

中央工学校 正会員 ○金光 寿一
 日本大学 正会員 柳内 睦人
 日本大学 三星 智典

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の補強方法としてコンクリート表面に炭素、アラミド繊維などの連続繊維シートを接着する工法が採用されている。しかし、接着施工のため下地コンクリート表面の劣化層の除去や十分な不陸修正あるいは塗布ムラなどに注意しなければ剥離を起こす危険性がある。現在、シートの剥離検知は目視、指触、パールハンマー、あるいは一部でサーモグラフィー法が併用されているが、これらの手法では積層された連続繊維シートの剥離寸法を定量的に評価することは困難である。そこで、本研究では、施工時に起こりえる各種剥離パターンを想定して非破壊検査手法の一つである打音法を適用し、積層された連続繊維シートの剥離寸法が周波数分布の相違などから定量的に評価できることを明らかにした。

2. 実験概要

2.1 試験体及び打撃方法

使用した自動剥離試験機は、打撃周期 5 回/秒の性能を有するもので、1 回毎に打撃音の強さを記録できるものである。試験体は、炭素繊維シート（厚さ：0.111mm、以下シートと記す）を RC プレキャスト版（600 × 450 × 60mm）に完全接着させたものと、1 層目に人為的な剥離 2 パターンを設けたものの計 3 種類を製作した（図-1及び表-1 参照）。

そのシートの剥離パターンは、実現場で最も起こり易いと言われている塗布ムラによる樹脂含浸不良と結露・水分などによるシート裏面の接着不良を想定した。樹脂含浸不良の剥離部は、コンクリート表面にエポキシ系の接着剤を塗布しない

ことで作成し、接着不良の剥離部は離型テープをコンクリート表面に貼付け、テープの上から接着剤を塗布することで作成した。剥離の大きさ及び貼付け枚数については表-1の実験要因に示すとおりであり、試験体への打撃は、各層 1 週間の養生後に行い、支持条件の差異による内部振動をより一定にするためゴムマット上で行った。なお、打撃位置は、RG10 は剥離境界より等間隔に 7 点打撃し（図-1 参照）、RH10 は境界面より 1cm 離れた位置から 9 点打撃している。なお、剥離寸法 3cm は中央部を 1 点のみ打撃した。

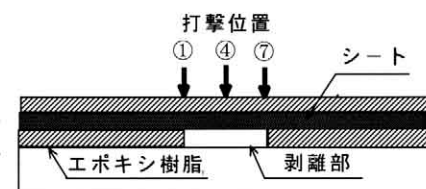


図-1 試験体と打撃位置 (RG10)

表-1 実験要因

試験体	剥離状態	記号	剥離の大きさ(cm)	積層数	打撃位置
RC接着	—	RS	—	1~6	9
RC剥離	含浸不良	RG3	3	1~5	1
		RG10	10		7
	接着不良	RH3	3	1~6	1
		RH10	10		9

3. 実験結果

3.1 積層枚数による打撃波形の相違

図-2は、RC 接着試験体 1 層中央部を打撃して得られた 5.12 ms まで 256 点の時系列波形である。図-3には、その 1 ~ 6 層を 9 点打撃して得られた最大振幅を示す。また、図-4~7は RC 剥離試験体で得られた

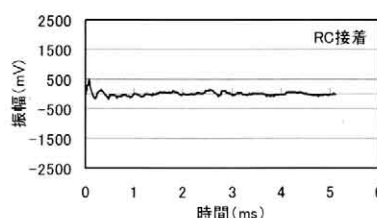


図-2 打撃波形

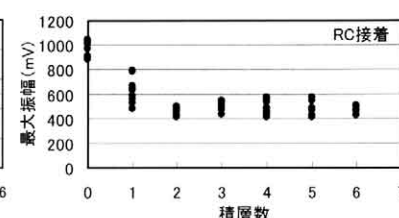


図-3 最大振幅 (RC接着試験体)

打撃位置毎の最大振幅である。RG10 及び RH10 と接着試験体とを比較すると 2 層目以上で明らかな差異が認められ、接着試験体各層のばらつきを考慮しても振幅を利用して境界評価を行うことができる。使用した

キーワード：打音法、連続繊維シート、剥離検知、周波数、尖度

連絡先：〒 114-0013 東京都北区東田端 1-8-11 中央工学校土木建設科 TEL 03-3810-8553 Fax03-3810-8395

打撃試験機は打撃エネルギーが一定で、シートが振動するほど振幅は大きくなる傾向にあり、シート両面から含浸した RH10 の方が大きい。ただし、RG3、RH3 の 1,3 点目及び RH10 の 1,11 点目は接着部で得られたものである。なお、打撃位置によっては、RG10 及び RH10 共に接着試験体とほぼ同様の値をとるものが見られ誤診を起こす危険性があるが、多方向からの打撃や両側の値から剥離の連続性は評価できるものとする。また、RG10 の 2 打点目に変化が現れていないのは、シート接着時にエポキシ樹脂が剥離内部まで入り込んだためと思われる。RH3 については精度良く評価できるものとするが、RG3 は振幅差が認められるものの、接着試験体のばらつき範囲内であり、誤診を起こす危険性がある。

3.2 積層数による周波数分布の相違

図-8～10は、接着試験体及び剥離試験体の中央部を打撃して得られた周波数分布である。接着試験体の特徴は、積層数に関係なくいくつか同じようなピーク値をもつ周波数分布となっているが、RG3 及び RH10 ではある一つの卓越した周波数が現れる。その各層の最大スペクトルを図-11～15に示す。

接着試験体と比較す

ることで、全ての要因について剥離領域を評価できるものとするが、特に RG3 については検知精度の向上を図るために周波数分布の形状差を示す歪度及び尖度から検討した。図-16に尖度と積層数の関係を示す。図から両者は完全に分離しており、1 層から 5 層まで精度良く剥離領域を評価することができる。

4. まとめ

本研究で得られた結果は、以下のとおりである。

- (1) シートの剥離は、完全接着と比較すると打撃振幅及び周波数分布に明瞭な差異が現れ、剥離領域を精度良く評価することができる。
- (2) 剥離の相違を示す樹脂含浸不良と接着不良を比較すると、振動を起こし易い接着不良の方がより精度良く境界評価することができる。
- (3) 剥離寸法 3cm の境界は、完全接着した周波数分布の形状差と比較することで誤診を防ぐことができる。

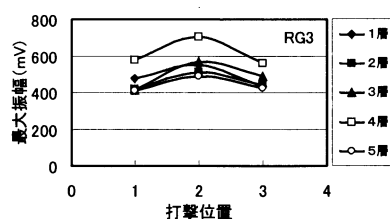


図-4 RG3

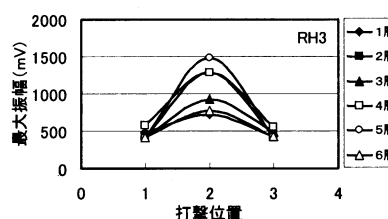


図-5 RH3

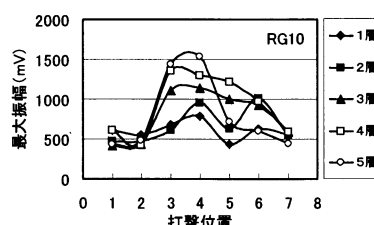


図-6 RG10

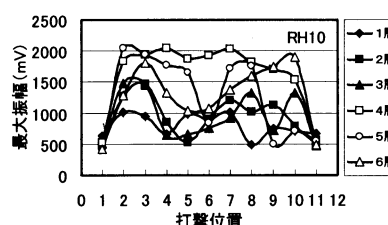


図-7 RH10

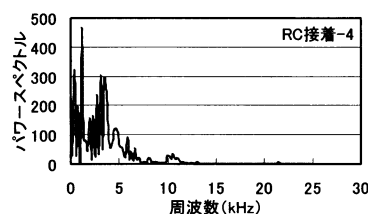


図-8 RC接着(4層中央部)

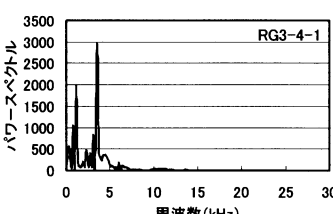


図-9 RG3(4層中央部)

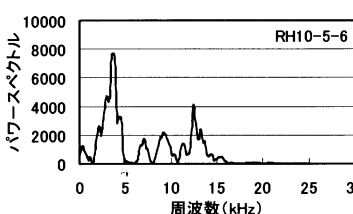


図-10 RH10(5層中央部)

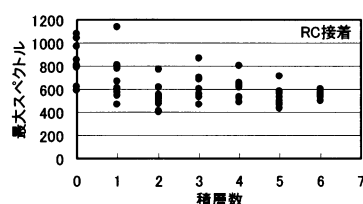


図-11 RC接着

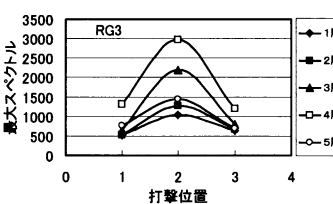


図-12 RG3

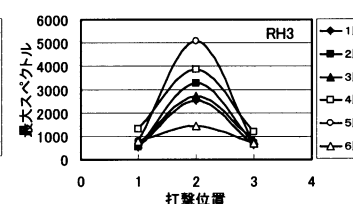


図-13 RH3

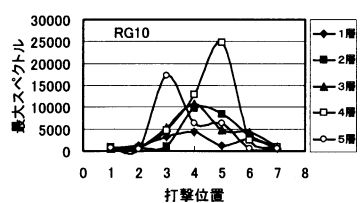


図-14 RG10

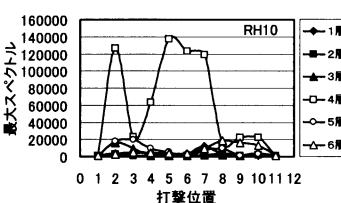


図-15 RH10

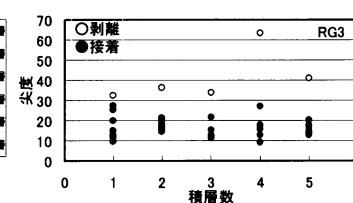


図-16 尖度 (RG3)