

コンクリート構造物におけるひび割れ中のキャビテーションエロージョンの検知

東京工業大学 学生会員 ○大塚 邦朗
 東京工業大学 正会員 千々和 伸浩
 東京工業大学 正会員 岩波 光保

1. 背景および目的

近年の研究から、水の存在によりコンクリートの疲労強度は大幅に低下することがわかっている。その要因には様々な機構が考えられているが、いまだに明らかになっていない。ひとつの機構として、ひび割れの開閉に伴いキャビテーションが起こり、疲労強度が低下する可能性が示唆されたが、現状ではキャビテーションの発生を確認する。ひび割れ中のキャビテーションの検知方法を考案し、それらを用いてキャビテーションの有無を確かめることを目的として本研究を実施した。

2. キャビテーションの検知

キャビテーションとは液体にかかる圧力が蒸気圧まで低下した際に発生する気体への状態変化をさす。その変化にともない、マイクロジェットや衝撃波が発生する。発生する圧力は 100～1000MPa 以上であると考えられ、コンクリートは容易に浸食されると考えられる。以下に考案する 3 つの方法を用いてキャビテーションの検知を試みる。

(1) 塩水を用いて水の状態変化を捉えることによるキャビテーションの可視化

図-1 に示すように、キャビテーションが起きると水が液体から気体に変化するため、溶解していた塩が析出し、白濁することになる。これを用いて、キャビテーションの可視化を行う。予備実験において、真空タンクに水を流入させる試験を行い、図-2 に示すように白濁が生じることを確認した。

(2) 変位と荷重の関係を調べることによるひび割れ開閉時に内部に発生した圧力の算出

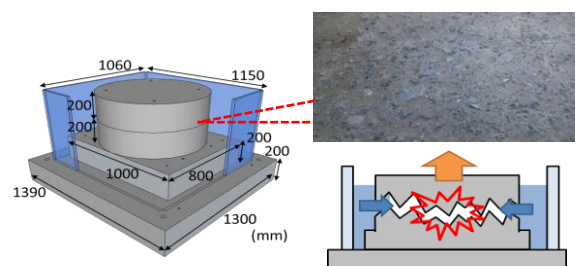
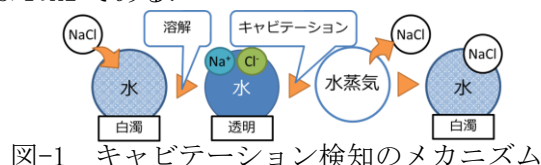
水中と気中におけるひび割れ開口の際にかかる荷重を比較し、内部に発生した負圧を計算する。20℃における水の蒸気圧と比較することでキャビテーションの発生の有無を判断する。

(3) ひび割れ面にマーカーを塗ることによるキャビテーション損傷の可視化

ひび割れ面に損傷が起きると表面に塗った油性マーカーが侵食される。それにより、キャビテーションの発生の有無や場所を判断する。

3. ひび割れの開口実験

本実験では、図-3 に示すような試験体を作製した。下部の試験体の打設の際に粗骨材が表面に露出するように目荒しを行い、その後ラップをかけて上部を打設し、ひび割れ面の性状と噛み合わせの再現を試みた。試験機により、上部を持ち上げることでひび割れの開口を再現した。実験では気中、水中、塩水中において 1 回または、繰り返し開口を行い、2. で考案した方法でキャビテーションの検知を試みた。繰り返し開口において開口幅は 1mm、周波数は 10Hz である。



キーワード コンクリート、ひび割れ、疲労強度、水、キャビテーション

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 緑が丘 1 号館 512 TEL 03-5734-3194

4. 実験結果と考察

(1) 塩水を用いたキャビテーションの検出

図-4～5 に塩水中と水中でのひび割れの開口実験の様子を示す. どちらも開口後に白く濁った. 水中でのひび割れ開口における白濁は, 水中にあるゴミがひび割れの開口に伴う水の動きによって集まったために現れたものと考えられる. 塩水中においてもゴミの移動はあったと考え, 図-6 に示すようにどちらも同程度に白く濁ったことから塩の析出は起きず, この方法ではキャビテーションの検知には至らなかった.

(2) 変位と荷重の関係

図-7 に水中と気中における試験体上部を引き上げる際の荷重の経時変化をまとめる. ひび割れ開口時に水中と気中での荷重に差がみられた. 水中と気中における荷重の差は 9kN であることから, ひび割れ面全体で負圧が発生したとするとその平均値は 83325 (Pa)である. 20℃における蒸気圧は 2300 (Pa)であることから, キャビテーションは起きていないと考えられる. しかし, 局所的に負圧が発生した場合, 蒸気圧を下回る可能性は考えられる.

(3) 繰返し開口後の損傷

図-8～9 に2万回繰返し後のひび割れ面を示す. ひび割れ面の外周部付近で損傷が見られた. ひび割れ面の外周部において水の移動が起こり, 局所的に圧力の低下が起きてキャビテーションが発生し, 損傷が生じた可能性がある.

5. まとめと今後の課題

- ・繰返し回数をさらに増やし,その損傷の進展を観察してそのメカニズムを検討する.
- ・考案した検知方法は,今回の実験には適用できなかったため,別の検知方法を考える必要がある.
- ・液体の粘性やひび割れ面の表面性状を変えることで,流速等を変化させ,重要なパラメータが何かを考える必要がある.

参考文献

松井繁之: 移動荷重を受ける道路橋 RC 床版の疲労強度と水の影響について,コンクリート工学年次論文報告集第9巻2号,pp.627-632,1987.

M. Sagan, Chikako Fujiyama, Koichi Maekawa : Investigation into cavitation as a cause of rate-dependent fatigue loss in submerged concrete members, Proc. of 22nd Australasian Conference on the Mechanics of Structures and Materials, Sydney, New South Wales, Australia, pp.1171-1176, 2012.

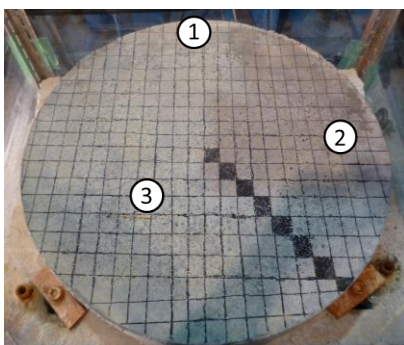


図-8 2万回繰返し開口後のひび割れ面



図-9 ひび割れ面における損傷箇所(左,中央)と中心部分(右)



図-4 水中における開口

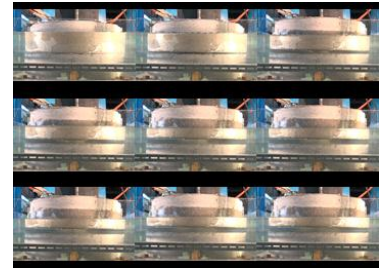


図-5 塩水中における開口



図-6 水中と塩水中の開口比較

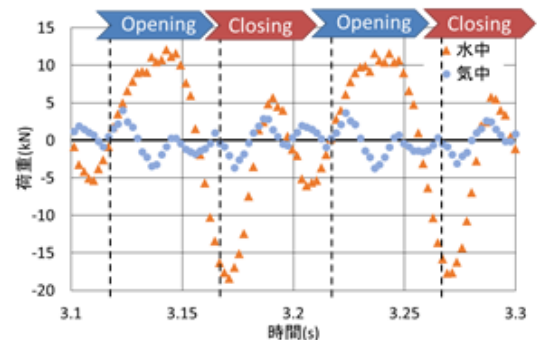


図-7 水中と気中での開口時の荷重比較