

内視鏡および棒形スキャナによるコンクリート構造物検査方法のための 超音波洗浄装置の開発

佐賀大学都市工学科	学生員	○ 浦 義 裕
〃	正会員	伊 藤 幸 広
唐津工業高等学校建築科	正会員	林 田 雅 明
佐賀大学都市工学科	正会員	山 内 直 利

1. はじめに

コンクリート構造物の内部の変状を簡易に検査できる装置として、構造物に開けた小径のドリル孔の壁面の状態を観察し検査する内視鏡および棒形スキャナを開発した^{1), 2)}。これらの装置によってドリル孔の壁面を観察する際には、穿孔によって壁面に付着した切り粉を事前に除去しておく必要がある。切り粉の除去はこれまでナイロンブラシと水洗によって行ってきたが、この方法は洗浄効率が低く、作業に長い時間を要するという問題があった。また、孔壁面にひび割れが存在する場合、ブラシ洗浄ではひび割れ内に目詰まりした切り粉を十分に除去できず、ひび割れの確認、測定が困難であった。なお、ひび割れ内への切り粉の目詰まりの問題は、ボアホールカメラでの観察の際やひび割れに補修材を注入する作業においても障害となることが指摘されている。本研究では、ドリル孔内の洗浄を迅速にかつ簡易に行う装置として、超音波洗浄装置を開発し、その効果について検証を行ったものである。

2. 超音波洗浄装置の概要

超音波洗浄の原理としては、超音波を液体中に照射すると液粒子の振動加速度の増加、直進流の発生およびキャピテーションの効果によって汚れの層を剥離、分散させ洗浄するものである。超音波洗浄はブラッシングによる洗浄と比較し、洗浄時間が短く、細部や形状の複雑なものも洗浄が可能という特長を持つ。したがって、ドリル孔壁面の気泡やひび割れ内に侵入した切り粉の除去、洗浄に有効であると考えられる。

開発した超音波洗浄装置の外観およびその系統図は、それぞれ写真-1および図-1に示す通りである。一般に、高周波回路の電源には交流電源が用いられるが、本装置では可搬性を考慮し、DC/ACコンバーターを介して小型バッテリーにより駆動できるものとした。振動子には、周波数40kHz、最大出力50Wのボルト締めランジュバン型電歪振動子を用いた。超音波を伝送するホーンの形状としては、内視鏡検査において穿孔するドリル孔(φ14.5mm)に挿入できるように、長さ220mm、先端の直径φ6mmの段付円形断面ホーンとした。ホーン材質には、ホーン内機械損失が比較的小さい真ちゅうを用いた。なお、ホーン先端部が孔壁面に接触し、コンクリートが部分的に破壊することを防ぐために、先端部にはビニルチューブを取り付けた。

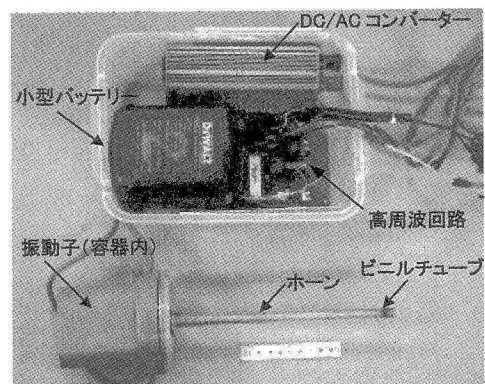


写真-1 超音波洗浄装置の外観

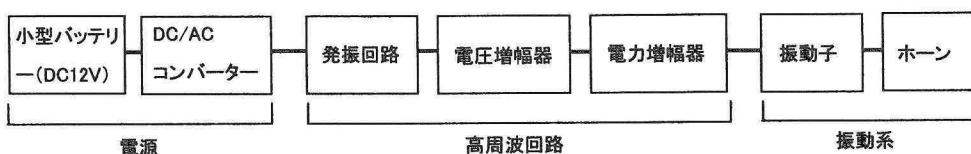


図-1 超音波洗浄装置の系統図

3. 模擬ひび割れ試験体による洗浄実験

図-2 に示す透明アクリル製の模擬ひび割れ試験体を用い、ひび割れ部に詰めた切り粉の洗浄能力について、ブラシ洗浄と超音波洗浄を比較する実験を行った。模擬ひび割れの幅は、2枚のアクリル板の間に挟むスペーサーの厚さによって0.05～1.0mmの範囲で5段階に変化させた。洗浄能力の評価は、それぞれの洗浄方法によって所定の時間（30, 60, 120 および 180 秒）

洗浄した後、孔壁面から深さ2mm以上切り粉を除去した部分（両側のひび割れを対象）のひび割れに沿った長さの総延長（洗浄長さ）により評価した。ブラシ洗浄に用いたブラシは、毛先が極細（先端直径0.1mm程度）の歯ブラシであり、洗浄方法としては、ドリル孔内に水を入れひび割れに沿って擦る方法とした。超音波洗浄装置による洗浄方法としては、孔内に水を入れた後ホーンを挿入し、ホーンをひび割れに沿って上下に動かし洗浄した。図-3は、洗浄時間と洗浄長さとの関係を示したものである。超音波洗浄ではひび割れ幅に関わらず、洗浄時間の増加に伴い、洗浄長さがほぼ一定の割合で直線的に増加している。これは微細な部分でも洗浄が可能な超音波洗浄の特徴によるもので、超音波照射エネルギーに比例して洗浄効果が得られることを示している。ブラシ洗浄では、ひび割れ幅が0.2mm以下となると、ひび割れ内に毛先が入りにくくなり、洗浄能力は大幅に低下した。

4. 実構造物に発生したひび割れ部の洗浄実験

RC建築物の床版に発生したひび割れについて、ドリル穿孔を行い、ブラシ洗浄と超音波洗浄の比較を行った。ドリル孔は、直径φ14.5mm、深さ50mm以上であり、ひび割れ面が孔の中心を通るように穿孔した。写真-3はブラシ洗浄を2分間行った孔壁面の画像であるが、切り粉が多く付着しているため骨材等は見えず、ひび割れもドリル孔の上部の方に僅かに確認できるのみである。超音波洗浄2分間の結果を写真-4に示す。孔壁面はきれいに洗浄され、0.1mm程度の細骨材や気泡を確認することができる。ひび割れに関しても内部まで切り粉が除去されておりひび割れ幅の測定が可能となった。

以上より、開発した超音波洗浄装置はドリル孔内の洗浄に関して、洗浄力が高いことが確認された。また、洗浄時間が短いことより、穿孔から孔内観察までの一連の作業時間が5分以内となり、従来の方法の3分の1以下と極短時間での検査が可能となった。

＜参考文献＞

- 1) 林田雅明・伊藤幸広他：内視鏡を用いたコンクリート構造物の検査技術に関する基礎的研究、平成12年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、第1分冊、pp. 488-489
- 2) 猪口勝久・伊藤幸広他：棒形スキャナを用いたコンクリート構造物の検査方法の開発、平成13年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、第1分冊、pp. 494-495

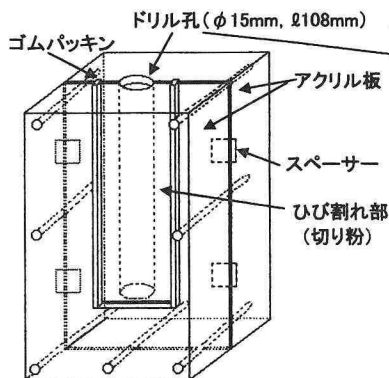


図-2 模擬ひび割れ試験体

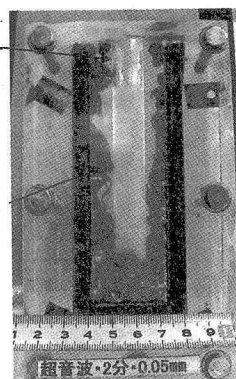


写真-2 洗浄後の切り粉の除去状況

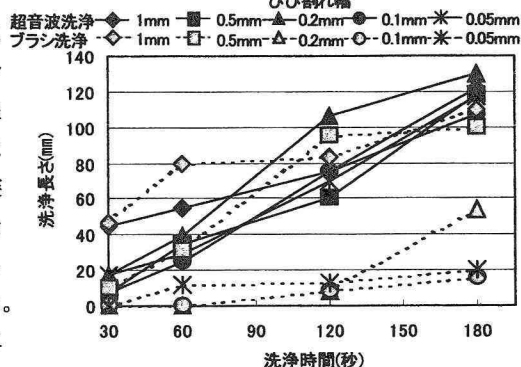


図-3 洗浄時間と洗浄長さの関係

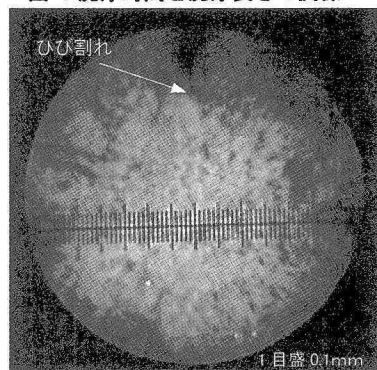


写真-3 ブラシ洗浄による孔壁面の画像

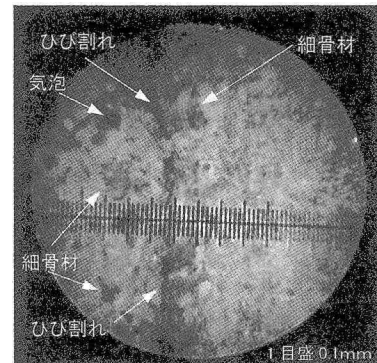


写真-4 超音波洗浄による孔壁面の画像