

# 超音波による炭素繊維シート積層数の非破壊測定

日石三菱(株) 正会員 小牧 秀之<sup>1)</sup>  
 (株)ジャスト 池ヶ谷 靖<sup>2)</sup>  
 大鉄産業(株) 坂下 清司<sup>3)</sup>  
 コニシ(株) 益田 豊<sup>4)</sup>

## 1. はじめに

近年、炭素繊維シート(以下CFS)によるコンクリート構造物への補強・補修の適用事例が増加し、一般的な補強工法として普及してきている。CFS補強工法では、コンクリート構造物の補強・補修に必要なCFSの量を算出し、それに見合った目付量のCFSを必要層数貼り付けることにより行われる。CFSとしては、目付量が200g/m<sup>2</sup>、300g/m<sup>2</sup>、および400g/m<sup>2</sup>を有するシートが一般的に使用されており、積層数としては適用する構造物により異なるが、一般的には数層程度である。しかしCFSの積層数については、CFSの貼付け位置をずらし目視や写真により管理しているケースが多く、施工後非破壊で積層数を検査する一般的な方法は確立されていないのが現状である。本報では、CFS積層数を超音波により非破壊測定する方法について検討したので結果を報告する。

## 2. 実験の概要

図1に示すように、CFSを積層した試験体に超音波を垂直に照射すると、樹脂部分を透過し、CFS部分で一部透過し一部反射する。またこの超音波は深さ方向を検知することができるため、各CFS層で反射した超音波のエコーを検出することにより、深さ方向に対するエコーのピークが得られる。これによりCFSの積層数を非破壊で検出することができる。

図2に超音波測定の測定システムを示す。局部水浸垂直探触子により、超音波を試験体に照射し、反射エコーを検出する。超音波を効率よく伝達するために、探触子先端部分を水で満たすため、測定時には連続的に水を供給する。この反射エコーを超音波探傷器に送りデータ処理することにより、エコーのピークが得られる。超音波探傷器としてはデジタル超音波探傷器 UI-23Log を、局部水浸垂直探触子としては周波数25MHz・振動子径3mmのものを使用した。測定時の超音波の音速は

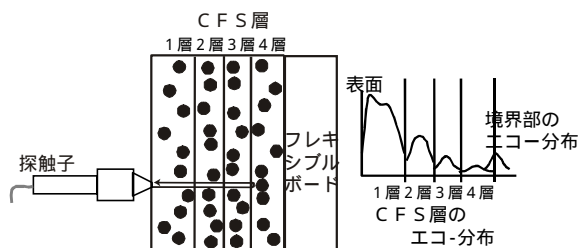


図1 測定原理概要

超音波探傷器 (UI-23 Log)      ノートパソコン

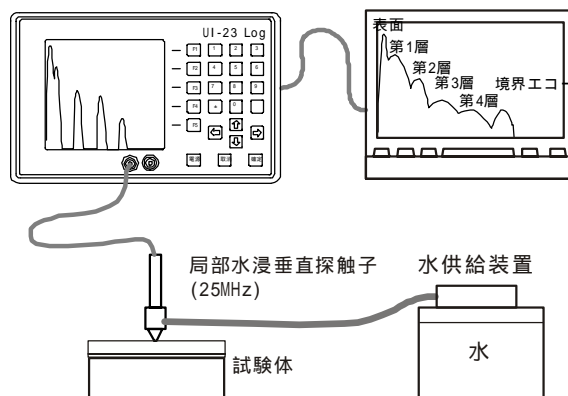


図2 測定システム概要

表1 実験ケース

試験体	CFS目付*1 g/m <sup>2</sup>	積層数
No.1	300	2層
No.2	300	4層
No.3	300	6層
No.4	400	2層
No.5	400	4層
No.6	600	2層

\* 1 : 日石三菱(株)製TUクロスを使用

表2 使用材料

CFS目付 g/m <sup>2</sup>	品番	設計厚さ mm	樹脂塗布量*2 下塗り/上塗り g/m <sup>2</sup>
300	HT300	0.167	500/300
400	HT400	0.222	600/400
600	HT600	0.334	800/600

\* 2 : 樹脂はコニシ(株)製エポキシ樹脂 E2500を使用

キーワード：炭素繊維シート、超音波、非破壊測定、積層数

- 〒231-0815 神奈川県横浜市中区千鳥町8番地
- 〒225-0012 神奈川県横浜市青葉区あざみ野南2-4-7
- 〒105-0013 東京都港区浜松町2-9-6
- 〒338-0832 埼玉県浦和市西堀5-3-35

Tel.045-625-7250      Fax.045-625-7275  
 Tel.045-911-5191      Fax.045-911-9245  
 Tel.03-5472-2401      Fax.03-5472-2477  
 Tel.048-866-1177      Fax.048-866-1898

2800m/sec である。測定は測定近傍の狭い範囲において 10 点の測定を行い、10 個のエコーを加算平均することにより行った。

表 1 に実験ケースを示す。積層数の検討を行うために、300g 目付品の C F S を使用し 2 層から 6 層で測定を行った。また C F S 種類の検討を行うために、300、400、および 600g 目付品の C F S を使用し測定を行った。表 2 に使用材料の詳細を示す。各試験体とも各目付の C F S の規定樹脂塗布量で施工し、実施工と同様に 1 日 1 層で施工を行うことにより作製した。代表例として、C F S を 6 層積層した試験体の断面観察結果を図 3 に示す。

### 3. 実験結果

#### (1) 積層数の検討

300g 目付の C F S を使用し 2 層から 6 層積層した試験体の測定結果を図 4 ~ 6 に示す。各積層数とも C F S で反射した超音波のエコーがピークとして検出されており、C F S の積層数を特定することができた。図 3 に示した C F S を 6 層積層した試験体の断面観察をみると、樹脂と C F S がそれぞれ層状になっており、図 6 に示す測定結果とよく対応している様子がわかる。

図 3 C F S の断面(300g 目付 6 層)

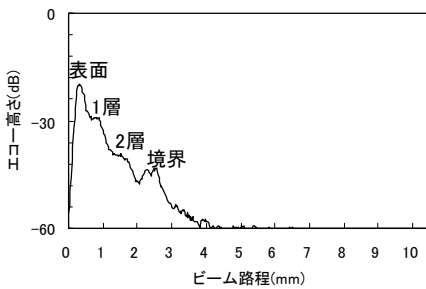
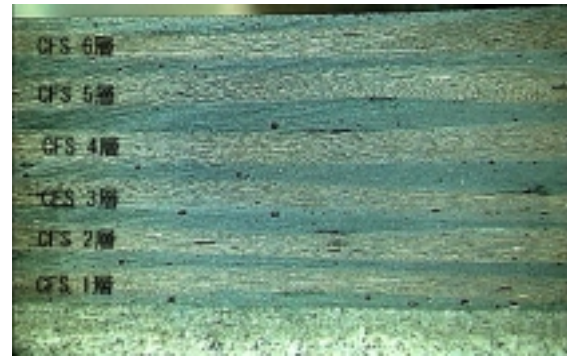


図 4 積層数測定結果(No.1)  
300g 目付 2 層

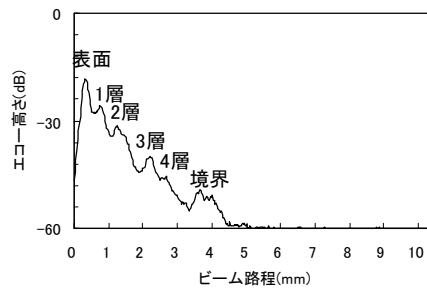


図 5 積層数測定結果(No.2)  
300g 目付 4 層

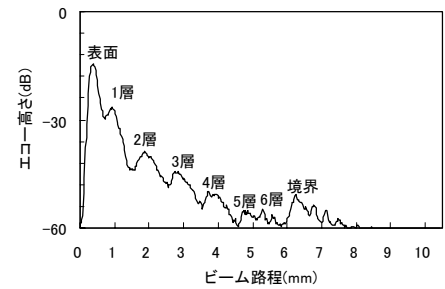


図 6 積層数測定結果(No.3)  
300g 目付 6 層

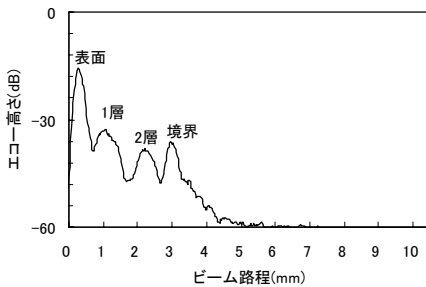


図 7 積層数測定結果(No.4)  
400g 目付 2 層

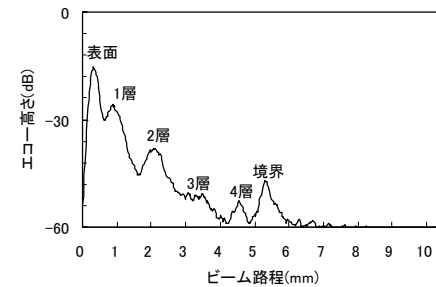


図 8 積層数測定結果(No.5)  
400g 目付 4 層

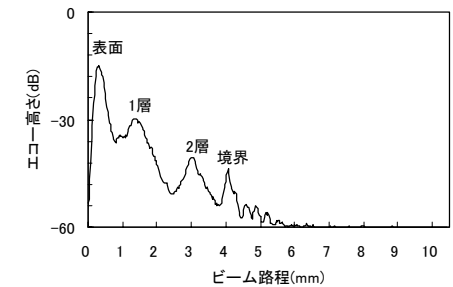


図 9 積層数測定結果(No.6)  
600g 目付 2 層

#### (2) C F S 目付量の検討

400、および 600g 目付の C F S を使用して積層した試験体の測定結果を図 7 ~ 9 に示す。400g 目付の C F S については、4 層まで良好に積層数を特定することができた。また 600g 目付についても 2 層で良好に積層数を特定することができたことにより、各 C F S グレードの積層数は超音波により十分に特定できることが確認された。

### 4. まとめ

- (1) 超音波による非破壊検査法により、C F S の積層数が特定できることを確認した。
- (2) 今回の超音波による測定では、300g 目付の C F S で最大 6 層まで特定できることを確認した。
- (3) 一般的に使用されている C F S について、超音波による非破壊検査法は適用可能であることを確認した。