

TICO 超音波試験機

取扱説明書



富士物産株式会社
〒103-0026 東京都中央区日本橋
兜町 21 - 7 兜町ユニ・スクエア
TEL : 03 - 5649 - 7121
FAX : 03 - 5649 - 7125
e-mail : sales@fuji-bussan.co.jp
U R L : <http://www.fuji-bussan.co.jp>

【 目 次 】

	(Page)
 安全上の注意事項	 1
はじめに	 1
1. 標準セット	 2
2. 操作説明	 2
3. メニューの基本操作	 3
3-1. 距離 (Distance)	 3
3-2. 反発値R (Rebound Value R)	 3
3-3. 補正係数 (Correction Factor)	 4
3-4. 試験もしくは測定番号 (Test [or Measurement] number)	 4
3-5. 構成 (Confiruration)	 5
3-5-1. 長さと圧縮強度単位を選択	 5
3-5-2. 校正 (Calibration)	 5
3-6. 自動保存 (Automatic storing)	 5
4. 測定手順	 6
4-1. 直接および半直接測定	 6
4-1-1. 自動保存 (Automatic storing) をONにした測定	 6
4-1-2. 自動保存 (Automatic storing) をOFFにした測定	 6
4-2. 表面速度	 7
4-3. ひび割れ深さ	 8
5. ひび割れ深さ測定方法 (参考資料)	 9

安全上の注意事項

このたびは、弊社取り扱いのTICO（以下、本機という。）をご購入いただき、ありがとうございます。本取扱説明書（以下、本書という。）には、安全かつ正確にお使いいただくための正しい取扱方法が説明されております。ご使用前に、本書をよくお読みになり、正しくお使いください。

本書に明記されている取扱方法は、指定の使用目的に使用する場合のみに関するものです。本書に明記されていない使用目的に使用する場合の安全性に対する配慮は全てお客様の考えでお願いいたします。

また、本書は大切に保管してください。万が一紛失された場合は、一部¥1,000-にて販売いたします。

【お願い】

- ◆ 本書の一部又は全部を無断で転載することは固くお断りします。
- ◆ 本書の内容は予告なしに変更することがあります。
- ◆ 本書の内容についてご不審な点や誤り、記載もれなどお気づきの点がございましたら、弊社までご連絡ください。

本書で使用しているシンボルマーク・シグナル用語は、危険度のレベルによって次のように使い分けてあります。



危険

この表示を無視して誤った取り扱いをすると、死亡または重傷を負う危険が差し迫って生じることが想定される内容を示しています。



警告

この表示を無視して誤った取り扱いをすると、死亡または重傷を負う危険が差し迫って生じることが想定される内容を示しています。



注意

この表示を無視して誤った取り扱いをすると、障害を負う可能性または物的損害のみの発生が想定される内容を示しています。

【はじめに】

超音波試験TICOは、コンクリートの非破壊試験に使用されます。

- ・ ひび割れ深さの推定
- ・ コンクリートの均質性
- ・ 空洞、ひび割れ、火や霜による欠陥部の探知
- ・ 弾性係数
- ・ コンクリート強度



1. 標準セット

- 表示本体（ディスプレイ・ユニット） . . . 1台
 - ・ 測定値250個分の不揮発性メモリー
 - ・ 128×128 (mm) LCD画面
 - ・ インターフェイスRS232C
 - ・ 測定値のPCへの転送用統合ソフトウェア
 - ・ 測定範囲：約15～6550 μ s
 - ・ 分解能 : 0.1 μ s
 - ・ 電圧パルス : 1kV
 - ・ パルスレート : 3/s
 - ・ 入力時インピーダンス : 1M Ω
 - ・ 温度範囲 : -10°C～+60°C
 - ・ バッテリー : 単三乾電池 1.5V×6本
- トランスジューサー（探触子） . . . 1組
- トランスジューサー接続ケーブル（1.5m） . . . 2組
- カップリングペースト（150g） . . . 1本
- キャリングケース（325×295×105mm）

2. 操作説明

- ・ 接続ケーブルをトランスジューサー（発振子，受振子）および表示本体に接続します。接続はケーブルのBNCプラグを差込み、回してロックします。もし異なる長さのケーブルを使用するときは、長い方のケーブルを発振子に接続します。

[重要] トランスジューサーの接続および取り外しは、電源を立ち上げる前に行なってください。

BNCプラグに接触しますと、感電する場合があります。



注意

- ・ 『ON』キーを押します。下記が表示されます。
 - ・ 機番
 - ・ Version No.
 - ・ バッテリー残量時間（あくまで目安とお考え下さい。）

何も表示が出ない（電源が立ち上がらない）場合は、電池交換が必要です。それでも表示されない場合は、修理の必要がある可能性がありますので、弊社までご連絡ください。

a	b	c	d
P σ_k =1.00 R=34 #100000			
t =	50.4 μ s		e
l =	0.220 m		f
v =	4370 m/s		g
σ_k =	30.7 N/mm ²		h
Store by STORE			i
Start by START			
Menu by MENU			

- a. セメントタイプ: P $\Rightarrow$ ポルトランドセメント
B $\Rightarrow$ 高炉セメント
- b. 湿度その他に対する補正係数
- c. 反発値 (R 値) がキーボードから入力できます。
- d. 測定番号
- e. トランスジューサー間の伝播時間
- f. トランスジューサー間の距離、選択単位: m、ft
- g. パルス速度 $V=I/t$
- h. コンクリート強度 (シュミットハンマーとの複合式)
単位選択: N/mm²、kg/cm²、MPa、psi
- i. 操作表示

3. メニューの基本操作

表示部にはユーザーへのガイド付のメニューが表示されます。個々の表示域の指示に従ってください。

☒ Distance	
☐ Reboundvalue R	
☐ Correction factor	
☐ Test No.	
☐ Configuration	
☐ Language	
☐ Crack depth	
☐ Surface Velocity	
☐ Automatic Storing	
☐ Data Output	
Select by $\uparrow\downarrow$	a
Start by START	b
End by END	c

- ・ 距離 (Distance)
- ・ 反発値 (Reboundvalue R)
- ・ 補正係数 (Correction Factor)
- ・ 測定番号 (Test No.)
- ・ 構成 (Configuration)
- ・ 言語 (Language)
- ・ ひび割れ深さ (Crack depth)
- ・ 表面速度 (Surface Velocity)
- ・ 自動保存 (Automatic Storing)
- ・ データ出力 (Data Output)

- a. メニュー (MENU) の選択
- b. 選択したメニュー (MENU) の呼び出し
- c. メニュー (MENU) の終了

3-1. 距離 (Distance)

測定画面にパルス速度を自動的に表示するために、トランスジューサー間の距離を矢印キーを使って入力します。入力単位はmまたはftです。

3-2. 反発値R (Rebound Value R)

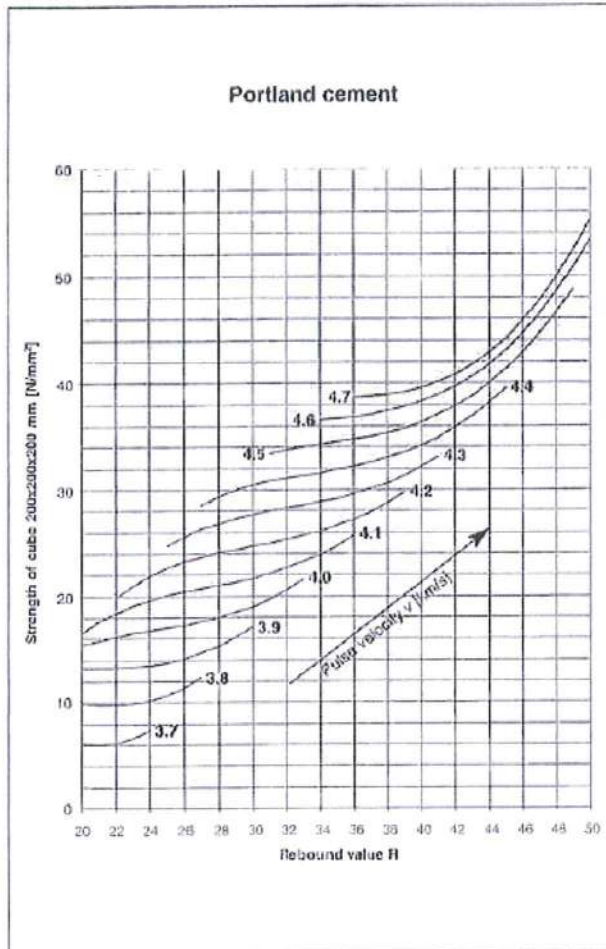
TNO (オランダ) の試験報告書 CUR69 には、シュミットハンマーの反発値 (R 値) とパルス速度の組み合わせによってコンクリート圧縮強度を算出する方法が記述されています。

この数式的関係は、700個を超える供試体の試験結果から導き出されたものです。

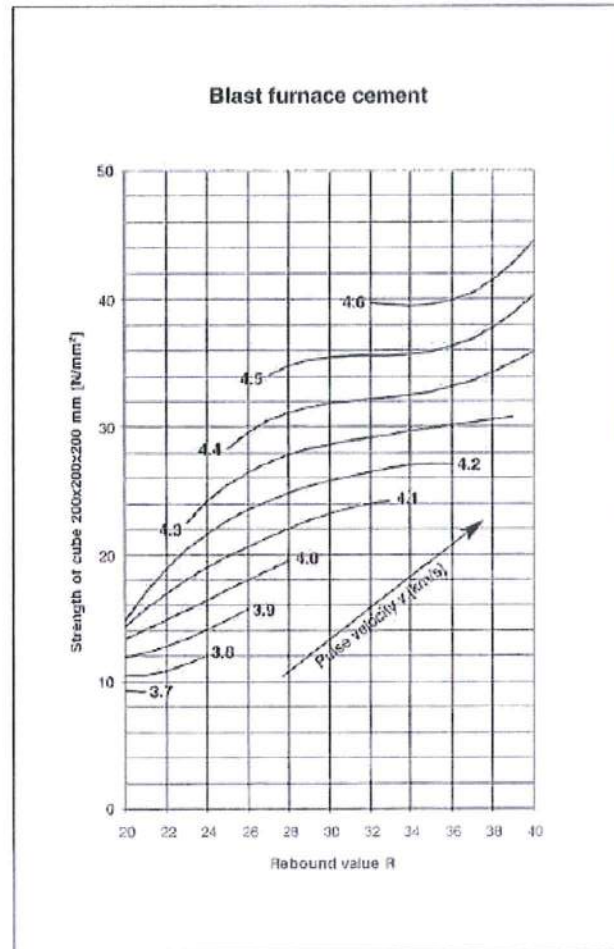
シュミットハンマーで測定した反発値 (R 値) の平均値を入力し、セメントタイプがポルトランドセメントか、高炉セメントかを選択しなければなりません。

(適用可能性: コンクリート圧縮強度の計算は、 σ =測定パルス速度が3900m/sから4500m/sの間でなければいけません。)

ポルトランドセメント



高炉セメント



3-3. 補正係数 (Correction Factor)

パルス速度は、コンクリートの品質のみならず、その他の要因、例えば、温度、湿度、鉄筋の配列などによっても変わります。これらの影響は、規格標準（例えば、BS1881 Part 203）に記述されており、補正係数としてここに含めることもできます。係数の入力には矢印キーを使っています。

測定時間（伝播時間）に設定係数が掛けられます。この補正された時間は表示され、さらに計算に用いられます。

例：-4℃で湿潤なコンクリートについてはパルス速度が7%速くなります。したがって補正係数として0.93を矢印キーにて入力します。

3-4. 測定番号 (Test [or Measurement] number)

6桁で任意に設定することができます。

一回の測定が終わるごとに番号が自動的に繰り上がります。

3-5. 基本設定

3-5-1. 長さと圧縮強度単位を選択

矢印キー↑↓←→を使って、長さの単位にはmまたはftを、強度単位にはN/mm², MPa, psiまたはkg/cm²を選択できます。

3-5-2. 校正 (Calibration)

測定する前に必ず校正 (Calibration) を行なわなければいけません。

トランスジューサーは本体表示部で校正できます。

校正値は、校正ロッド (Caribration rod) の側面にマークされている“00.0μs”の入力を行ないます。

(○内の数字を確認してください。)



校正は次のように行ないます。

- ・ 補正係数を 1.00 に設定します。
- ・ ↓矢印キーで校正 (Calibration) へ切り換え、START キーを押します。
- ・ BNC ケーブルでトランスジューサーと本体表示部を接続します。
- ・ カップリングペーストを薄めに塗布します。
- ・ 校正ロッド (Caribration rod) の側面にマークされている“00.0μs”の入力を行ないます。
- ・ START キーを押します。
- ・ トランスジューサーを校正ロッドに押し続けます。(3~5秒)

本体表示部は測定画面に切り替わり、確認の測定 (Check measurement) を行ないます。校正はこれで終了です。

* 再度使用する時にも、上記のように校正をしなければなりません。

その他のトランスジューサーの使用 (被試験体の大きさと断面いかんにより、あるいはコンクリート組成や測定方法により使用) については、標準規格や文献・資料を参照してください。

3-6. 自動保存 (Automatic storing)

自動保存 (Automatic storing) をオン・オフで選択します。

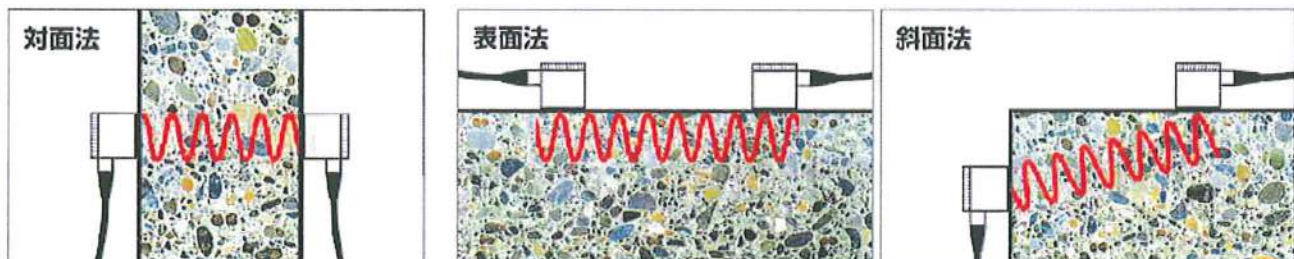
4. 測定手順

4-1. 直接および半直接測定

- ・ 測定点を決定します。
- ・ 測定点間の距離を1%までの精度で測定します。
(直接測定 [対面法]: 最大距離15m、間接測定 [表面法]: 最大距離0.1m~0.5m、
半直接測定 [斜面法]: 0.2m~0.6mまで測定可能です。
ただしコンクリートの状況により測定できない場合があります。)
- ・ メニュー (MENU) で測定値を入力し、“END” キーを押します。
- ・ トランスジューサーにカップリングペーストを塗布します。
(精密なコンクリート表面には薄めに、粗い表面には厚めに塗布します。)
- ・ “START” キーを押します。
- ・ トランスジューサーを測定点上の中心に配置し、押し付けます。

重要 コンクリート中のパルス速度は2000m/sを超えるものであること。
もし測定値がはるかに低いときは、測定面をきれいにし、トランスジューサーに厚めに
カップリングペーストを塗布します。

- ・ 保存のため “STORE” キーを押します。
- ・ 約0.1×0.1mの各測定点で何回かの測定を行ないます。



4-1-1. 自動保存 (Automatic storing) をONにした測定

- ・ 測定中は伝播時間 “t” のみが表示されます。測定値が3秒間安定すると、“ピー”音がしてパルス速度 “v” として表示されます。もしシュミットハンマーの反発値 (R値) がメニュー (MENU) で入力されていると、コンクリート圧縮強度が σ_k として表示されます。
- ・ 表示された値は、“STORE” キーを押して保存できます。測定値について不確実なものであれば、“STORE” キーの代わりに “START” キーを押して測定を繰り返します。

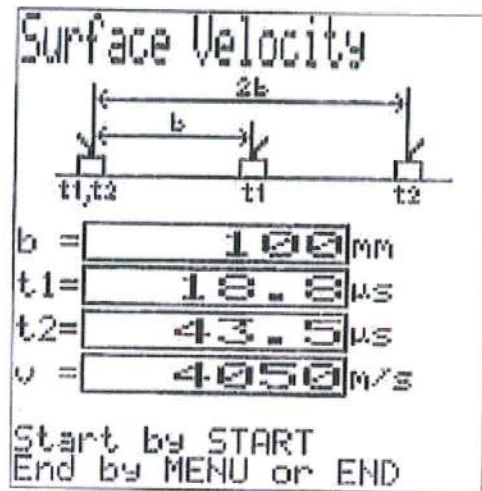
4-1-2. 自動保存 (Automatic storing) をOFFにした測定

- ・ 測定中は伝播時間 “t” の他に伝播速度 “v” およびシュミットハンマーの反発値 (R値) が入力されていると σ_k として表示されます。トランスジューサーを押し続ける必要がありますが、数値はいつでも保存できます。その場合 “STORE” キーは他の測定者によって押す必要があります。

4-2. 表面速度

間接（表面）測定の場合、標準（BS 1881, Part 203, NBN B 15.229）に準拠した複数測定ができます。

メニュー（MENU）の表面速度（Surface Velocity）を選択すると下記の測定画面が表示されます。

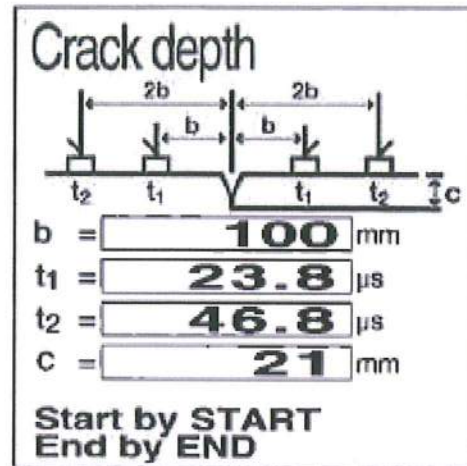


測定手順

- ・ 表示部にトランスジューサーを接続し、カップリングペーストを塗布します。
- ・ 試験体上に“ b ”および“ $2b$ ”の測定点を決定し、マーキングします。
（“ b ”の距離は250mmを越えてはいけません。）
- ・ 矢印キーを用いて距離を入力します。
- ・ “START”キーを押します。
- ・ 測定画面に“ b ”として入力した距離が表示され、同時にトランスジューサーから音波パルスが発振されます。（“カチッカチッ”と音がします。）
- ・ 測定面にトランスジューサーを“ t_1 ”（“ b ”で入力した距離）に押し付けて、測定します。
測定値が3秒間安定すると、“ピー”音がして伝播時間が表示されます。
- ・ “STORE”キーを押すと保存され、同時にトランスジューサーから発振されます。
- ・ トランスジューサーを“ t_2 ”（“ b ”で入力した距離の2倍の距離）に押し付けて、測定します。測定値が3秒間安定すると、“ピー”音がして伝播時間が表示されます。
- ・ これで表面速度が v として表示されます。

4-3. ひび割れ深さ

メニュー (MENU) でひび割れ深さ (Crack depth) を選択すると、次のような測定画面が表示されます。



測定手順

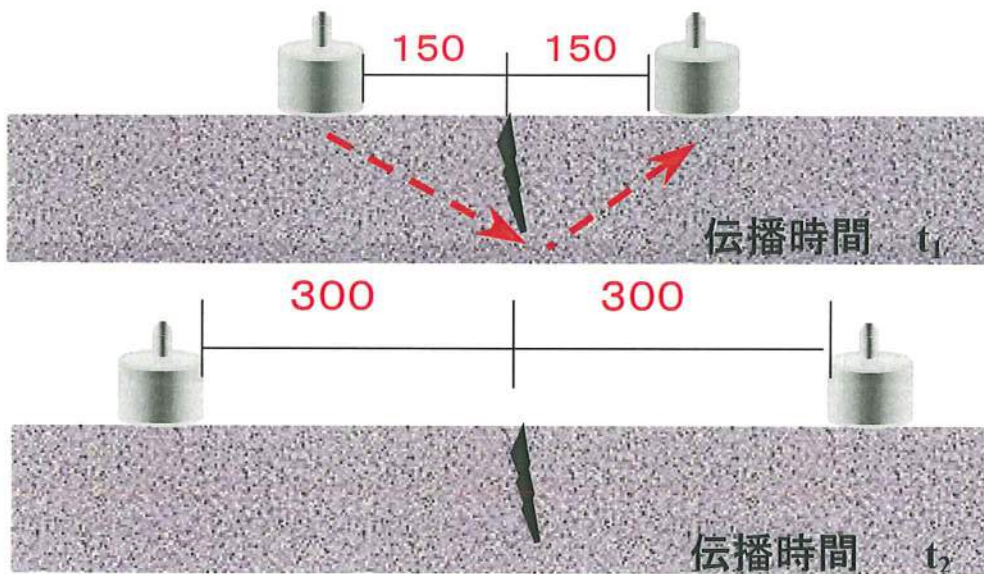
- ・ 表示部にトランスジューサーを接続し、カップリングペーストを塗布します。
- ・ 試験体上に“ b ”および“ $2b$ ”の測定点を決定し、マーキングします。
 (“ b ”の距離は75mm以上あることが望ましいです。)
- ・ 矢印キーを用いて距離を入力します。
- ・ “START”キーを押します。
- ・ 測定画面に“ b ”として入力した距離が表示され、同時にトランスジューサーから音波パルスが発振されます。(“カチッカチツ”と音がします。)
- ・ 測定面にトランスジューサーを“ t_1 ”(“ b ”で入力した距離)に押し付けて、測定します。測定値が3秒間安定すると、“ピー”音がして伝播時間が表示されます。
- ・ “STORE”キーを押すと保存され、同時にトランスジューサーから発振されます。
- ・ トランスジューサーを“ t_2 ”(“ b ”で入力した距離の2倍の距離)に押し付けて、測定します。測定値が3秒間安定すると、“ピー”音がして伝播時間が表示されます。
- ・ これでひび割れ深さが“ c ”として表示されます。
 - * ひび割れ深さ (mm) は本体表示部にメモリーされません。
画面で確認するか、メモして下さい。

重要

- ・ 距離“ b ”は、125mm以上に設定しないで下さい。
- ・ 伝播時間“ t_2 ”が“ t_1 ”の2倍以上の数値を計測すると、ひび割れ深さ“ c ”は計算できません。(---表示になります。)
もし伝播時間“ t_2 ”が2倍以上の数値を計測した場合は、“STORE”キーを押さず、“START”キーを押して再度測定するか、測定点をずらして測手して下さい。
- ・ ひび割れ深さの測定値は、直角なひび割れについての数値です。

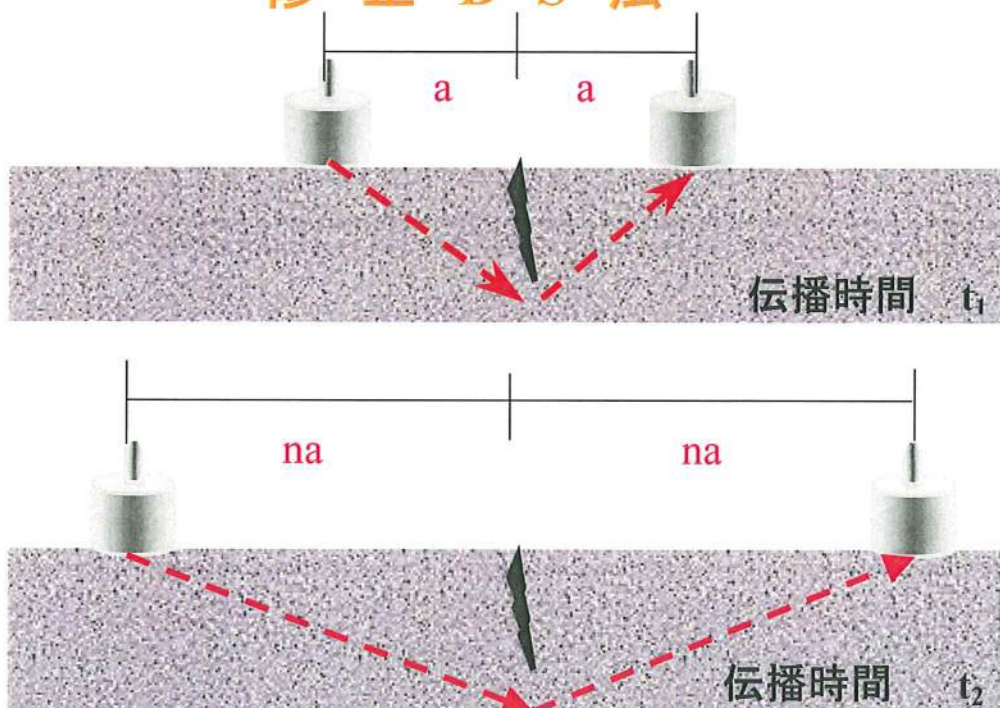
5. ひび割れ深さ推定方法

B S 法



$$D = 150 \sqrt{\frac{4t_1^2 - t_2^2}{t_2^2 - t_1^2}}$$

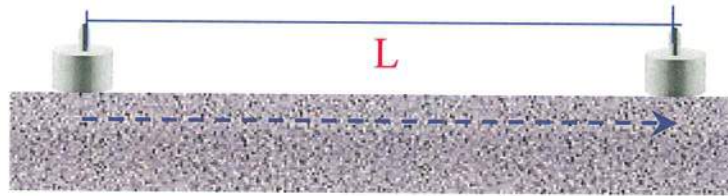
修正 B S 法



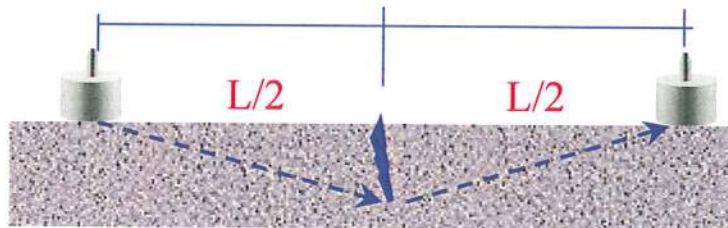
$$D = a \sqrt{\frac{n^2 \cdot t_1^2 - t_2^2}{t_2^2 - t_1^2}}$$

T_c-T₀法(健全部とひび割れ部との比較)

健全部 伝播時間 T₀



ひび割れ部 伝播時間 T_c



$$d = \frac{L}{2} \sqrt{\{(T_c/T_0)^2 - 1\}}$$

$$d = \frac{1}{2} \sqrt{(V_c T_c)^2 - L^2}$$