

研究開発センターの事業内容

1. 事業概要

研究開発センターでは、主に、検査事業部、計測事業部が必要となる技術の基礎研究を進めている。その他の業務として、技術誌である IIC REVIEW の編集と発行を行っており、今回 60 号の特集号の運びとなった。また、当社が開発した技術の特許出願や特許の維持管理業務も担当している。現在当社では 115 件の特許を保有している。

2. 事業を支える技術

研究開発センターでは、現在、主に以下の 4 つのテーマについて研究を進めている。

2.1 残留応力測定技術

溶接による熱影響や自重などによる発生応力（ひずみ）は、荷重載荷の前後のひずみ変化量の測定では得られない。残留応力測定の一例として、構造物の測定箇所にはひずみゲージを貼り付けた後、その付近を切断し解放ひずみを測定する方法がある。そこで、より簡易的に測定できる 2 つの方法について研究を行っている。

(1) X 線残留応力計測法

X 線残留応力計測法としては、 $\sin^2\psi$ 法と $\cos\alpha$ 法があり、当社では、 $\sin^2\psi$ 法を採用した可搬型 X 線残留応力計測装置により、主に実験室内で可能となる試験片サイズの計測を行っている。X 線残留応力計測法の適用例として以下のものがある。橋梁のフィンガージョイントの一部を作成し、載荷実験により発生ひずみを測定し、本測定法が有効であることを確認した。また、工場や現場でも測定可能な治具を開発し、ショットピーニングの効

果を検証できることを確認した。

(2) 穿孔法

近年、プラスチック産業は飛躍的に発展し、工業分野への適用が著しく進んでいる。したがって、プラスチック材料の高精度で詳細な機械的特性を把握し、加工プロセスによって生じる残留応力の値を知る必要性が生じてきている。

現時点では、準非破壊法の穿孔法が唯一の有力な測定方法と考えられている。しかし、金属用の一般的な穿孔装置をそのまま使用すると、穿孔中にプラスチックが溶融してしまう。そこで、正確に測定できる方法を独自に開発した。また、異特性を持つ非金属材料の測定方法も研究している。

2.2 インフラ構造物のモニタリング技術

橋梁のピン支承の機能は、自重や自動車荷重を橋台や橋脚などの下部工に伝えることや、温度変化による橋梁の伸縮、自動車荷重によるたわみに伴う支承の回転などに対応することである。移動可能な支承が拘束されると、温度変動等によりコンクリート床版に引張応力が発生することを解析により明らかにした。それらの引張応力が引張強度を超えると、コンクリート表面にひび割れが発生する可能性がある。

支承の機能低下が起これば、温度変動等により拘束された支承自体のひずみも変化することに着目し、支承部材の発生ひずみを測定する方法を考えた。そして、長時間計測のために FBG センサを使い、さらにそれらのひずみを無線で計測するシステムを開発した。このシステムを使えば、事務所内でリアルタイムに支承の挙動が計測できる。

2.3 配管などの曲面形状の欠陥検出技術

(1) 小口径配管の探傷方法

小口径配管（直径 50mm 以下、厚さは 4～5mm）では、発生欠陥としてファイアクラックがある。小口径配管を探傷する場合、曲率半径が小さくなると探触子から入射した音が広がり、形状エコーとなりきず検出の妨げとなる。このような現象をシミュレーションや、複数の斜角探触子を使った水浸法による円柱試験体上での音場などにより確認した。これらの問題点を解決するために、マトリクスアレイ探触子を開発している。

(2) 大口径配管の探傷方法

大口径配管（直径 500～1000mm、厚さ 50～80mm）では、主な発生欠陥としてクリープ損傷がある。大口径配管の探傷では、厚さが厚いため音を深い部分まで届かせることが必要となる。また、クリープ損傷をボイドの状態で見ることが難しく、クリープ損傷の早期発見が課題となっている。そこで点集束と電子走査（セクタスキャン）が可能であるリング分割型アニューアレイを開発した。人工欠陥内蔵試験片による性能試験で、開発品ではシミュレーションと同様の結果が得られた。現在、代表的な曲率に対応できるよう、くさび形状を検討している。

2.4 複合構造物の欠陥や損傷状態の検出技術

宇宙製品の中には、気蓄器と呼ばれる衛星推進系の燃料タンクから燃料を排出するためにガスを蓄えておく炭素繊維強化プラスチック（CFRP）材質の高圧タンクがある。この製造および輸送過程において、タンクに損傷を与える可能性があり、補修が必要となる場合もある。その際、損傷部や補修後の健全性を確認する方法として AE 計測が有力となる。そこで、耐圧試験時の AE 計測により、損傷部位を高精度で特定するための研究を進めている。この技術は水素自動車の車載用のタンクや

貯蔵用のタンクなどにも適用できると考えている。

3. 今後の技術の展望

残留応力の計測が可能になれば、疲労損傷の精度の高い推定につながる。また、応力集中を低減することにより、きれつ発生の防止や構造物の長寿命化を図ることが可能となる。これらの対策は、主に工場や現場で行うことになる。そこで、このような場所で簡易に測定する方法や治具開発に取り組んでいく。

構造物に発生するひずみは、ひずみゲージにより測定する方法が一般的となる。サンプリングモアレ法は格子縞^{じま}を構造物に貼り付けることにより、0.05mm までの変位計測が可能であり、それらの測定結果からひずみ分布も得られる。将来、専用カメラの精度がさらに上がれば、実用的なひずみ計測も可能となり、ひずみゲージに代わる方法になると考えられる。本方法では広範囲のひずみ分布や静的、動的測定も可能となることから、サンプリングモアレ法の研究に注力していく。

現在、橋梁やダムなどの社会インフラは、5年に1回の目視検査が義務付けられている。予防保全の観点から、次回点検までの5年間に、各種センサを使った状態監視が必要になる構造物が出てくる可能性がある。そのために、各種無線システム、安価で簡易な測定システム、長期間計測可能なシステムなどの開発が望まれている。今後、測定の準備期間が短縮でき、長期間安定した測定システムの開発が必要になる。無線システムでは、測定機器を常時設置すると設置費用が高額となる。そこで、センサのみを構造物に取り付け、測定は例えば月に1回などの間隔で行い、その都度、現場に測定器を持っていけば、1台の測定器で複数箇所の測定ができ測定費用の節約になる。このような実用的なシステム開発にも取り組んでいく。

複雑な表面形状の超音波探傷では、探触子の特性や形状の検討が必要になる。解析技術を駆使すれば、探触子の設計を短時間に行うことができる。現時点では、2次元解析を行っているが、3次元解析や溶接部の結晶粒界などをモデル化することにより、さらに精度の高い損傷箇所の推定解析結果が得られ、高性能の探触子の開発につながると考えている。

AEによる損傷箇所の高精度の推定法にも取り組んでいく。具体的には、構造物の内部に空隙や劣化、損傷等があると弾性波の到達時間が健全時より遅くなることを利用し、低速度領域を損傷部と判断するトモグラフィ手法がある。コンクリート床版の損傷評価には、目視や打音検査が主流であるが、これらの手法では多くの時間が必要となる。そこで、AEトモグラフィ手法を床版に適用すれば、コンクリート内の水平割れや砂利化などの

内部損傷の検出も可能になると考えられる。また、この手法は、FRP製の構造物などにも展開できる可能性がある。

4. 研究開発センターの役割

研究開発センターでは、各事業部のニーズに合わせた研究開発を短時間にタイムリーに行う必要がある。そのため、大学や企業との共同研究を積極的に進めていく。また、当社で開発した技術を社外へ発信し、お客様のニーズに応じていくことも重要になる。研究開発した技術をIIC REVIEWだけでなく、各学会へ積極的に投稿していくことも当センターの役割と認識している。

文責

研究開発センター長

西土 隆幸