



---

# 超音波法の原理と応用

# 超音波は圧電素子により作られた 超音波探触子(変換子)により発振/受振

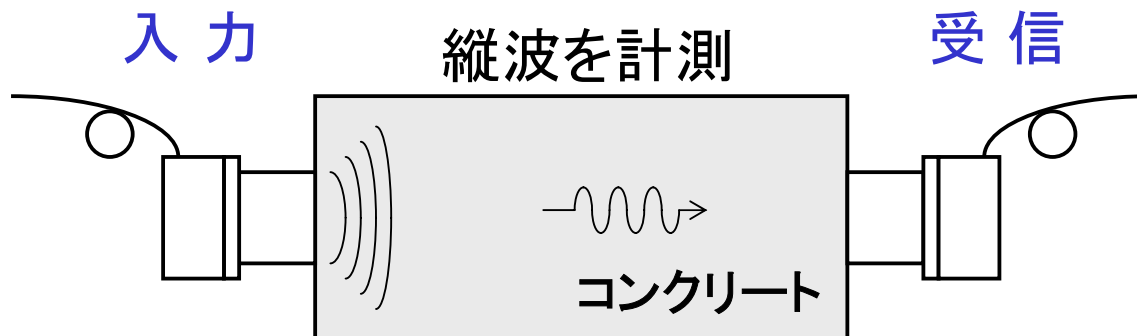
- 20kHz以上の弾性波, 16kHz以上の弾性波?

しかし、計測では特にこれにこだわらない

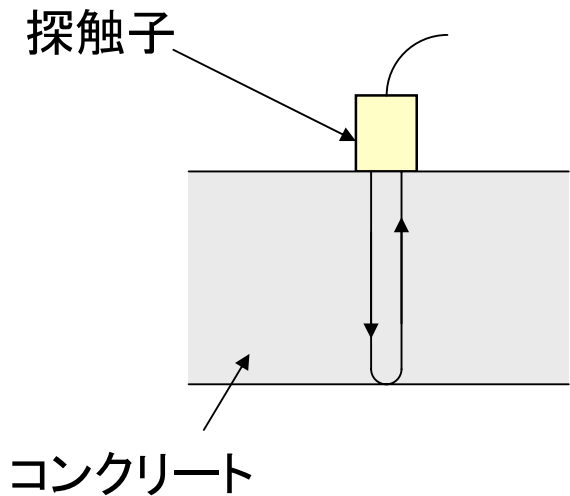
- 圧電効果の利用

- 圧電効果とは

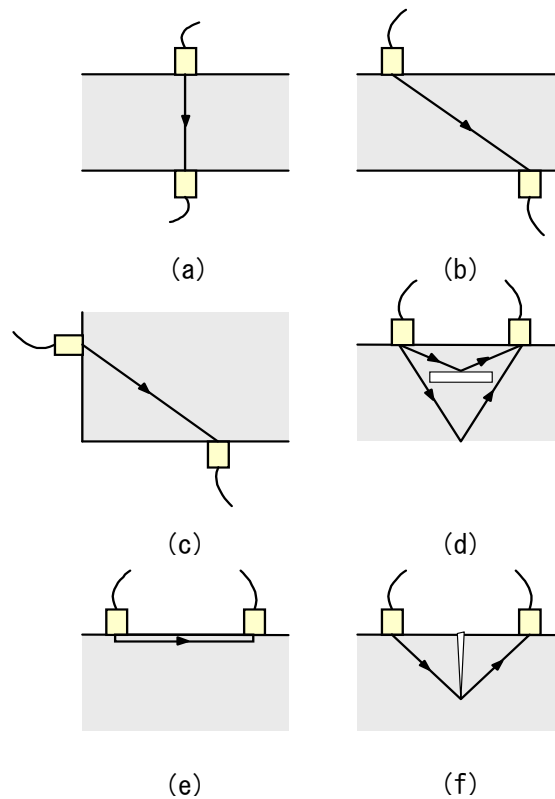
～ 電気的エネルギー ← 変換 → 機械的エネルギー



# 探触子の配置方法



1 探触子法



2 探触子法



# 超音波の伝播に影響を及ぼす諸因子

- 材料・構造に固有のもの
  - 骨材の存在(寸法、量、形状)
  - マトリックスの性状(W/C、空気量)
  - 内部鉄筋(方向、径、位置) など
- 環境条件等により変動するもの
  - 含水状態
  - 表面状態 など

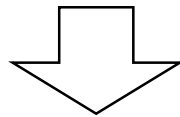
→ これらを十分に考慮



# コンクリート中をどのくらい伝播する？

- 一般に、50cm～1m程度

{ 超音波の周波数やパワー  
コンクリートの物性      ..に大きく依存

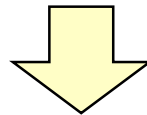


もっと長い距離を伝播させたい

→ 機械的な入力による手法

# コンクリートの圧縮強度推定

- **超音波伝播速度**は、弾性係数の関数
  - コンクリートの場合、  
弾性係数と圧縮強度には相関関係

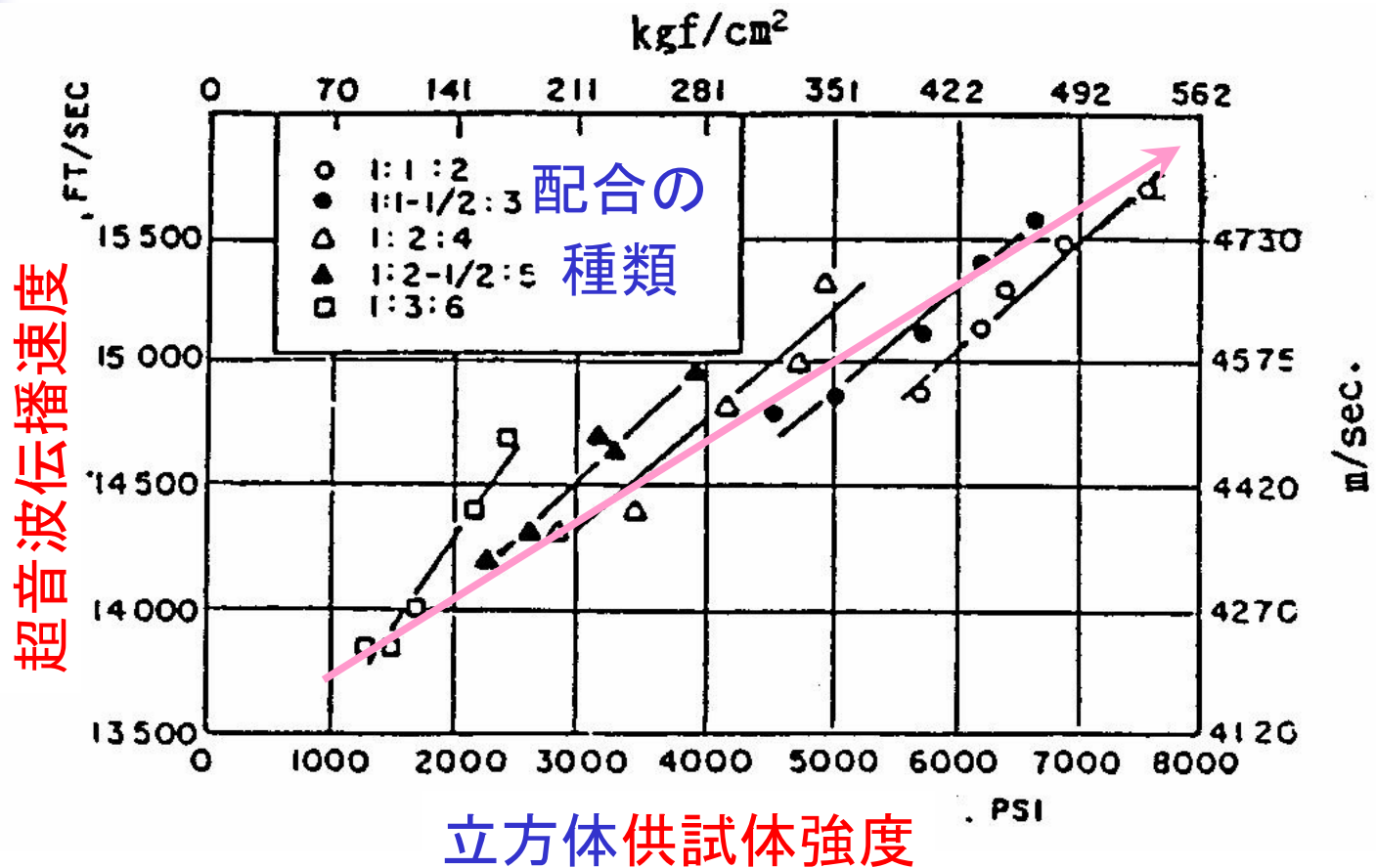


超音波伝播速度から圧縮強度を推定可能

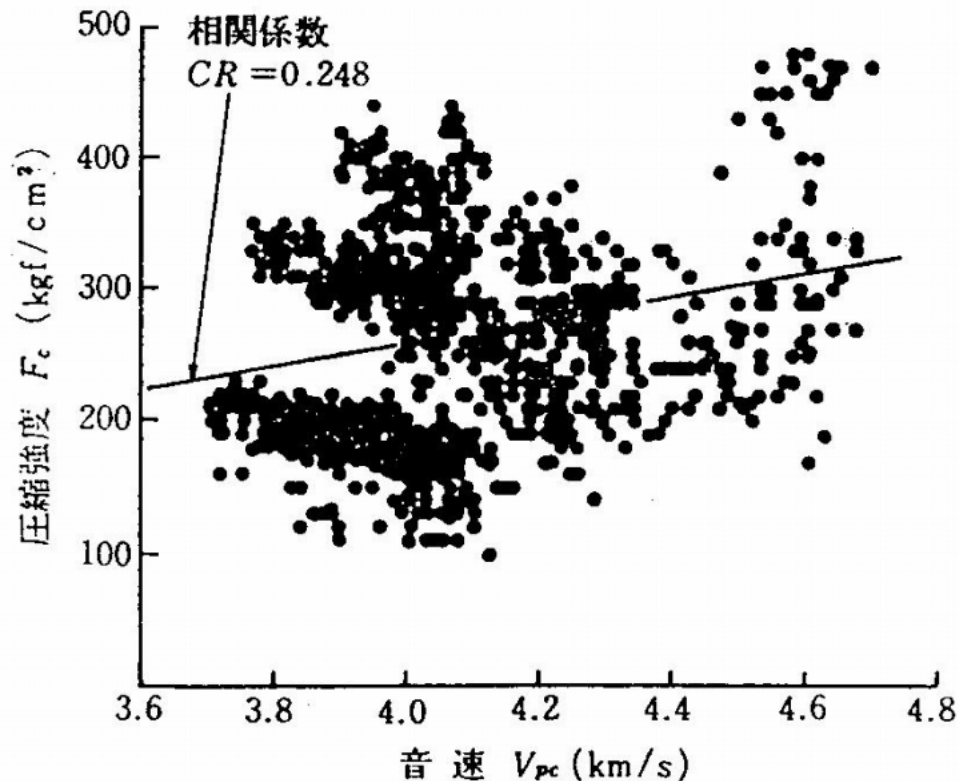
※ 反発度法との併用も検討されている

# 圧縮強度と超音波伝播速度

1962年のJonesのデータ



# コンクリートの圧縮強度推定



普遍的な推定式を  
示すことは困難

- ・コンクリートの多様性
- ・伝播特性の複雑さ
- ・理論的根拠の欠如



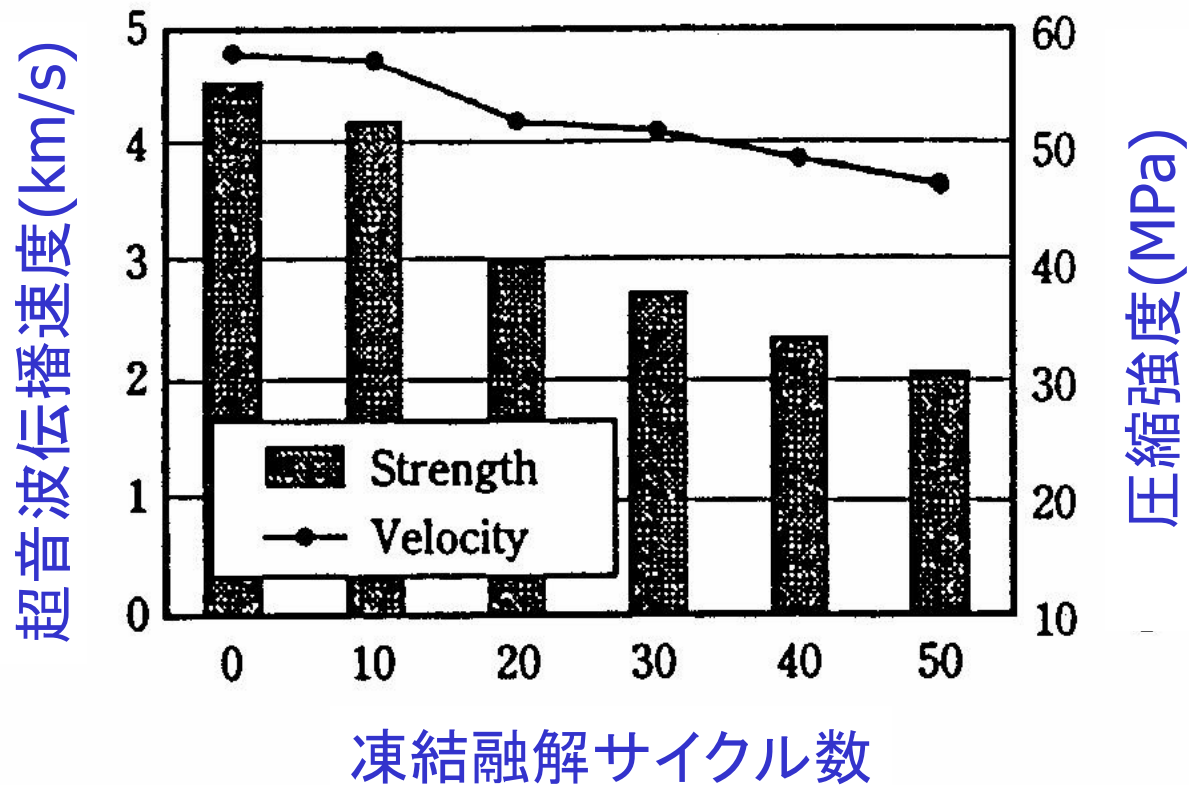


# コンクリートの圧縮強度推定

---

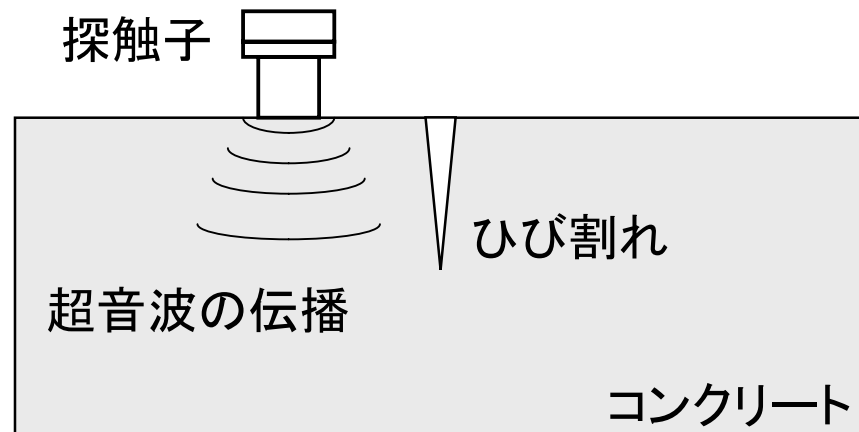
- 非破壊的に強度推定がある程度可能  
→ 実用上は有効
- 精度向上のためには . . .
  - ①限られた強度範囲内で適用
  - ②材料・配合等の影響を考慮して推定
  - ③管理供試体等から作成した推定式を利用

# 凍結融解作用による材料劣化評価

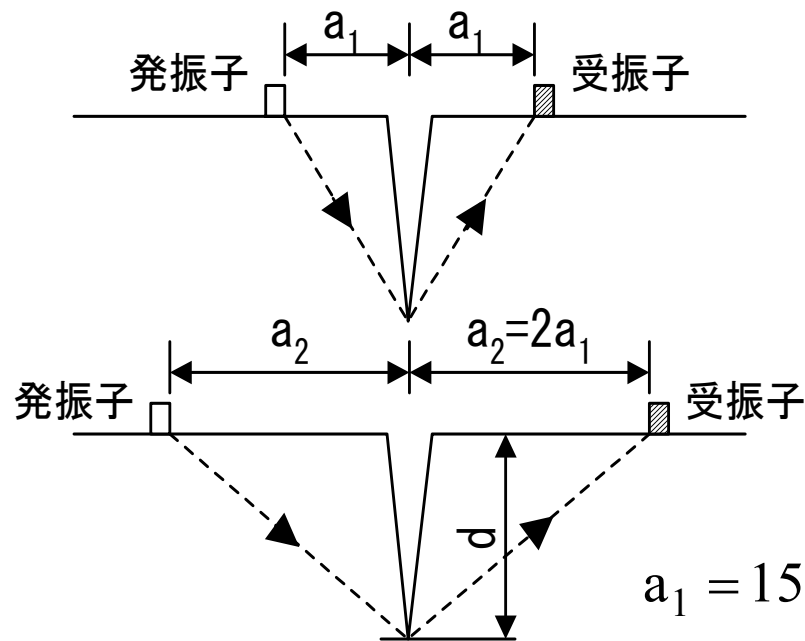


# 超音波によるひび割れ深さ評価

- コンクリート中を伝播する超音波の特徴を利用
  - ひび割れ先端で回折する



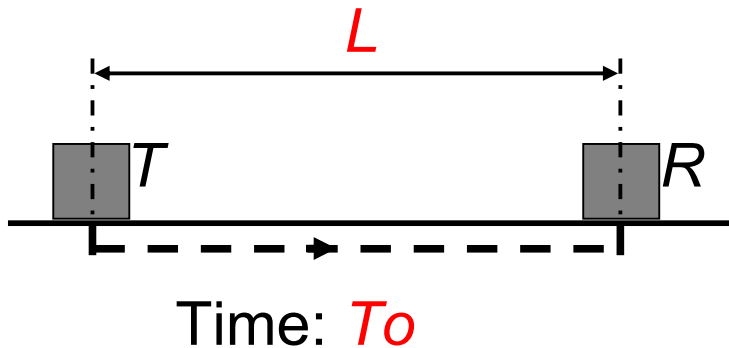
# ひび割れ深さ推定法の例 (BS法)



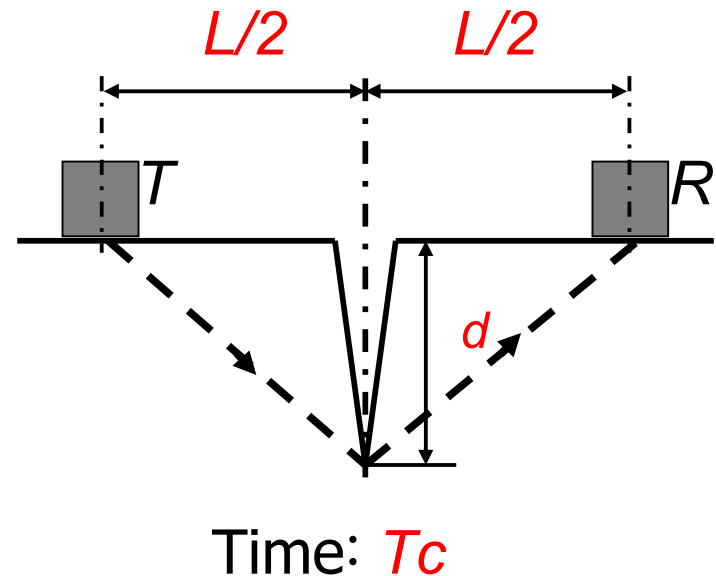
$$d = 150 \sqrt{\frac{4t_1^2 - t_2^2}{t_2^2 - t_1^2}}$$

# ひび割れ深さ推定法の例( $T_c - T_0$ 法)

Without crack



With crack



Crack depth  $d$ :

$$d = (L / 2)[(T_c / T_0)^2 - 1]^{1/2}$$



# ひび割れ深さ評価の注意点

---

- **探触子間距離**の定義
  - 点発受振or面発受振
- **内部鉄筋**からの反射波の影響
  - 事前に鉄筋位置を把握
- **ひび割れ面の接触**による影響

# 実構造物でコンクリートの 超音波伝播速度を計測すると・・・

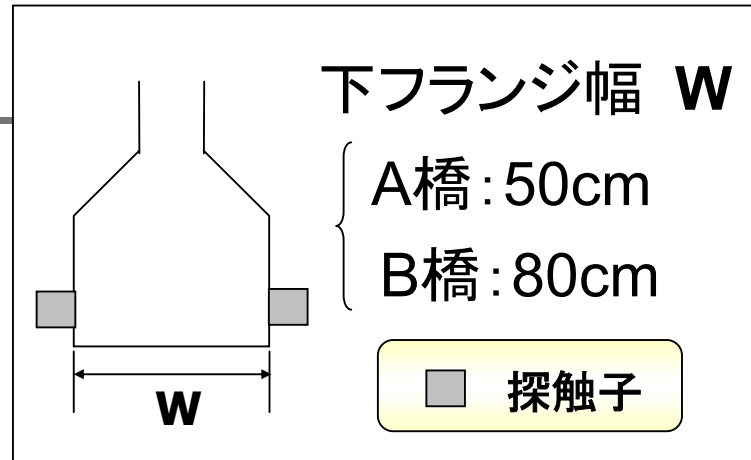
高架橋PC桁

PC桁下フランジ部分の

コンクリートについて計測

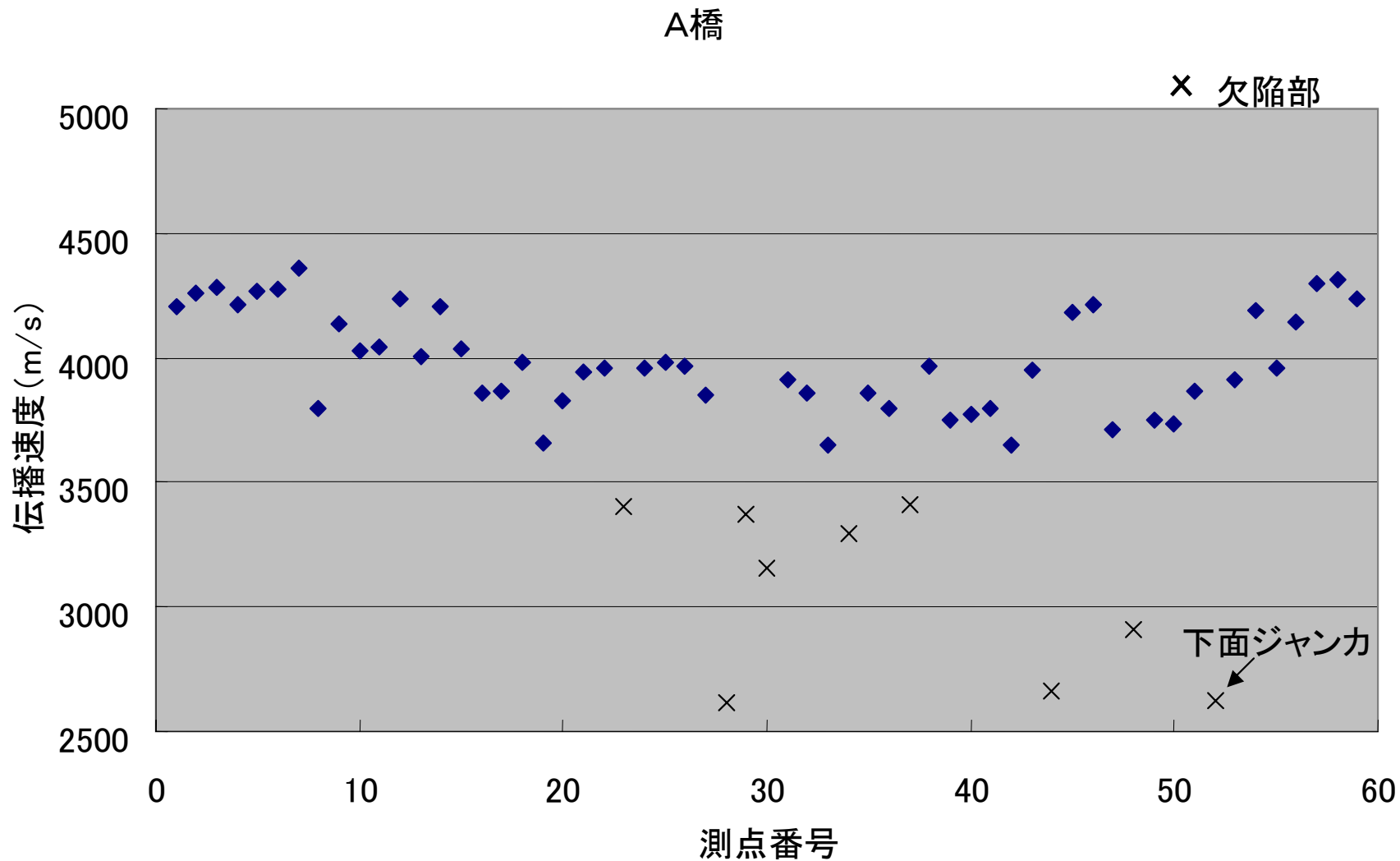


# 超音波測定状況

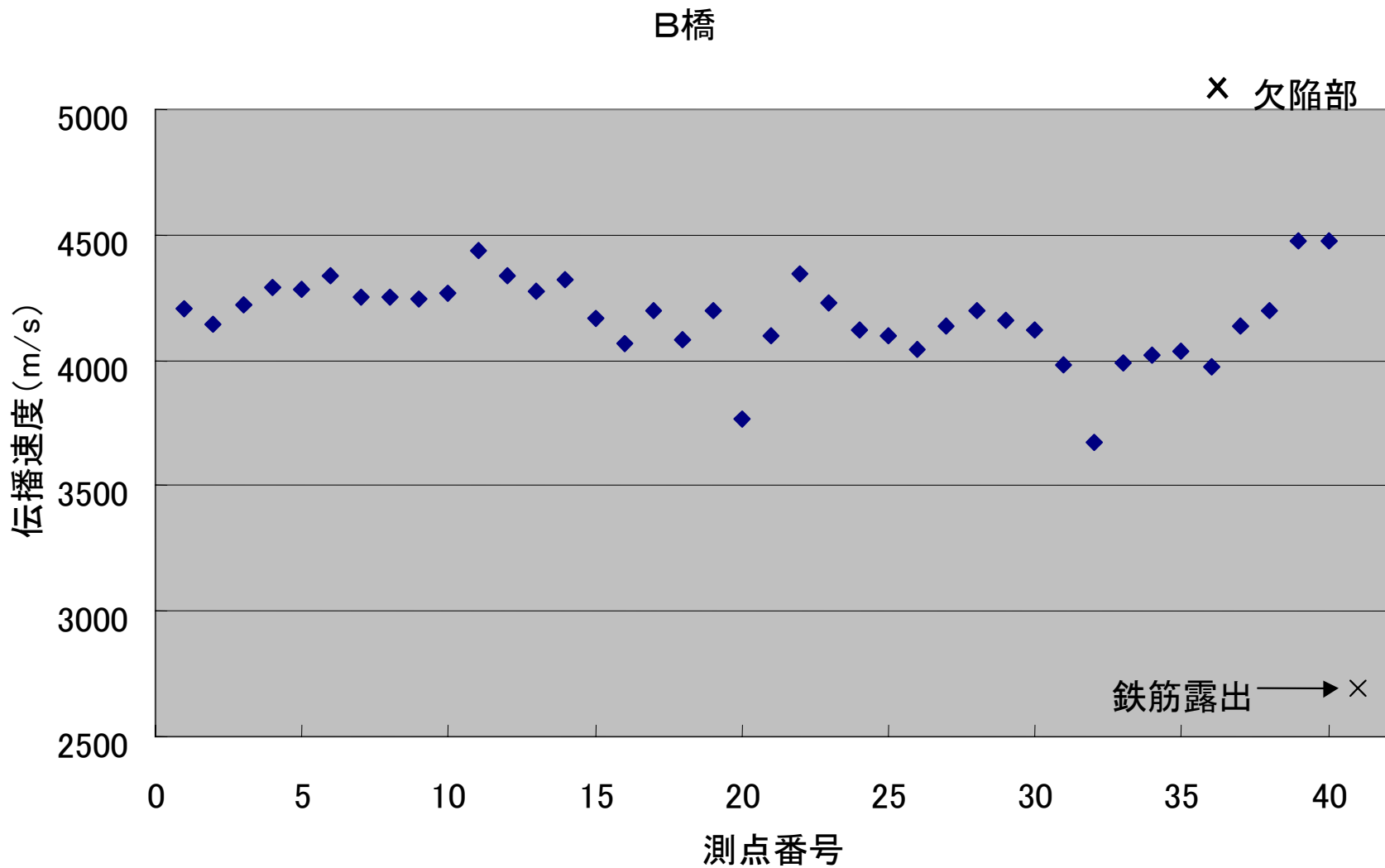




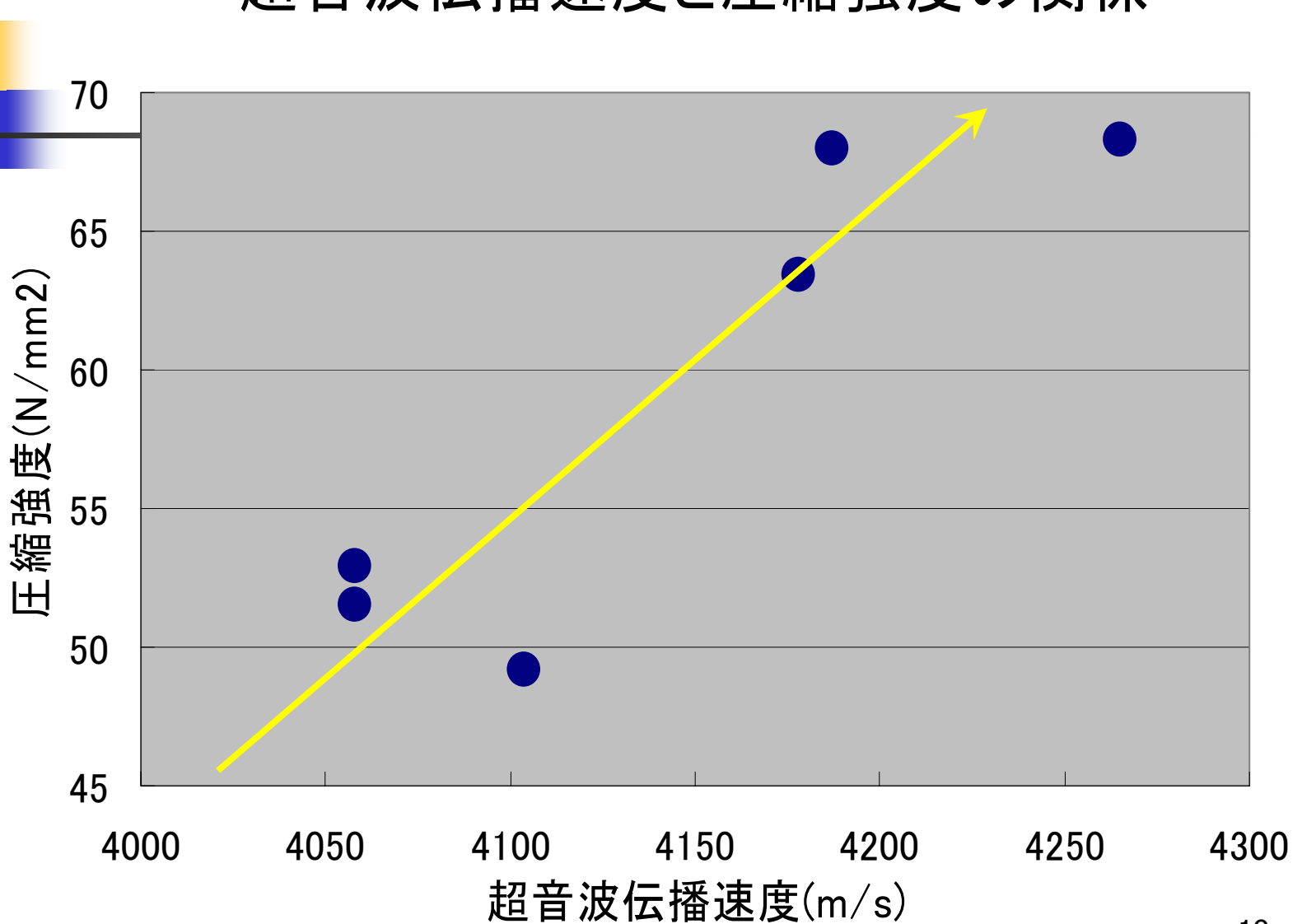
# A橋での超音波伝播速度



# B橋での超音波伝播速度

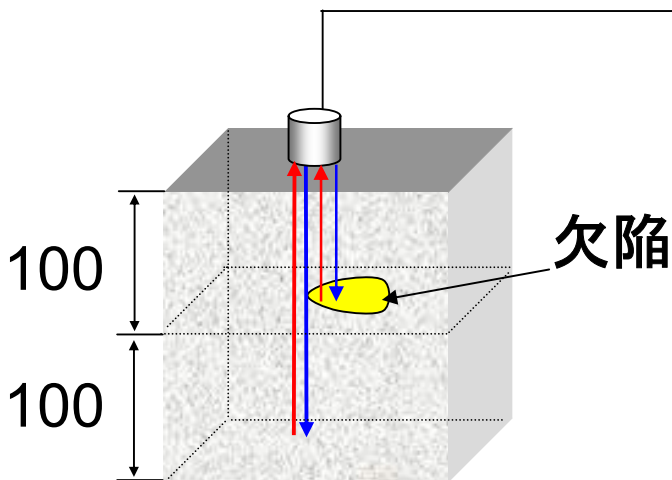
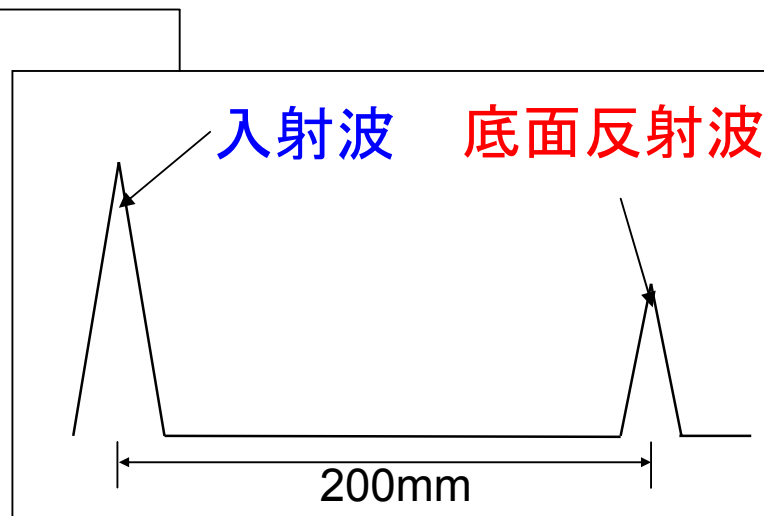
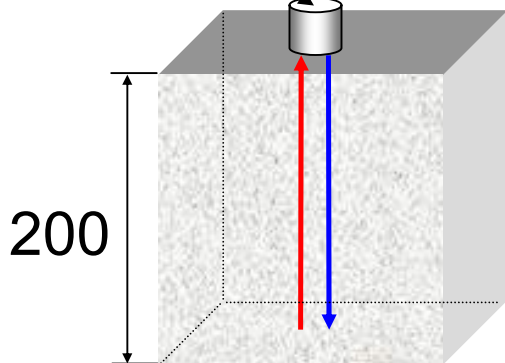


# 超音波伝播速度と圧縮強度の関係

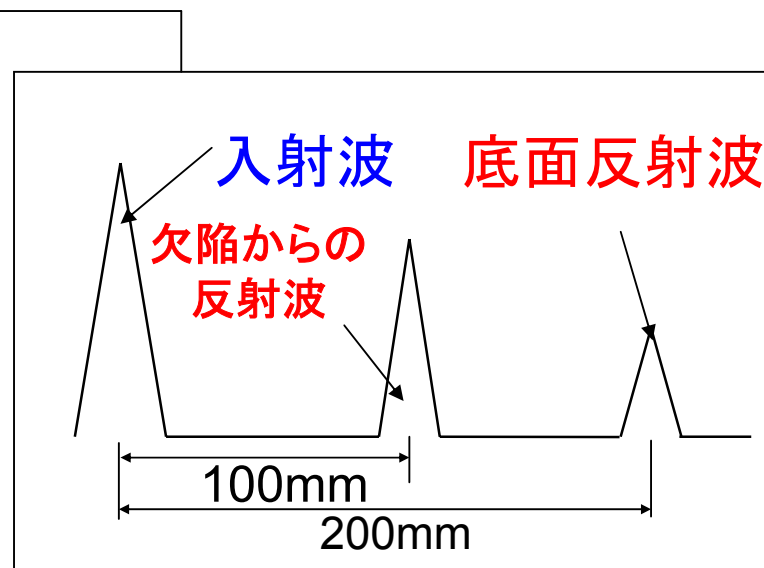


# 超音波振幅による打継部の欠陥検出

探触子

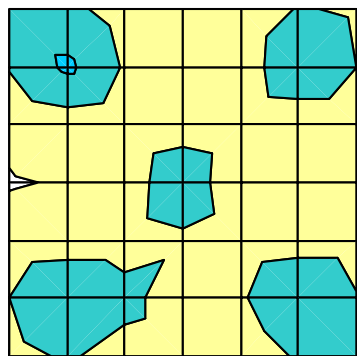
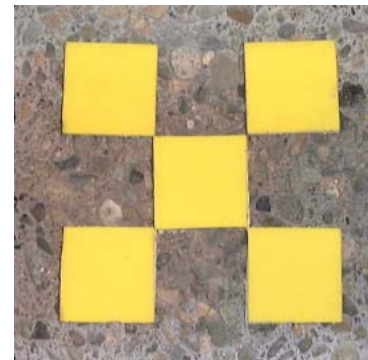
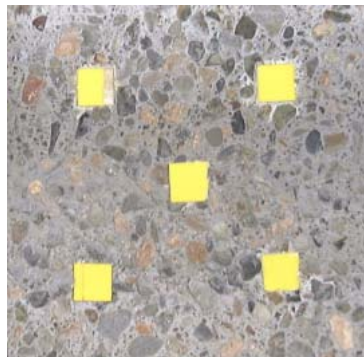


Unit: mm

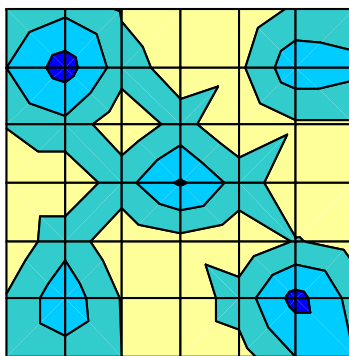


# 最大振幅値比コンター図(測点49箇所)

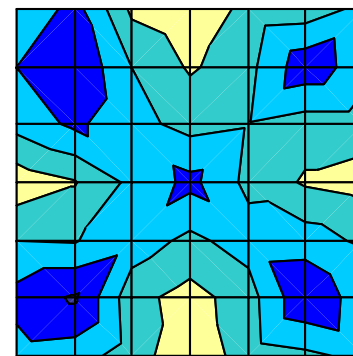
(欠陥面積率5、15、30%)



欠陥5%(A5)



欠陥15%(A15)



欠陥30%(A30)

最大振幅値比

■ 90~100

■ 60~75

■ 30~45

□ 0~15

■ 75~90

■ 45~60

■ 15~30