打撃力センサ内蔵インパクタのご紹介

2019年11月7日

株式会社トーキン

センサ・アクチュエータ製品技術部

Electronic Components
TOKIN
A KEMET Company

非破壊検査機器　販売担当 小原　勝次
E-mail　k-obara@hihakai-kensa.com
携帯　080-1151-8464
〒169-0075　東京都新宿区高田馬場 3-2-14 天翔高田馬場ビル 3F305 号室
TEL/FAX　03-5937-0427 / 03-5937-0428

打撃センサ内蔵インパクタとは

打音検査の自動化・定量化をお手伝いするモジュールです。

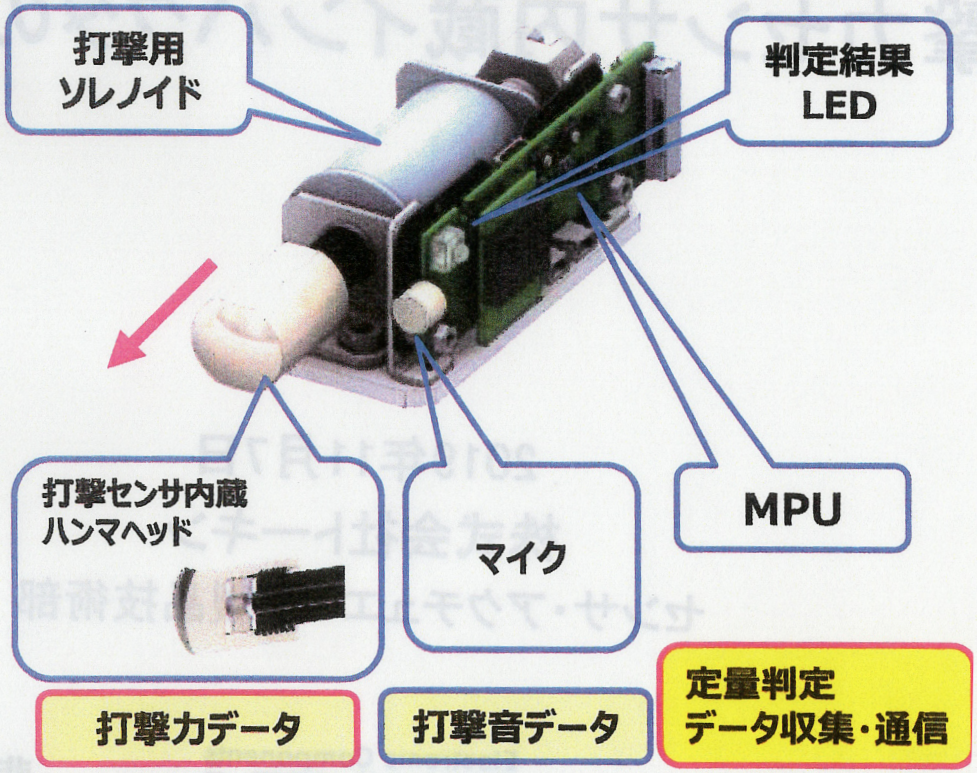
従来の打音検査

ハンマで対象物を手動で打撃。
人の耳で音の違いを聞き分け、
良否判定を行います。



インパクタ

対象物を自動で打撃し、打撃力データと
打撃音データから良否判定を行います。

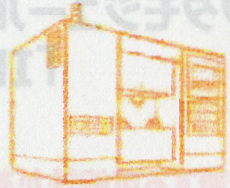


TOKIN

用途例と基本動作

用途例

- 構造物打音検査
  - トンネル
  - 橋梁
  - 道路
  - 建築物
- 製品検査
  - 溶接、接合部
  - 組立、成型品



基本動作

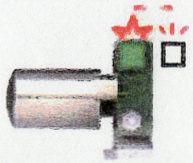
外部からトリガー信号をうけると打撃を行い、判定結果をLEDで表示。
判定結果と各種センサデータを上位システムへ送信します。

打撃指令 → 上位システム → 判定結果 打撃センサ・マイク (外部振動センサ)

トリガー

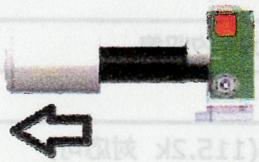
データ

①待機状態



消灯または
前回結果を表示

②打撃



③判定・表示

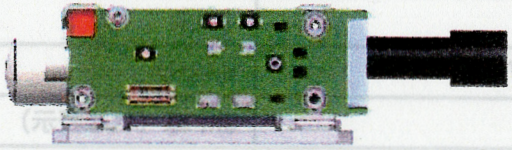
OK 緑



NG 赤



④データ送信

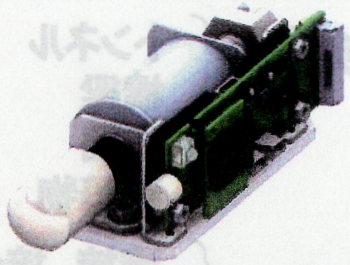


IM-A12ES(L) 仕様

打撃力センサ内蔵インパクタモジュール
「IM-A12ES2(L)」

12:12V電源用
24：24V電源用

※：本仕様は開発中の物で、断りなく変更する可能性があります。
使用の際は最新の仕様をご確認ください。



	項目	仕様	備考
全体	総重量	150g	
	外形寸法	100×30×26.5mm	突起部含まず
	打撃力	約400～700N	対象物：コンクリート 駆動電圧：12V　/ ハンマON時間：55ms 打撃距離：20mm　/ ハンマ姿勢：水平
	ストローク	24mm MAX	
	ヘッド重量（可動部）	48g（シャフト含む）	
センサ	打撃力センサ	ハンマヘッド内蔵	
	マイク	500Hz～15kHz	無指向性
	振動センサ	Option	弊社VS-AVシリーズ、BVシリーズ
電源	打撃部	12V /1.3A typ	24V /0.7A typ 品もご用意できます
	データ収集部	5.0V	
データ収集モジュール	ADC	12bit	
	サンプリング	44kHz	1打撃あたり512pointのデータ収集
	LED	赤、緑（状態表示）	
	通信方式	シリアル（UART）	ボーレート921.6kpbs（115.2k 対応可）
	無線モジュール	Option	ご要望に応じて工場出荷時対応可能

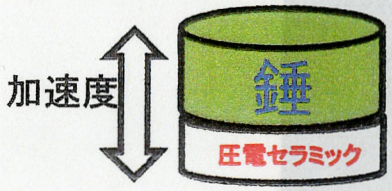
TOKIN

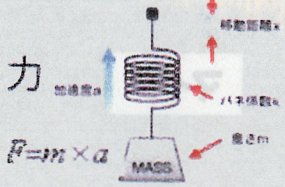
加速度センサと打撃力センサ

一般的な加速度センサでは、錘を使って加速度を力に変換し、それによる圧電セラミックの歪を電荷に変換します。
一方、打撃力センサでは、打撃力を圧電セラミックを圧縮する方向に力を伝えます。 電荷に変換する原理は同じです。

加速度センサ

① 錘で加速度を力に変換



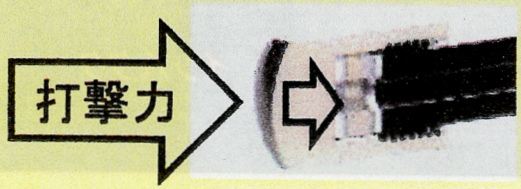


② 歪を電荷に変換

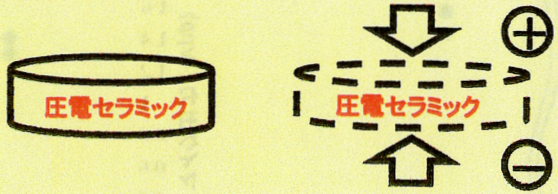


打撃力センサ

① 打撃力を圧電体に伝達



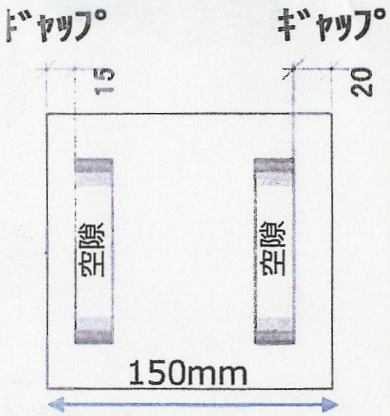
② 歪を電荷に変換

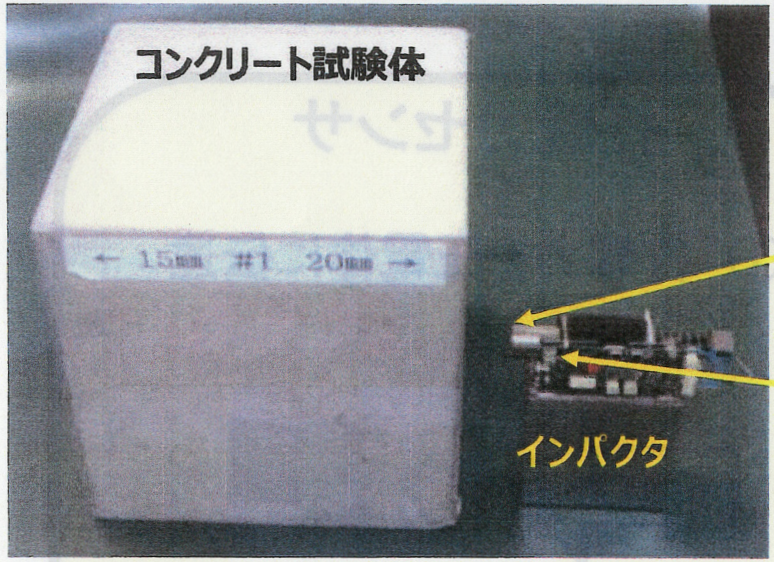


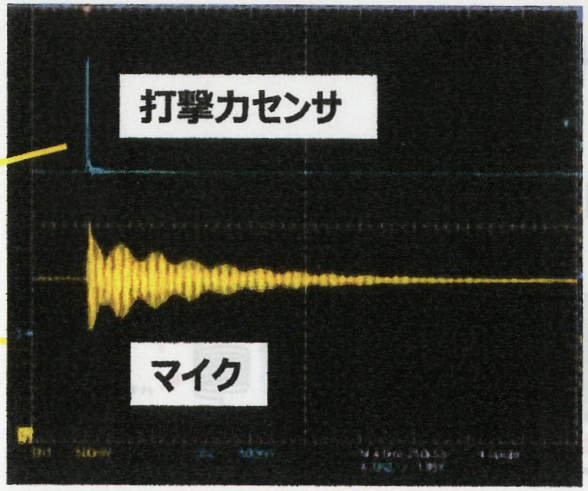
Electronic Components
TOKIN
A KEMET Company

コンクリート試験体によるセンサ/マイク基礎データ

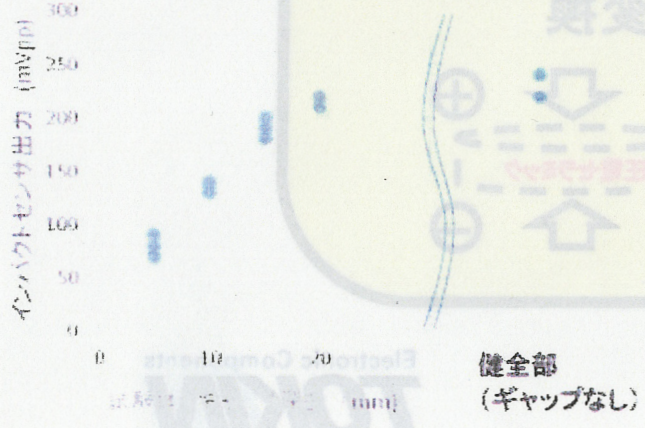
ギャップが大きい（打撃部が厚い）：撓みが小さい → 打撃力は強い　音は小さい
ギャップが小さい（打撃部が薄い）：撓みが大きい → 打撃力は弱い　音は大きい



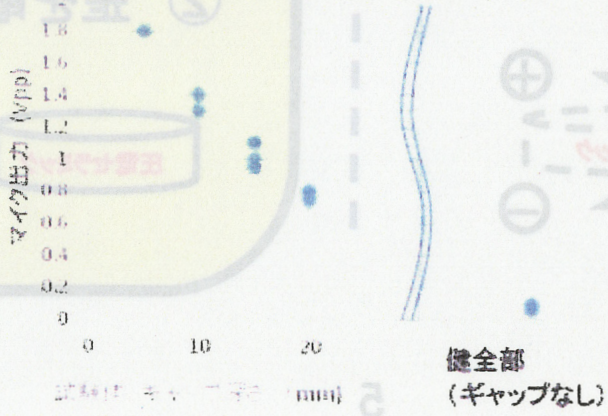




ギャップ深さ vs 打撃力センサ

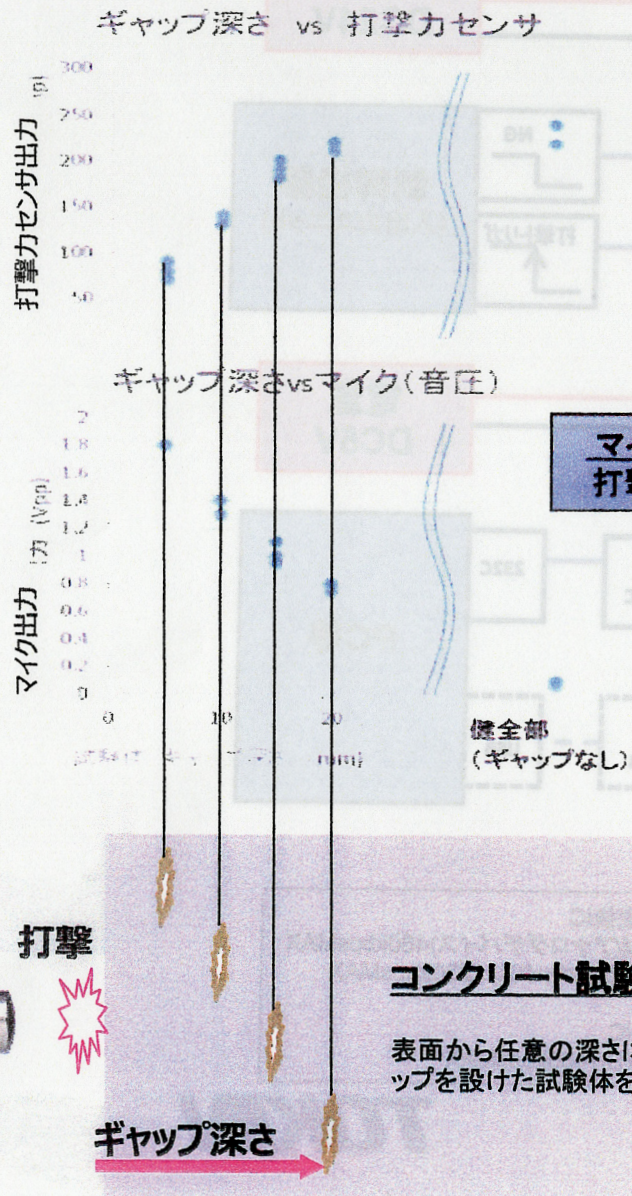


ギャップ深さvsマイク（音圧）



TOKIN

判定のしくみ



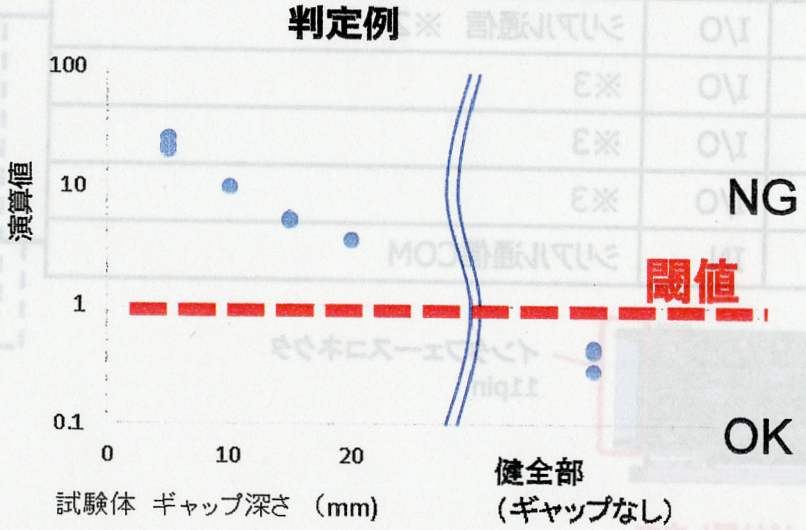
コンクリート試験体

表面から任意の深さにギャップを設けた試験体を打撃

演算値＝ マイクpp/打撃力センサpp

判定に用いる演算値を
「マイク出力/打撃力センサ出力」とする
（**正規化**）ことで、打力（打撃位置）
の**ばらつきを吸収**。
且つ、打撃力センサ出力とマイク出力が逆比
例関係にあるため**S/N比を大きく出来る。**

マイク出力
打撃センサ

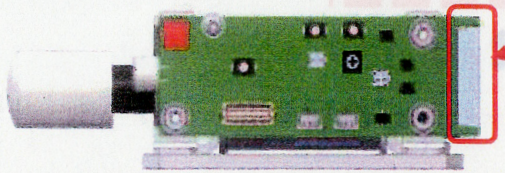


※閾値はＯＫ部、ＮＧ部（空隙部）の打撃により決定

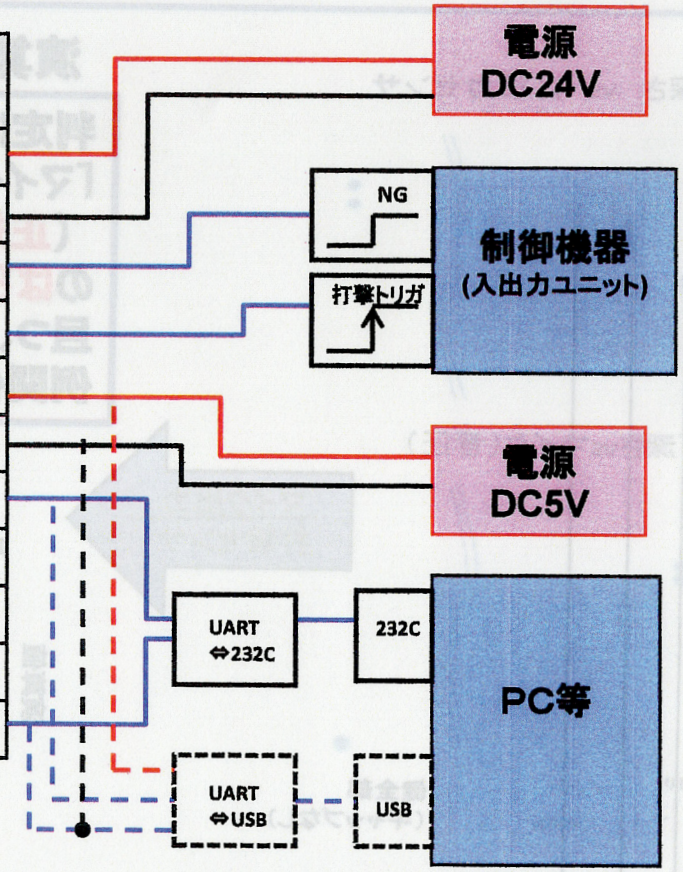
TOKIN

インタフェース例

No	付属※1 ｹｰﾌﾞﾙ色	FUNC	I/O	備考
1	うす茶	＋24V	IN	インパクタ電源 ＋
2	赤	COM	IN	インパクタ電源 －
3	橙	OK/NG	OUT	NG判定出力（デジタル電源のレベルで出力）
4	黄	TRG	IN	打撃トリガ（LOW→Hi 入力時に打撃）
5	緑	+5V	IN	デジタル電源 ＋
6	青	COM	IN	デジタル電源 －
7	紫	TXD	I/O	シリアル通信 ※2
8	灰	—	I/O	※3
9	白	—	I/O	※3
10	黒	—	I/O	※3
11	茶	COM	IN	シリアル通信COM



インタフェースコネクタ
11pin



※1:コネクタ付ケーブルが付属します。
※2:シリアル通信の電圧レベルは、デジタル電源と同じにしてください。
PCとのRS232C接続にはレベル変換が必要です。
PC等からRS232C出力を直接接続すると、モジュールを
破壊することがあります。
※3:No.8,9,10はカスタマイズ可能

UART-RS232C変換IC
例 ADM3202AM(アナログデバイス)460kbpsMAX
SP3232ECP(サイペックス) 230kbpsMAX

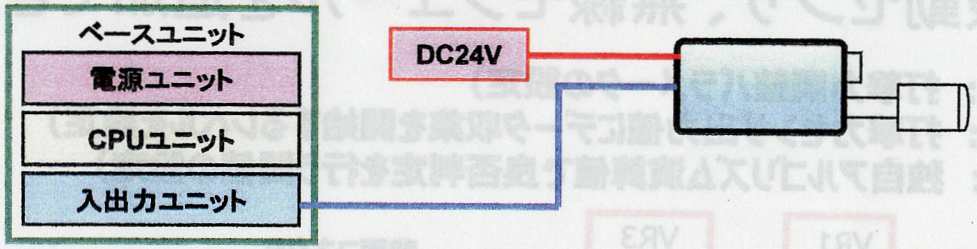
UART-USB変換IC
例 FT232RL(FTDI)460kbpsMAX

TOKIN

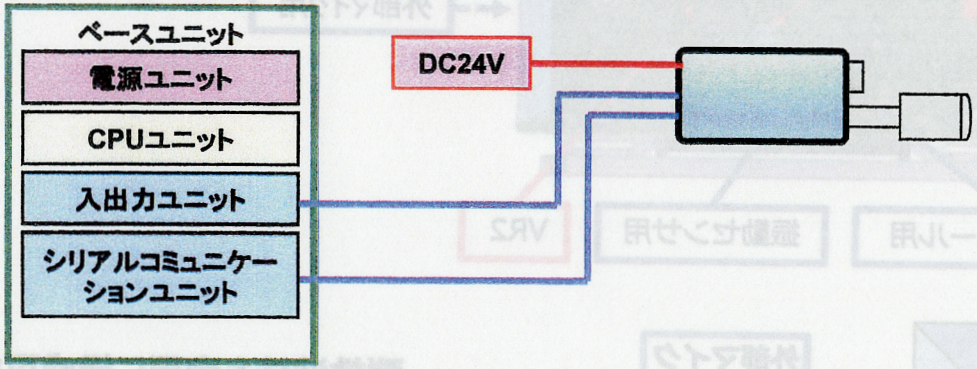
PLCとの接続例

PLCとの
各種接続例を
示します。

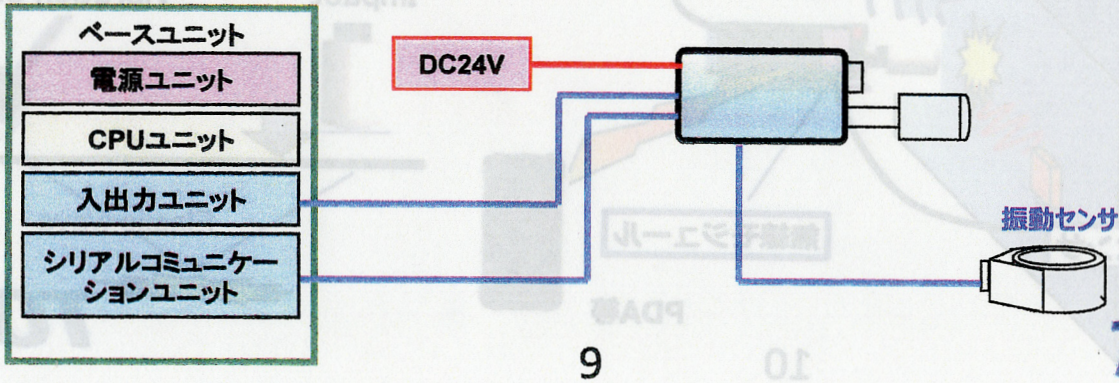
1. I/Oコントロール（判定結果のみ受信）



2. I/O＆シリアルコントロール（判定結果とデータを受信）



3. I/O＆シリアルコントロール+振動センサ



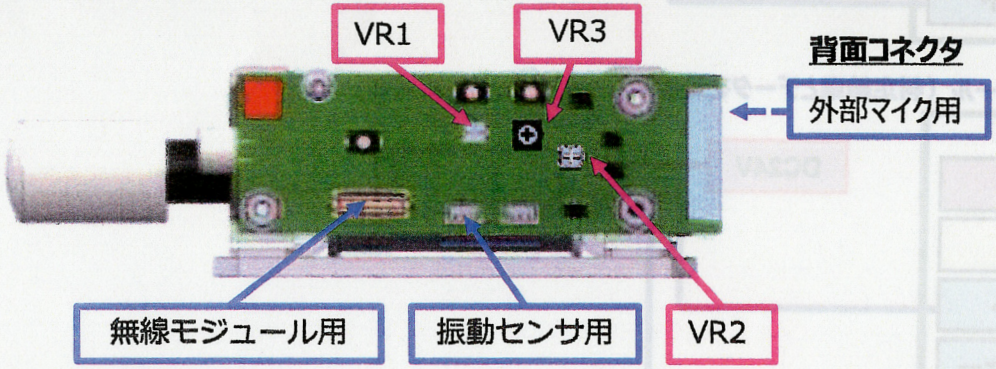
TOKIN

カスタマイズできること

各種パラメータ(打撃力、トリガーレベル、判定閾値)調整が可能。
オプションで外部マイク、振動センサ、無線モジュールを追加できます。

調整項目

- 打撃力　　(VR2 ： 打撃力調整パラメータの設定)
- トリガーレベル　(VR3 ： 打撃力センサ出力値にデータ収集を開始するレベルを設定)
- 判定閾値レベル (VR1 ： 独自アルゴリズム演算値で良否判定を行う閾値の設定)

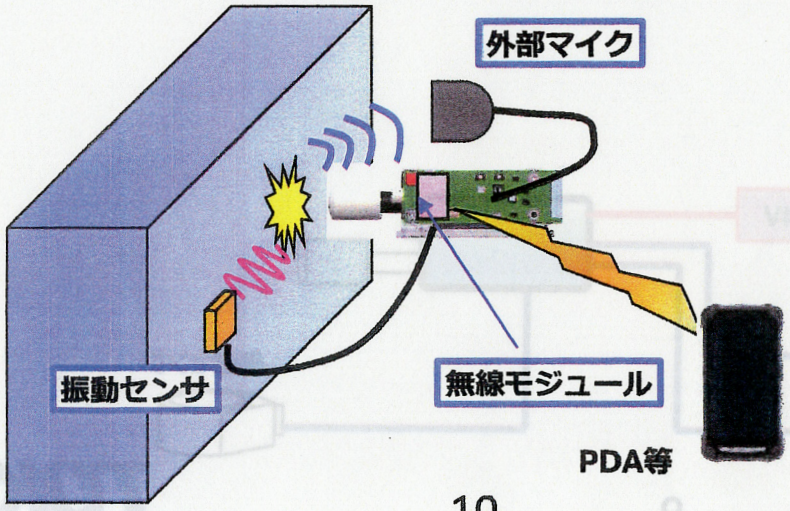


外付けオプション

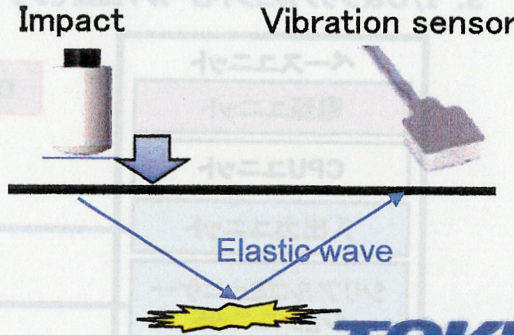
- 外部マイク
- 無線モジュール
- 振動センサ

VS-BV20 (TOKIN)





弾性波法も容易に構成可能



TOKIN

デモ機構成

【デモ機の特徴】

・打撃力センサ内蔵インパクタを単電源で動作するハンディ端末化。
・検査対象物を打撃し、インパクタ本体のLEDで瞬時に判定結果を確認可能。
・インパクタのハンマ先端部に内蔵された打撃力センサと端末のマイクで収集した打音データを表示と記録が可能な専用データロガーアプリ「ImpSpectraForAndroid」に無線送信。

【デモ機の動作】

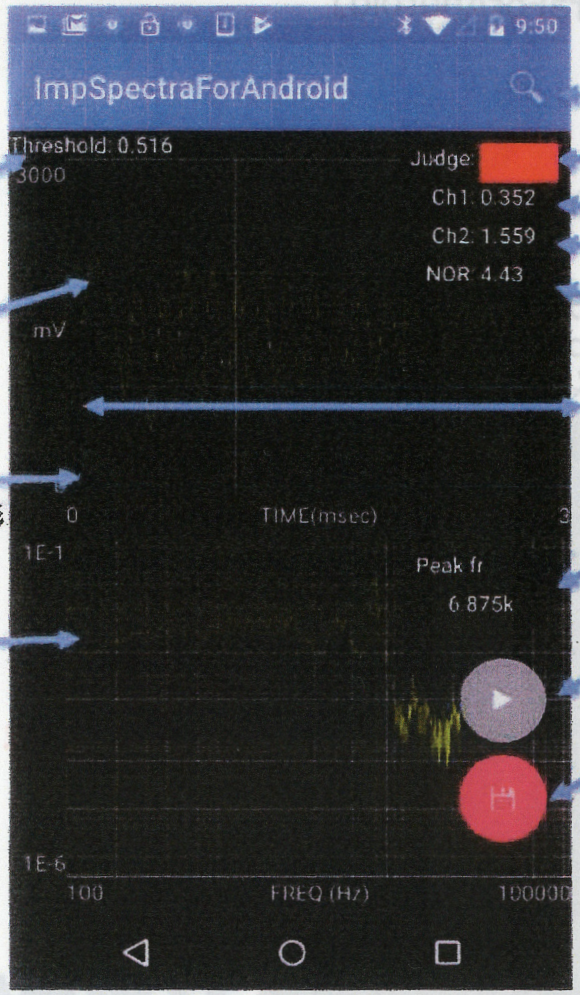
① 打撃SW “ON” → ② 対象物打撃 → ③ 本体LED判定表示 → ④ アプリで波形表示&データ保存&データ送信



mpSpectraForAndroid（データ収集＆波形表示アプリ）

ImpSpectraForAndroid はインパクタとの無線通信により、打撃力センサおよびマイクより収集したデータ波形の表示、保存、判定結果の表示が可能なアンドロイド端末用アプリです

画面説明



判定閾値

Ch2 マイク波形

Ch2 打撃力センサ波形

Ch2 FFT波形

Bluetoothデバイス検索ボタン

判定結果

Ch1波形のpeak to peak値

Ch2波形のpeak to peak値

Ch2p-p/Ch1p-p値(NORmalization値)

132ポイント

ピーク周波数(Hz)

マイク音再生ボタン

ファイル保存ボタン

連続保存モードあり

OK時



空振り時



TOKIN

【TOKIN Confidential】

保存データのフォーマット

7.保存データのフォーマット

・次のフォーマットのCSVファイルで保存されます。

```
Fwver.日付
Param
データトリガ値,判定閾値,00(リザーブ)
AD電圧(mV),分解能,サンプリング(kHz)
Res
CH1pp値,CH2pp値,CH2/CH1,判定結果
No.,Ch1,Ch2
0,2080,2048
1,2080,2048
2,2080,2048
3,2144,2048
 ～
 .
 .
510,2080,2080
511,2080,2080
```

データトリガ値：電圧換算
判定閾値：電圧換算
00（リザーブ）

AD電圧：3000mV
分解能：4096（12bit）
サンプリング：44kHz

Res（結果）
CH1pp値：AD値
CH2pp値：AD値
CH2/CH1：演算値
判定結果：
0(空振り),1(正常),2(異常)

センサデータ：AD値

データ例

```
Fwver.180112
Param
1641,1054,00
3000,4096,44
Res
1104,376,0.34,1
No.,Ch1,Ch2
0,2080,2048
1,2080,2048
2,2080,2048
 ～
 .
 .
510,2080,2080
511,2080,2080
```

データトリガ値：1641mV
判定閾値：1054mV → 1.054

AD電圧：3000mV
分解能：4096（12bit）
サンプリング：44kHz

CH1pp値：1104
CH2pp値：376
CH2/CH1：0.34 →判定0.34＜1.054
判定結果：1(正常)

↓CSVファイルをエクセルで開く

	A	B	C	D
1	Fwver180205			
2	Param			
3	1641	1020	0	
4	3000	4096	44	
5	Res			
6	1056	3100	294	2
7	No.	Ch1	Ch2	
8	0	2064	2056	
9	1	2080	2056	
10	2	2064	2056	
11	3	2112	2064	
12	4	2384	2048	
13	5	2768	2048	
14	6	3072	2096	

データNo. **打撃力センサのAD値** **マイクのAD値**

AD値を電圧値に換算するには

3000/4096×AD値＝電圧値mV
としてください。

例
3000/4096×3072=2250mV

TOKIN

人（打音ハンマ）と打音装置（TOKIN）の比較

[試験施設]　：施工技術総合研究所様（静岡県富士市）
[模擬供試体]：外形　1600×1600×350mm
　　コンクリート内部に空隙を設けた供試体
[変状部形状]：表面から深さ10mmの位置に1mmの隙間





[比較対象]：

人による打音検査
（4名）

点検員①	点検経験なし
点検員②	点検経験なし（建設会社20年勤務、資格　1級土木施工管理技士）
点検員③	点検経験あり　資格　技術士（鋼構造およびコンクリート構造）
点検員④	点検経験あり　資格　技術士（トンネル、総合技術監理）

打音装置による検査
（2名）

点検員A	点検経験なし	TOKIN　技術者40代
点検員B	点検経験なし	TOKIN　技術者30代



【試験結果】

1）人（打音ハンマ）による試験結果

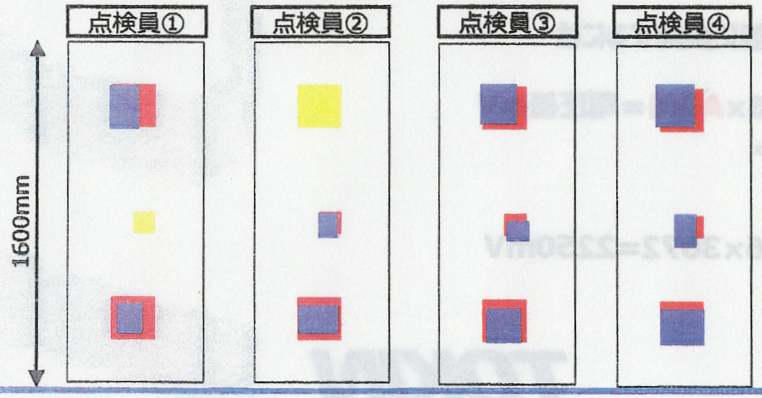
経験のある点検員③④は変状部を100%検出した。（黄色の未検出部が無い）
未経験点検員①②では変状部の見落としがある。（黄色の未検出部がある）
点検員による検出形状にバラツキが見られた。（青色部の形状がそれぞれ違う）

2）打音装置（TOKIN）による試験結果

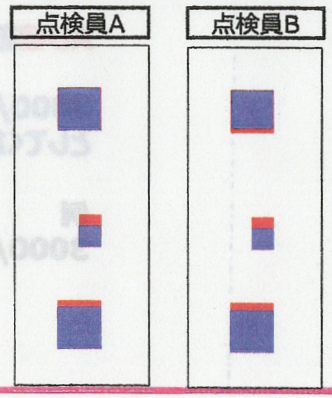
点検員A･Bとも変状部を100%検出できた。（黄色の未検出部無し）。
点検員A･Bで検出形状にバラツキが無い。（青色部形状がAとBで同じである）

検査マップ凡例
- 変状部正解
- 未検出変状部
- 点検員が異常あり

1）人（打音ハンマ）の検査マップ



2）打音装置の検査マップ





打音装置（TOKIN）の構成

※1)人の検査マップ:施工技術総合研究所様実施データより抜粋、引用

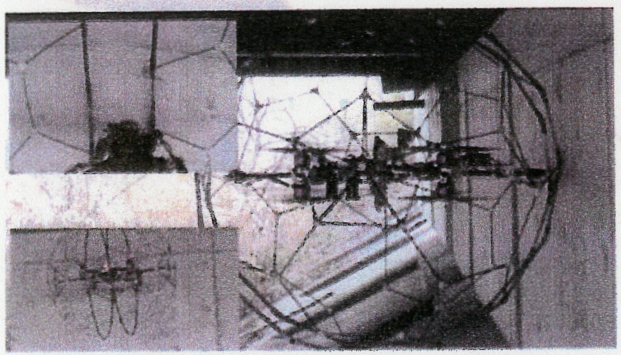
活用例

弊社はモジュールを提供します。
目的に合わせ、お客様のシステムに組み込んで使用することが可能です。

構造物打音検査

トンネル、橋梁、道路、建築物

点検ロボットへの搭載



出展：東北大学様　打音装置搭載　分割球殻ヘリ



弊社モジュール

＋

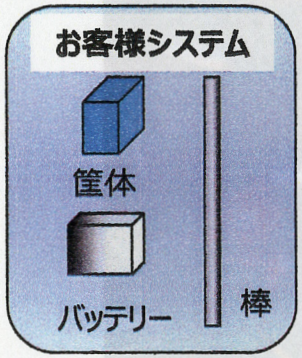


高所、離れた場所の検査



弊社
モジュール

＋

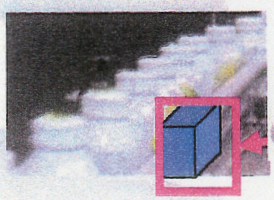




製品検査

溶接、接合部、組立、成型品

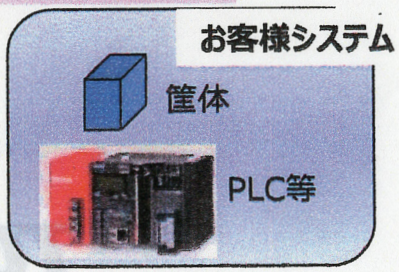
製造ラインの品質検査



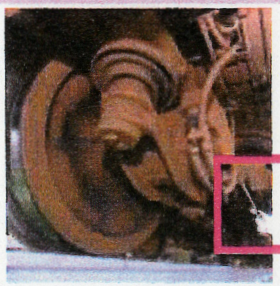


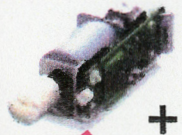
弊社
モジュール

＋



定期点検





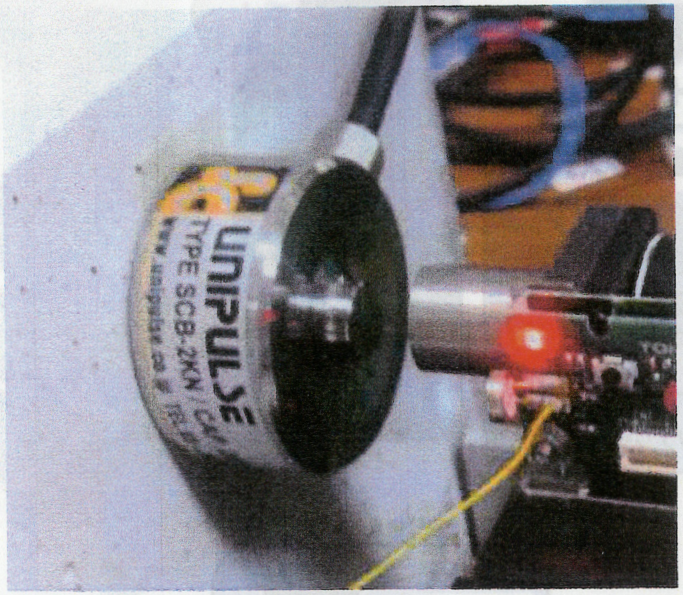
＋

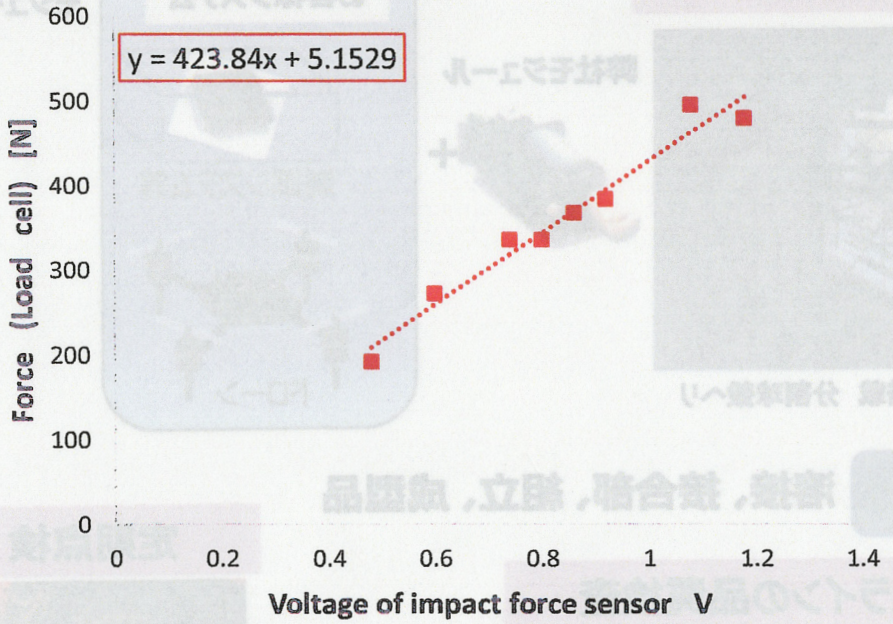
弊社
モジュール



TOKIN

打撃センサの較正





TOKIN