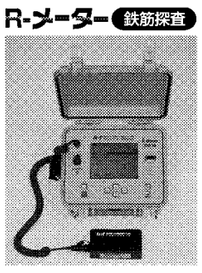
## マルイのコンクリート構造物診断・非破壊試験器

◎劣化診断
◎ひび割れ調査
◎空洞探査
◎鉄筋かぶり
◎タイル剥離
◎厚さ診断

・診断コストの低減
・デジタル化
・数値評価
・簡単操作
・診断士支援機器

NEW ハイコンコン 打音解析

R-メーター 鉄筋探査

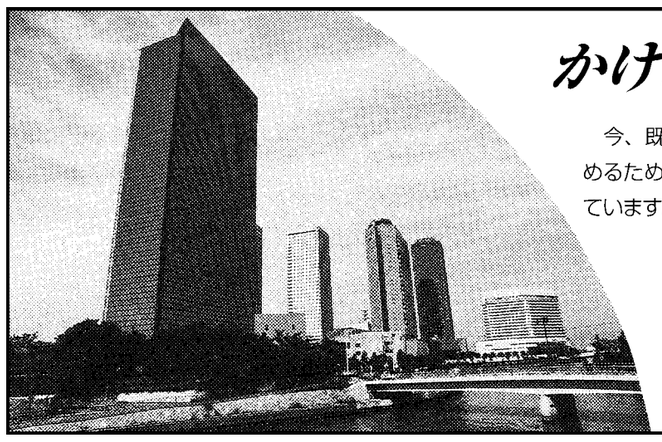


インパクトエコー 超音波と弾性波

総合試験機のメーカー
株式会社 マルイ

JCSS
■本社・工場 ☎(072)869-3201㈹ FAX(072)869-3205 ■名古屋営業所 ☎(052)809-4010㈹ FAX(052)809-4011
■大阪営業所 ☎(072)869-3201㈹ FAX(072)869-3205 ■九州営業所 ☎(092)501-1200㈹ FAX(092)501-1277
■東京営業所 ☎(03)5819-8844㈹ FAX(03)5819-6260 ■海外部 ☎(072)869-3201㈹ FAX(072)869-3205
★詳細・技術説明はホームページで！〈ホームページ〉http://www.marui-group.co.jp 〈カスタマーサービス〉http://www.marui-test.com





## かけがえのない社会資本

今、既設の社会資本の寿命を延ばし、安全性・生産性を高めるため、メンテナンス・インスペクション技術が生かされています。

本社、安全工学研究所、大阪事業本部

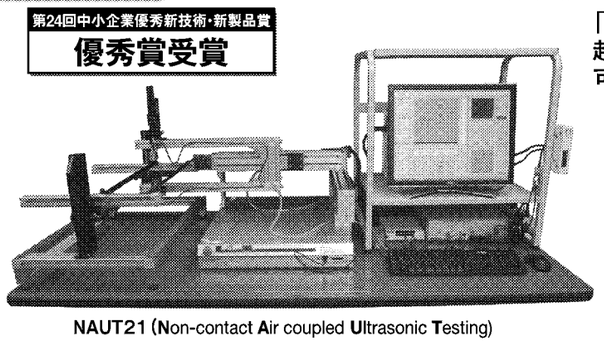
人と技術のあいだに
非破壊検査株式会社
本　社 〒550-0014 大阪市西区北堀江1-18-14 非破壊検査ビル
☎06(6539)5821㈹



## エアスキャナー NAUT21

### 非接触空中超音波検査システム

第24回中小企業優秀新技術・新製品賞
優秀賞受賞



NAUT21 (Non-contact Air coupled Ultrasonic Testing)

「NAUT21」はジャパンプローブが培った非接触空中超音波探傷技術でA、B、Cスコープ等の画像処理が可能なシステムです。

機器構成
1.超音波パルサ・レシーバ
2.データ処理装置
3.エアプローブ
4.外部プリアンプ
5.機構部
6.PC

用途
・CFRP、GFRP等の複合材の検査
・リチウムイオン電池の検査
・金属材、木材、ゴム材の検査
・自動車部品(ブレーキパッドなど)の検査
・発砲スチロールの検査
・塗膜の検査
・各種接着部・接合体の検査
・管材のキズ、長さ、厚さの検査

先進技術で未来を見つめる
ジャパンプローブ株式会社
〒232-0033　横浜市南区中村町1－1－14 JPビル
http://www.jp-probe.com　TEL 045-242-0531(代表)
E-mail:info@jp-probe.com　FAX 045-242-0541

超音波標準プローブ
超音波特殊プローブ
超音波パルサ・レシーバ
超音波に関する受託試験


# 非破壊検査・計測・診断技術

## 超音波非破壊検査・材料劣化評価技術の動向


超音波材料診断研究所所長
名古屋工業大学名誉教授
川嶋　紘一郎


超音波フェイズドアレイ装置の普及により、金属構造物内のき裂の画像化が可能となり、き裂評価の客観性が大幅に向上したが、き裂発生以前の材料劣化、微視き裂集団の非破壊検出・画像化は相変わらず困難である。最近、非線形超音波（高調波）法を用いて、実験室段階では材料劣化・塑性変形度の画像化が一部可能となってきた。

### 劣化の画像化

8年前の中越地震において約2000ガルの加速度を受けた柏崎原子力発電所の重要機器に目立った損傷は発生しなかったが、配管曲がり部での極低サイクル疲労損傷が懸念され、塑性変形度の評価への各種非破壊検査手法の可能性が検討された。超音波音速あるいは縦波横波音速比法はSN比が低いことから採用されなかった。昨年の東日本大震災により継続期間の長い長周期振動を受けた大阪TWCビル（高さ258メートル）の中層階において鋼構造部材の最大塑性率が基準値の4倍となった部分があり、構造部材に永久変形が生じた。近い将来に想定される東海・東南海・南海地震がほぼ同時に発生すると、最大マグニチュードは9程度となる可能性が指摘されており、軟弱地盤上に建設された超高層ビルには長周期振動による同様な損傷の発生が懸念される。

### き裂発生に先行して検出

従来超音波法は、音響インピーダンスの差を利用するため材料組成と力学的特性がごくわずかに異なる塑性変形域を検出できない。これに対し一定周波数のひずみの少ない大振幅正弦波バーストを材料に入射し、材料内部微視組織を揺り動かしたときに励起される高調波（入射周波数の整数倍周波数を持つ波）振幅を画像化することで、塑性変形度を非破壊的に可視化することが実験室段階で可能となった。

### 非線形超音波併用で さらに進展

**図1**の上半分は最大塑性ひずみ約30%を与えた穴付きSUS板の外観を、下半分に塑性変形域内の高調波振幅分布を示す。塑性変形により板厚が変化するので、塑性変形を与えた後一定厚さ5ミリメートルに研削加工し、水浸法で周波数約6・26メガヘルツ、80サイクルのバースト波を入射し、30メガヘルツハイパスフィルターにより5次高調波を抽出し、その振幅を画像化した。楕円穴に接する最小断面の塑性変形度が顕著で、楕円長軸方向には塑性変形が生じていないことが分かる。この高調波振幅分布と切断後のビッカース硬さ、電子線後方散乱回折像との間に有意な相関があることが確認されている。実部材に適用するためには、厚さ分布を計測し、高調波振幅に含まれるその影響を除去する必要がある。

**図2**上側に、厚さ10ミリメートルの7075アルミニウム板の低サイクル疲労き裂の外観を、下側にき裂先端塑性域の共振高調波像を示す。塑性域に対応する試験片表面に1マイクロメートルを超える凹みがないことを確認している。

このようにき裂発生に先行する材料劣化を検出できるようになれば、**図3**に示すように初期の劣化診断が可能となる。

国土交通省は2009年度から30メートル以上の長さのコンクリート橋について超音波による音速測定を行うことを義務付け、音速の変化からコンクリートの劣化を評価しようとしている。コンクリートの縦波音速の値はセメント、粗骨材、水の単位量に依存して変動するが、縦波音速は圧縮強さと正の相関を持つことが確認されている。コンクリートでは超音波が粗骨材で散乱されるので、粗骨材と同程度の面積を持つ探触子では測定位置による音速変動が大きい、そこで複数の経路に対する音速の平均値を用いる必要がある。

音速測定以外に、非線形超音波を用いたコンクリートの劣化評価の試みが東京工業大学の廣瀬壮一教授のグループで、また長いバースト波を入射し周波数を掃引し、共振ピーク周波数の変化から劣化度を評価する研究が米国ロスアラモス国立研究所のP・ジョンソン博士のグループで進められている。

従来超音波法と非線形超音波法を併用することにより、多種類の材料の劣化・損傷の非破壊検査・評価が今後進展すると考えられる。

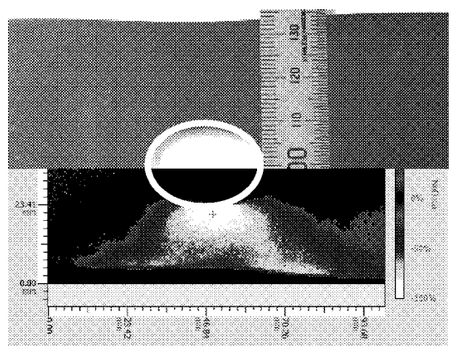


図1　穴付き板の不均一塑性変形の高調波像

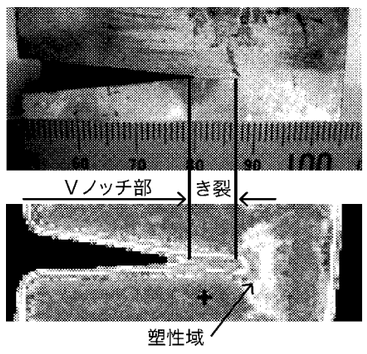



図2　低サイクル疲労き裂先端塑性域の高調波像

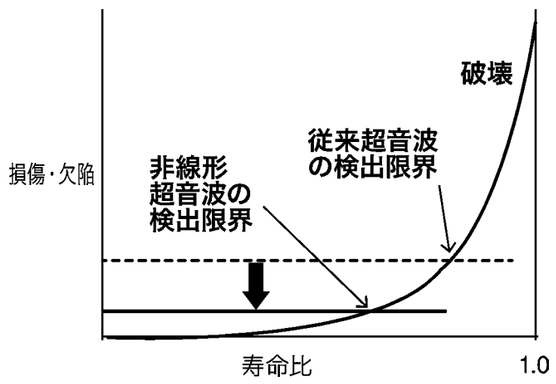



図3　非線形超音波法による欠陥・損傷の検出限界の向上

日本クラウトクレーマーは、非破壊検査分野において常に現状の技術の高度化と新しい技術開発を目指すパイオニア集団です。
私たちが培ってきた知識・経験・技術力で、全く新しいさまざまな試験対象物の検査を可能にし、さらに新しくよりよい検査方法を提案いたします。

INDESで未来を創造する
日本クラウトクレーマー株式会社
本　　社 〒171-0021 東京都豊島区西池袋5-13-13 東都自動車ビル4F
TEL(03)3987-8712(代)　FAX(03)3987-8716
大阪事業所 〒578-0912 大阪府東大阪市角田1-9-29
TEL(072)965-6231(代)　FAX(072)962-6236
http://www.krautkramer.co.jp

ISO 9001:2008 認証事業所：本社、大阪事業所

販売代理店
東日本 株式会社 KJE
TEL(03)3987-0351　FAX(03)3987-8715
中　部 中部クラウトクレーマー販売株式会社
TEL(052)324-9131　FAX(052)324-9133
関　西 関西クラウトクレーマー販売株式会社
TEL(072)960-6085　FAX(072)960-6086
西日本 西日本クラウトクレーマー販売株式会社
TEL(093)961-7799　FAX(093)961-6654