛直方向で, 地盤沈下による荷重を想定している。また, 境界条件として, X 方向と Y 方向载荷時には底面を, Z 方向载荷時には手前の面を全固定した。 X 方向に载荷した場合の荷重と変位の関係を図 3 に示す。図 3 より, 弾性限界となる耐力を同定し, ひび割れ無し(ひび割れ幅:0mm)の場合の耐力を 1 として耐力比に換算した。ひび割れ幅と耐力比の関係を図 4 に示す。図 3 および 4 より, ひび割れ幅 0mm と 1mm の場合では概ね同じ挙動を示し, 耐力低下は小さいことが確認された。ひび割れ幅が 5mm を超えると, 耐力低下が著しく, ひび割れが貫通している場合(ひび割れ幅: 10mm)は低下の度合いが顕著であった。

5. 劣化度評価基準の提案

新たに提案する劣化度評価基準を表 1 に示す。劣化度は漁港で使用されている劣化度判定基準に合わせて $d \sim a$ の 4 段階とした。 d は健全な状態, a は劣化が著しい状態を示す。図 4 より, ひび割れ幅が 7mm 付近で Y 方向と Z 方向の耐力比が 0.6 を下回ることから, ひび割れ幅が 7mm 以上あるいは貫通(可能性がある場合も含む)ひび割れがある場合を劣化度 a とした。また, Y 方向と Z 方向の耐力比の低下が大きくなるそれぞれの点のほぼ中間点のひび割れ幅(4mm)を劣化度 b と c の境界とした。耐力比がほぼ変化しないひび割れ幅 1mm 未満を d とした。

6. まとめ

1) 実構造物の計測結果から, ひび割れ幅とひび割れ深さの相関式を明らかにした。

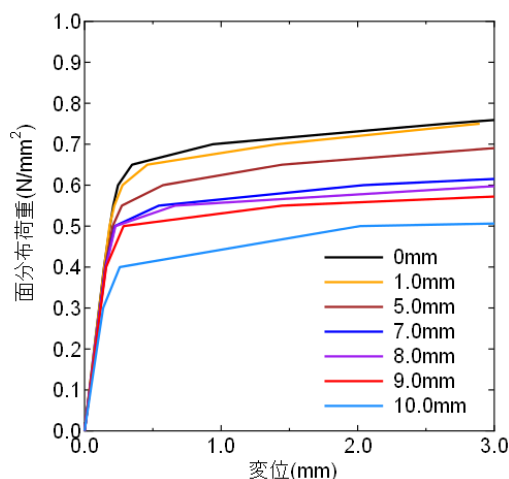


図3 X方向の荷重と変位の関係

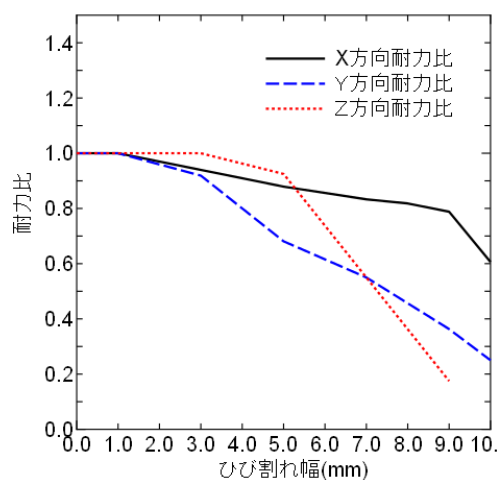


図4 X, Y, Z 方向の耐力比とひび割れ幅の関係

表 1 劣化度評価基準

判定	評価基準	耐力
d	変状なし, あるいはひび割れ幅1mm未満	低下なし
c	ひび割れ幅1mm以上4mm未満	90%以下
b	ひび割れ幅4mm以上7mm未満	80%以下
a	ひび割れ幅7mm以上, あるいは貫通している(可能性がある)	60%以下

2) 無筋コンクリート構造物においてひび割れ幅を劣化度評価の指標として導入する評価基準を提案した。

参考文献

- 1) 梅津啓史, 林浩志, 三上信雄: 漁港施設のこれまでの整備状況と今後の維持・更新対策の必要性, 水産工学, Vol.46, No.2, pp.181-186, 2009.
- 2) 首藤浩一, 日比紀夫, 岩野聡史, 極檀邦夫: 衝撃弾性波法によるひび割れ深さ測定の基礎的研究, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集, Vol.394, pp.787-788, 2003.