

圧電フィルムを用いたクラック計測に関する研究

茨城大学	学生会員	○細田	達矢
茨城大学	フェロー	横山	功一
茨城大学	正会員	原田	隆郎
茨城大学	正会員	田名部	菊次郎

1. はじめに

鉄筋コンクリート（RC）構造物において、荷重の作用・環境温度や湿度の変化によってひび割れが発生するが、ひび割れ幅が過大となると内部鋼材の降伏が懸念されるため、RC 構造物に発生したひび割れの進展状況を確認することは、構造物の維持管理において重要である。¹⁾

構造物のひび割れを検知する方法としては、目視検査・ハンマーによる打音検査等が行われているが、それらは、ひび割れの有無は各検査者の判断に委ねられており、検査者毎に結果が異なる可能性があり、データの信頼性が低いという問題がある。さらに、これらの方法では、構造物を列車や車が通過しない時間内でしか検査できないという時間の制約がある。²⁾

一方で、PVDF フィルムは圧電性を有しているため増幅アンプを必要とせず、省電力で計測できる。また、PVDF フィルムはアルミ箔状の電極に挟んだサンドイッチ構造になっており、面的な計測をすることができる。これらのことから、計測対象物に PVDF フィルムを貼り付ければ精密な測定が簡単にでき、災害時にも迅速に損傷を自己判定できる³⁾。

そこで本研究では圧電材料である PVDF フィルムを用いて構造物に発生したクラックの程度に着目し、構造物のクラック（ひび割れ）の発生・進展を迅速に精度よく検知する事を目的とする。

2. PVDF フィルムについて

PVDF フィルムはポリフッ化ビニリデン（PVDF）のシートの両極にアルミ箔状の電極が蒸着されたサンドイッチ構造になっていて、その電極間の電圧を測定することでひずみに換算することができる。



図1 PVDFフィルムの構造

PVDF フィルムには大きな特徴として圧電性、焦電性がある。圧電性とは圧電物質に外力を加え変形させると外力に比例して電圧を発生させる現象であり、焦電性とは微小な温度変化に応じて電圧が生ずることである。これらの性質を利用し、スピーカーや発光するうちわ、発光する靴などさまざまな所で使われている。さらに、PVDF フィルムには柔軟性が高く加工性に優れている等の利点と、静的荷重の計測には不向きという欠点がある。



図2 PVDFフィルム⁴⁾

3. アルミ板を用いた模擬クラック試験

純粋に微小なクラックのみをPVDF フィルムで検知できるかを検証するために、図3のような装置を使って2枚のアルミ板の片側のみを引っ張ることで、PVDF フィルムを局所的に引っ張る試験を行った。今回は微小クラック検知を目的としているため、アルミ板を移動する間隔を0.03mm、0.05mmの2ケースで移動幅0.3mm付近まで引っ張った。その際の出力電圧を図4に、白土氏³⁾が行ったRC梁曲げ試験の結果の一部を図5に載せる。

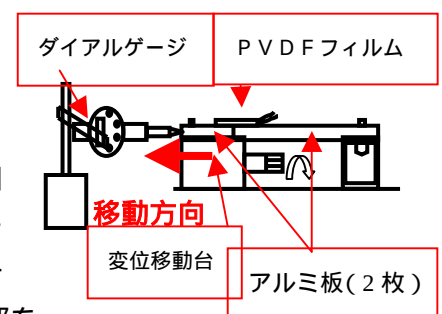


図3 実験装置

キーワード PVDFフィルム、鉄筋コンクリート構造物、クラック、損傷検知

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学日立キャンパス Tel0294-38-5004 FAX0294-38-5268

実験は3回おこなったが、多少のばらつきがあるものの、再現性のある実験ができたといえる。また、図4から0.1mm～0.3mmにおけるクラック成長時の出力電圧はクラック幅に比例することが分かった。

クラック計測を行う場合のPVDFフィルムの特徴として、出力電圧はPVDFフィルムが初期間隔に依存しないのではないかと考えることができる。

図5において、荷重が10kN時に出力電圧が一気に0.07(V)上がっている。出力電圧が0.07(V)のとき、図4では約0.13mmとなっている。つまりこのときに約0.13mm幅のクラックが発生したと考えられる。

今回の実験で微小なクラックの成長のみをPVDFフィルムで観察できたといえる。

4. 表面電位計を用いた模擬クラック試験

帯電体のある部分の電位を測定することができる表面電位計を用いて、模擬クラック試験時のPVDFフィルム内各地点の電位差がどのようにになっているかを検証した。

表面電位計は図6を使用し、PVDFフィルムの中央を1mmから2mm間隔で計測した。(図7)

測定結果を図8に載せる。PVDFフィルムの伸び幅と出力電圧の違いを明確にするため、移動距離(伸び幅)は3ケース行った。フィルム長さ10mmの部分(赤太線部分)がPVDFフィルムを局所的に引っ張った部分である。

図8を見ると伸びた箇所と伸びていない箇所で明らかに出力電圧が違ってくる。しかし、フィルムが伸びたところに近い箇所でも高い出力電圧が計測されている。今回使用したプローブの測定範囲は2mmφ以内となってしまうため、オーバーラップによるものと考えられる。

表面電位計を用いた結果、PVDFフィルムはクラックを検知することが可能であるといえる事がわかった。

5. おわりに

RC梁にPVDFフィルム、クラックゲージを貼り付けて4点曲げ載荷試験を行うことで、対象としているRC部材に発生するひび割れの発生・進展についてPVDFフィルムで検知できるかを検証する必要がある。

また片面蒸着されたPVDFフィルムと電子インク⁶⁾を組み合わせることができれば、PVDFフィルムでひび割れ発生位置まで特定できる可能性がある。

参考文献

- 1) J-STORE 科学技術振興機構研究成果展開総合データベース <http://jstore.jst.go.jp>
- 2) 株式会社月形 <http://www.tukigata.co.jp>
- 3) 白土和美：PVDFフィルムを用いたクラック計測法の開発
平成18年度茨城大学工学部都市システム工学科卒業論文
- 4) 株式会社東京センサHP <http://www.t-sensor.co.jp/piezo/dt.html>
- 5) TREK・JAPAN 株式会社HP <http://www.trekj.com/technology/index.html>
- 6) リクナビNEXT Tech 総研 http://rikunabi-next.yahoo.co.jp/tech/docs/ct_s01100.jsp

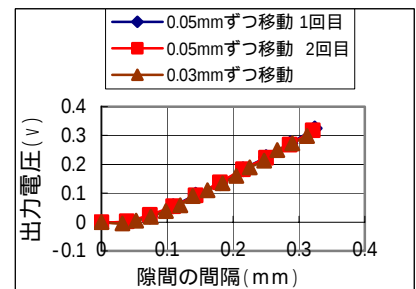


図4 出力電圧 - 変位図

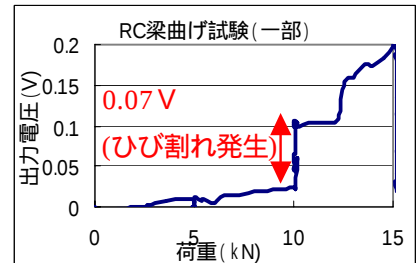


図5 RC梁曲げ試験データ³⁾



図6 表面電位計⁵⁾

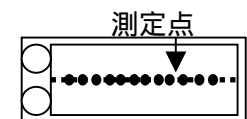


図7 フィルム測定点

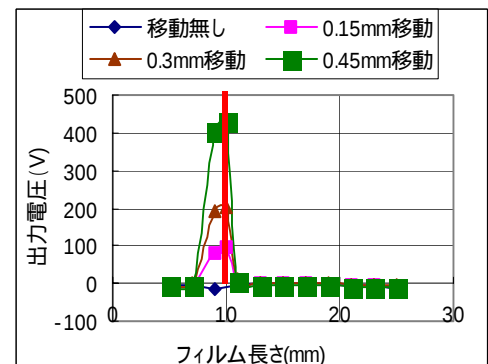


図8 フィルム各地点の電位差