

超音波によるコンクリートの 凍害劣化点検技術（表面走査法）

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所
寒地保全技術研究グループ 耐寒材料チーム

コンクリートの凍害とは？

1

31

- コンクリートへ供給された**水分の凍結**によって発生する、寒冷地特有の劣化。
- 凍結膨張した氷の作用によって、ひび割れや剥離・剥落が発生する。



水の供給と凍結融解を受けている状況



ひび割れ

剥離・剥落

凍害を受けたコンクリート



道路橋地覆

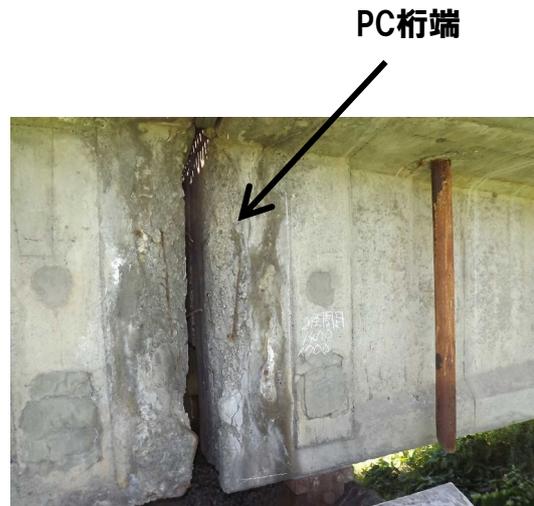


橋台

※ かぶりが消失(剥離・剥落)するとともに、
既存コンクリート部の塩化物イオン侵入抵抗性も低下している¹⁾。



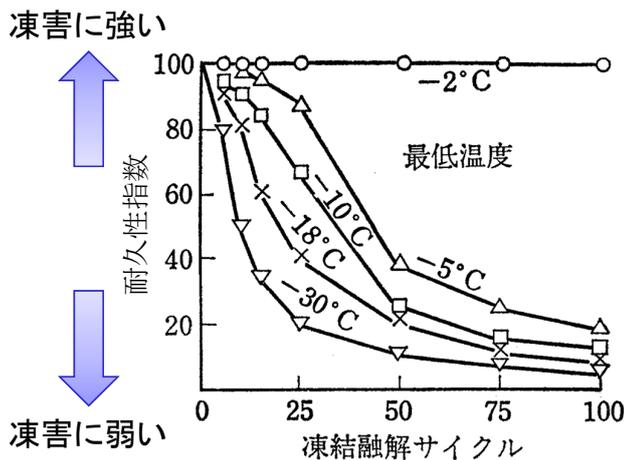
高欄支柱の露出
(高欄としての機能が消失)



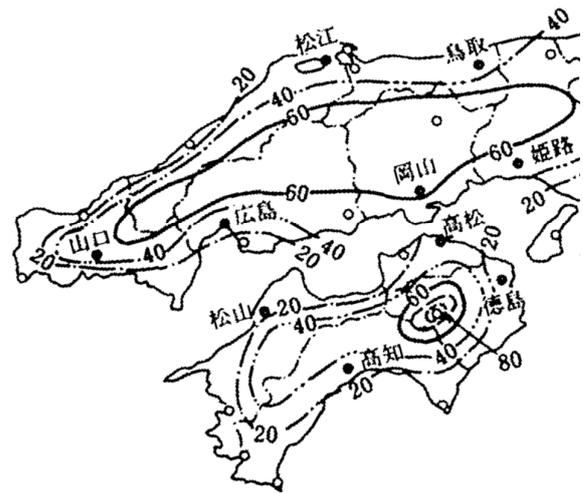
PC定着部への影響
(桁の耐力低下の進行が懸念)

凍害損傷を受けやすい条件は？

- コンクリートの**含水量**が大きいほど損傷が生じやすい。
- **最低気温**が低いほど損傷が大きくなる。
- **凍結融解日数**が多いほど、損傷が蓄積していく。
→ 凍結状態で温度保持したままだと凍害は進行しない。



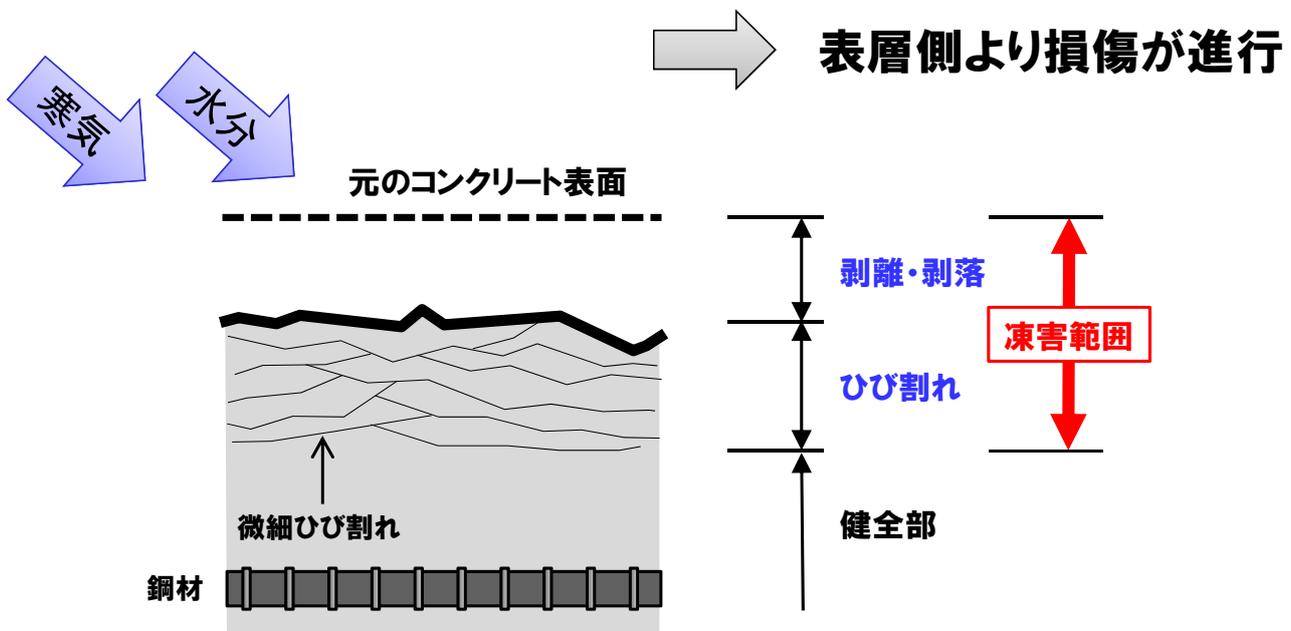
凍害に対する最低温度の影響²⁾



年間の凍結融解日数（気温・日射を考慮）³⁾

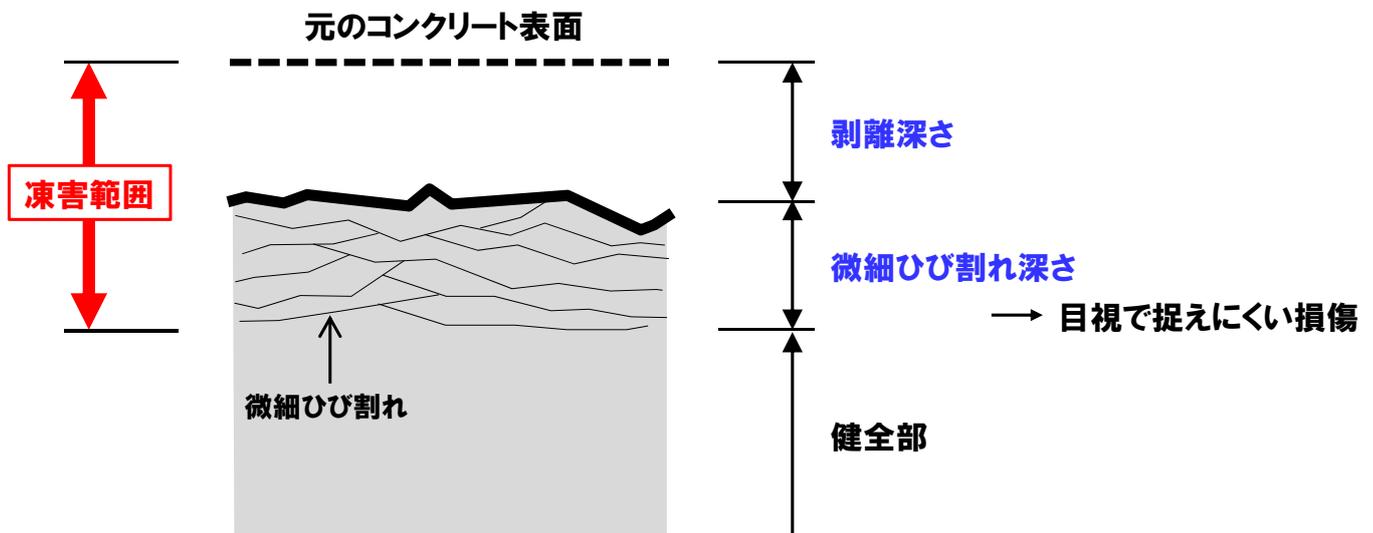
凍害損傷を受けやすい条件は？

- コンクリートの**含水量** → 水分はコンクリート表層から浸入する。
 - **最低気温**
 - **凍結融解日数**
- コンクリート表層の方が温度変化が激しい。



凍害を受けたコンクリートの概念

剥離深さはデプスゲージやノギス等で把握できるが、
凍害調査では、ひび割れを含めた範囲(赤色)の評価が大切。



一般的な凍害調査

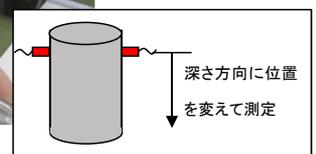
コアを採取して超音波伝播速度を測定し、深さ方向の相対動
弾性係数を求め、凍害の程度や範囲を評価。



コア採取



超音波伝播速度測定



※ 凍害による微細ひび割れが多いほど、
超音波伝播速度は遅くなり、相対動弾性係数が小さくなる。

今回紹介する技術の開発に至ったきっかけ

コア採取は、

- 部材や鉄筋損傷が懸念・・・
- 調査の時間・費用が増加・・・
- 作業負担が大きい・・・

極力、非破壊で
簡便かつ迅速に
診断ができない
だろうか・・・？



<http://mangatop.info/sozai/nayamu/2284/>



今回紹介する技術の開発に至ったきっかけ

調査方針により、やむなく
コア採取を行うとしても・・・、
安全側に評価するためには、
劣化の度合いが大きい箇所で
採取することが望ましい

どこをコア採取
箇所に選定するか
簡単に見立てる
方法はないか？



<http://mangatop.info/sozai/nayamu/2284/>



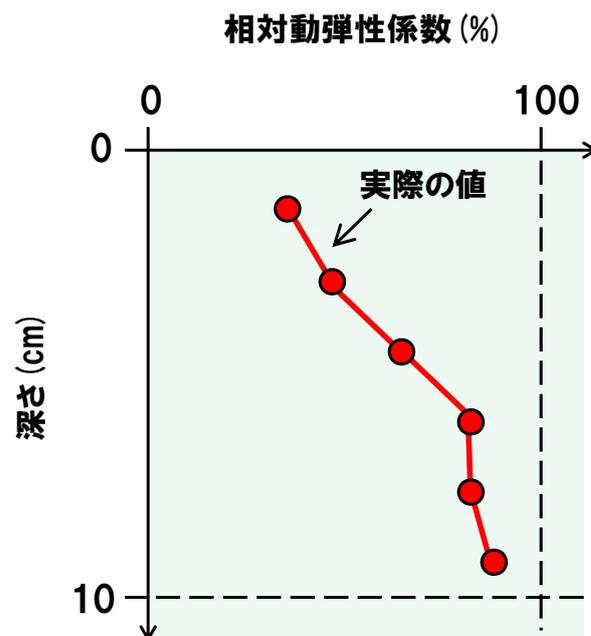
表面走査法による凍害診断とは？

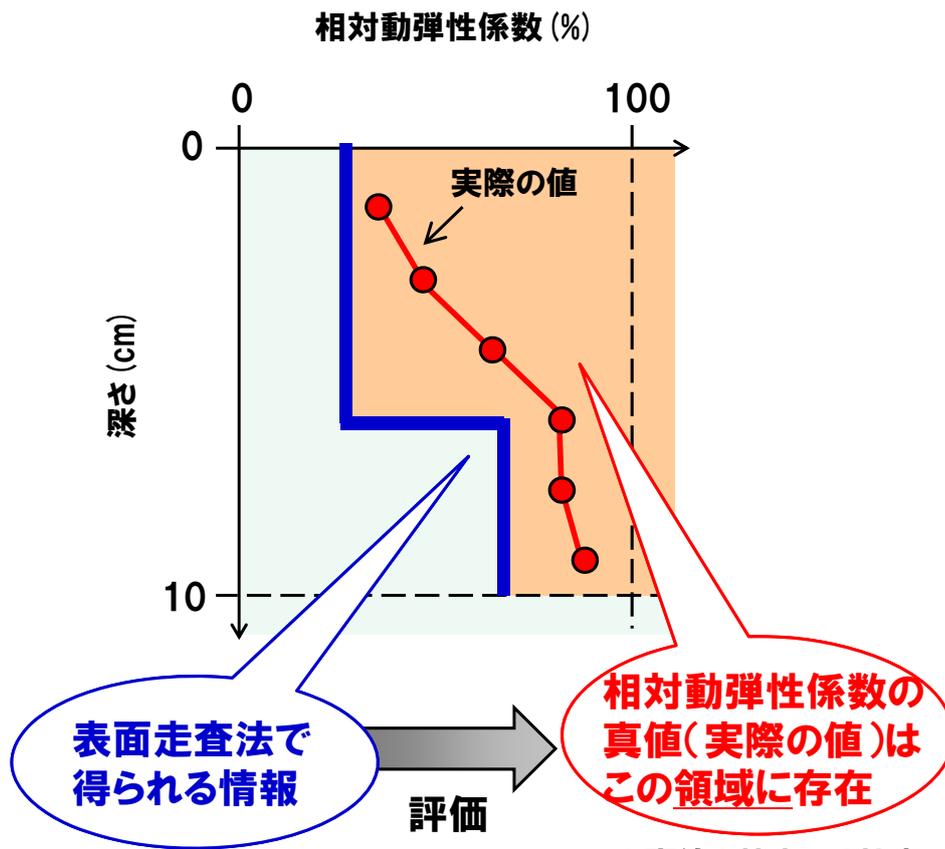
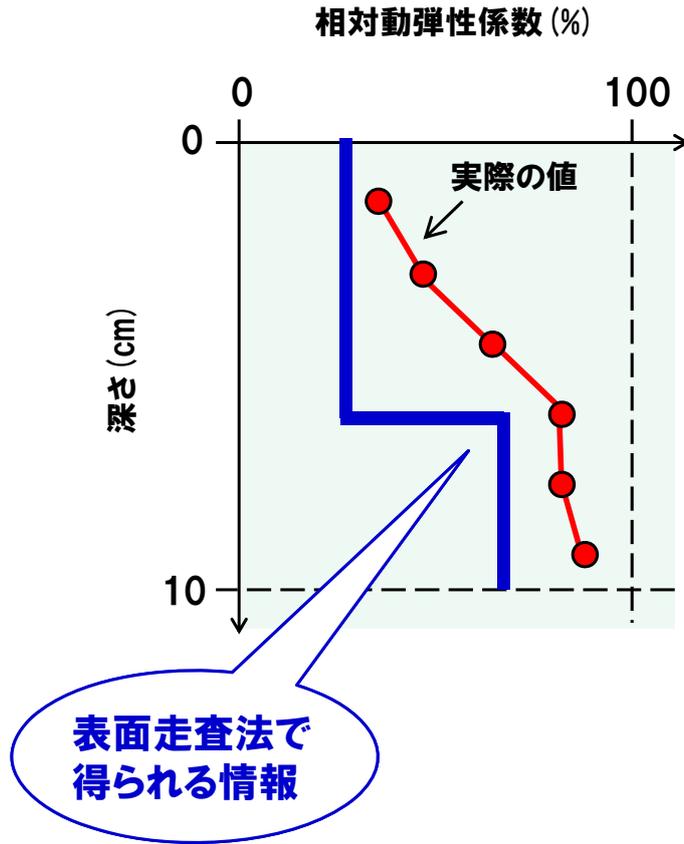
コンクリート表面に超音波の発・受振子をあてることにより、凍害の程度・範囲を非破壊で推定する技術。



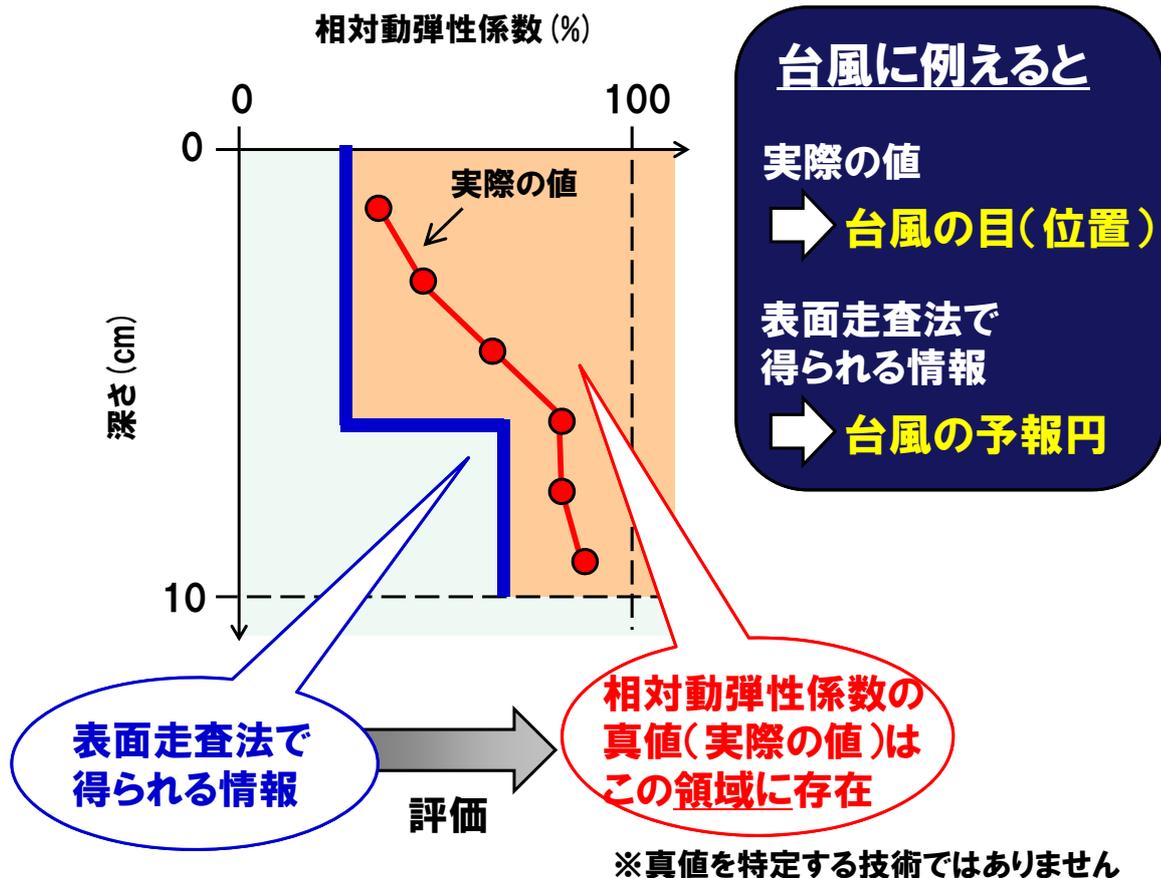
表面走査法による調査状況

表面走査法から得られる情報

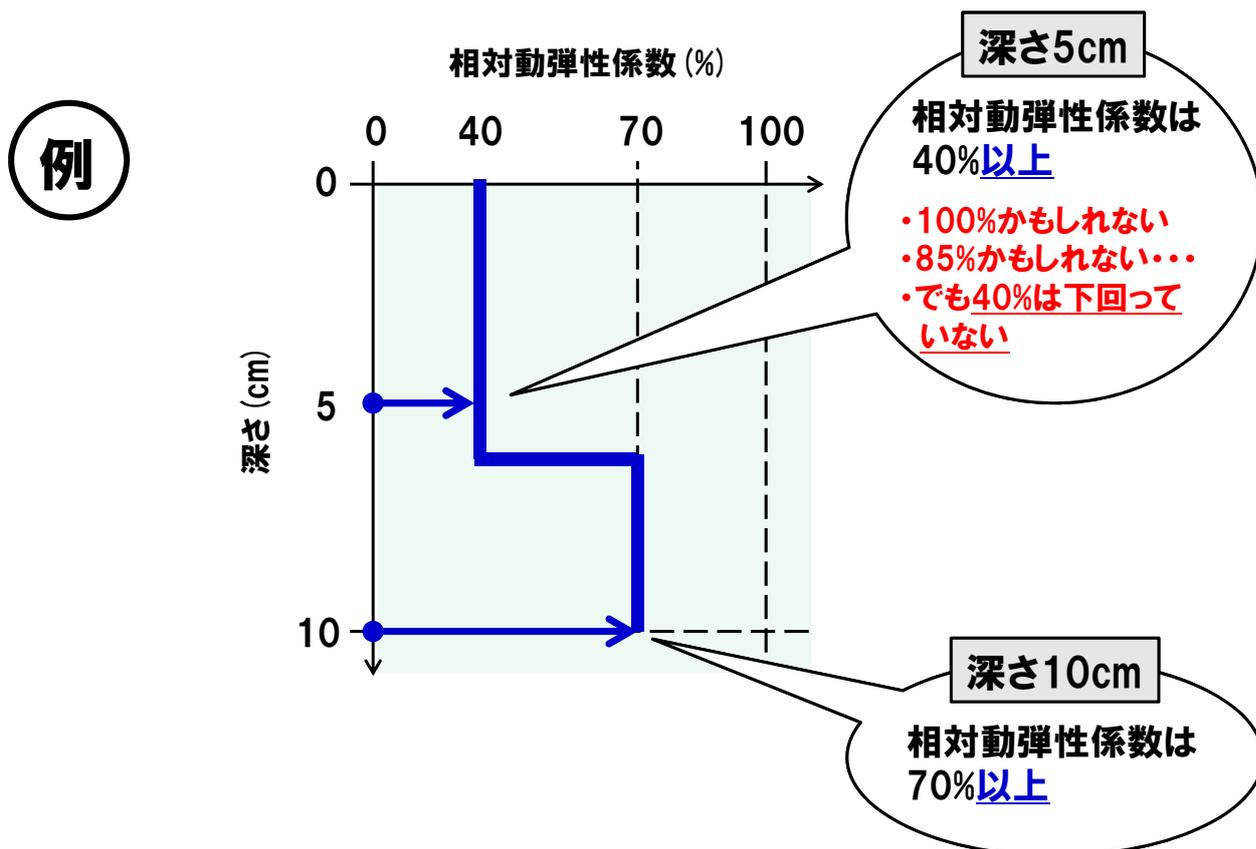




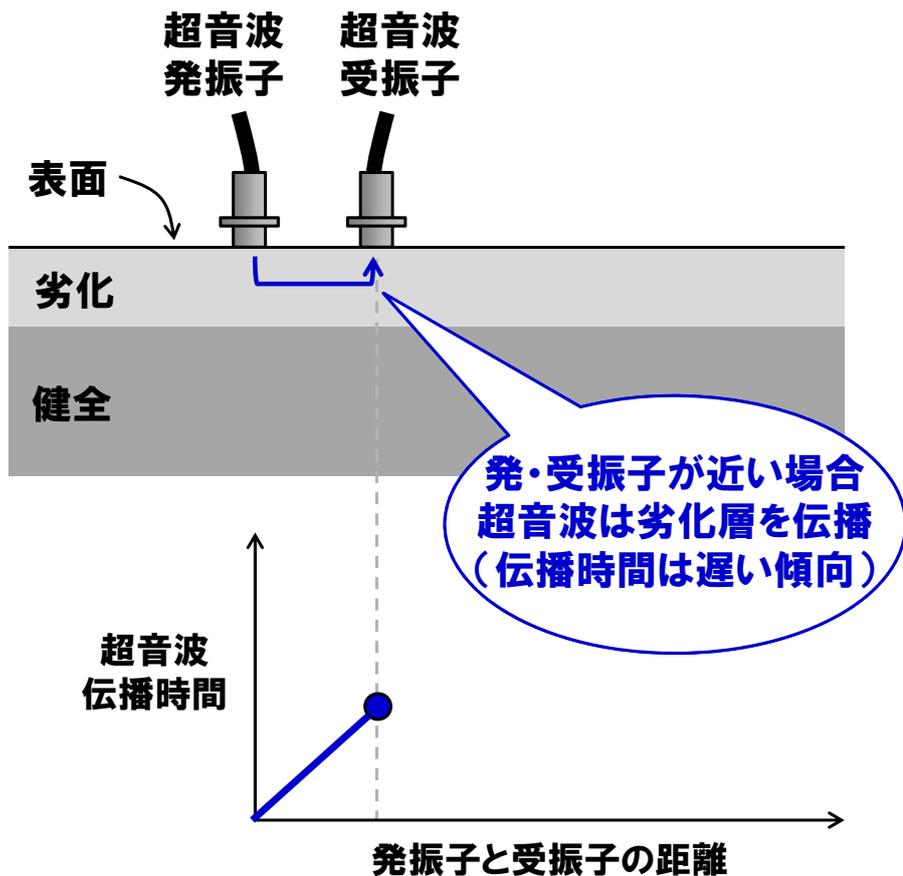
表面走査法から得られる情報



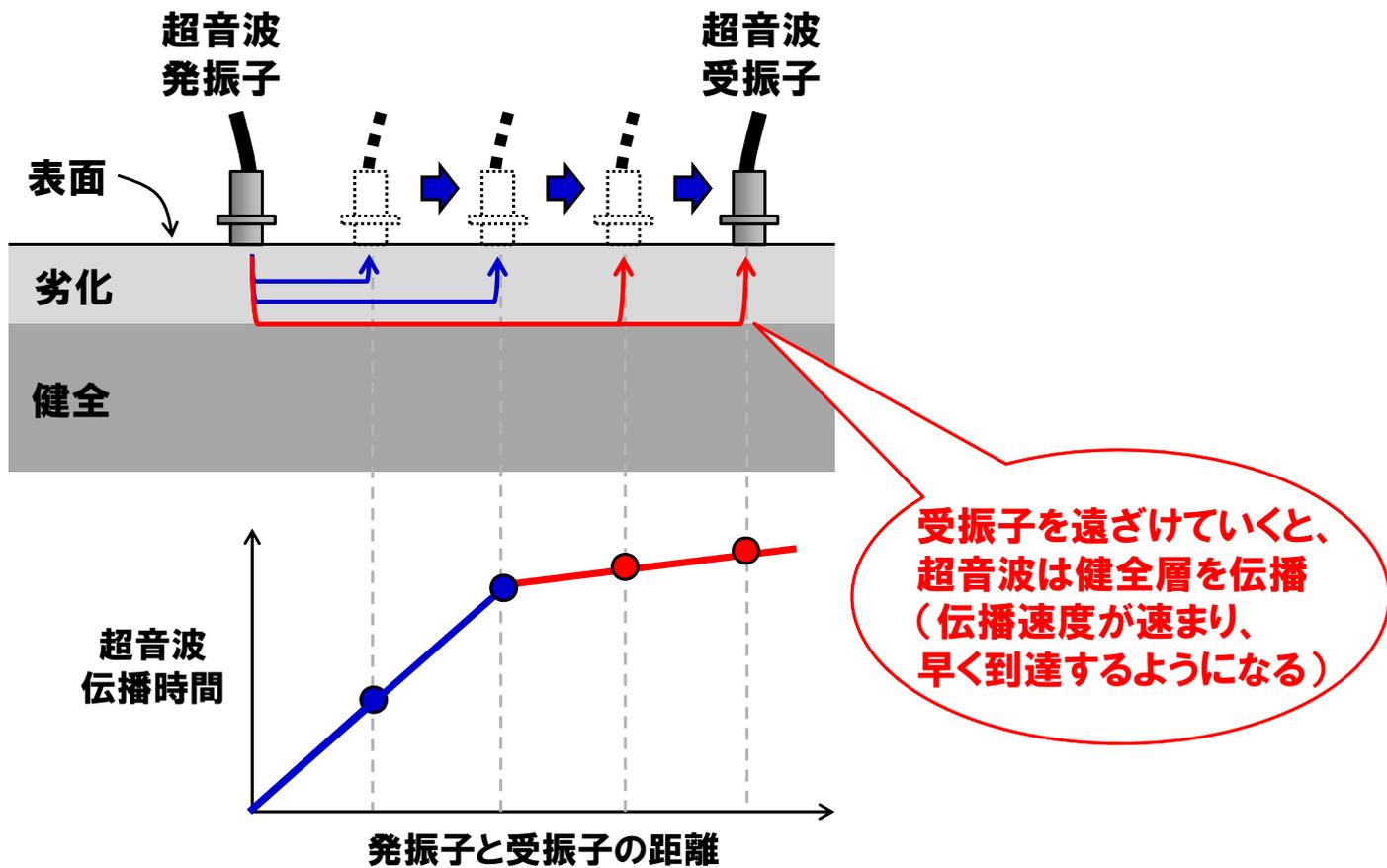
表面走査法による測定結果の解釈方法



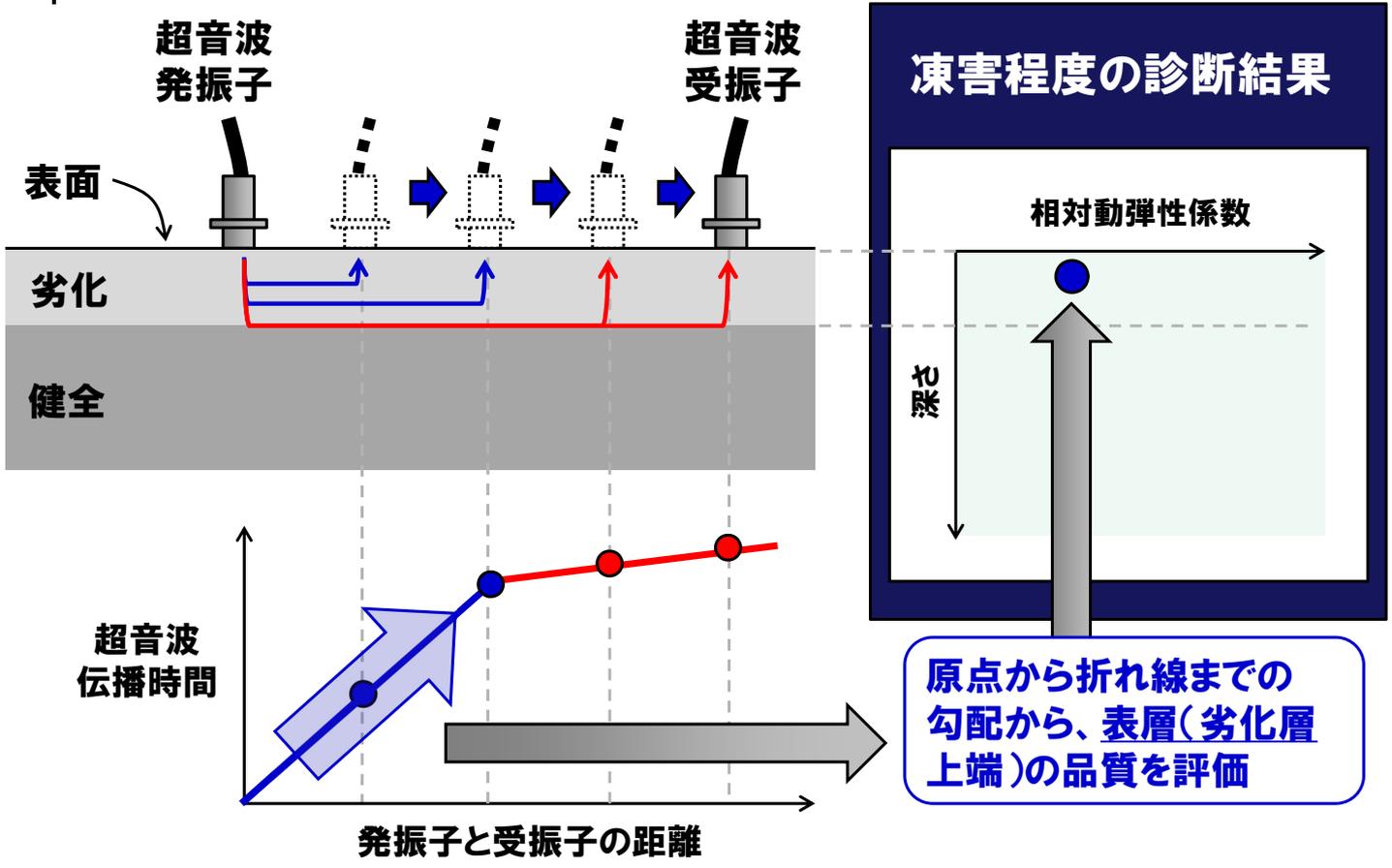
表面走査法による診断の仕組み



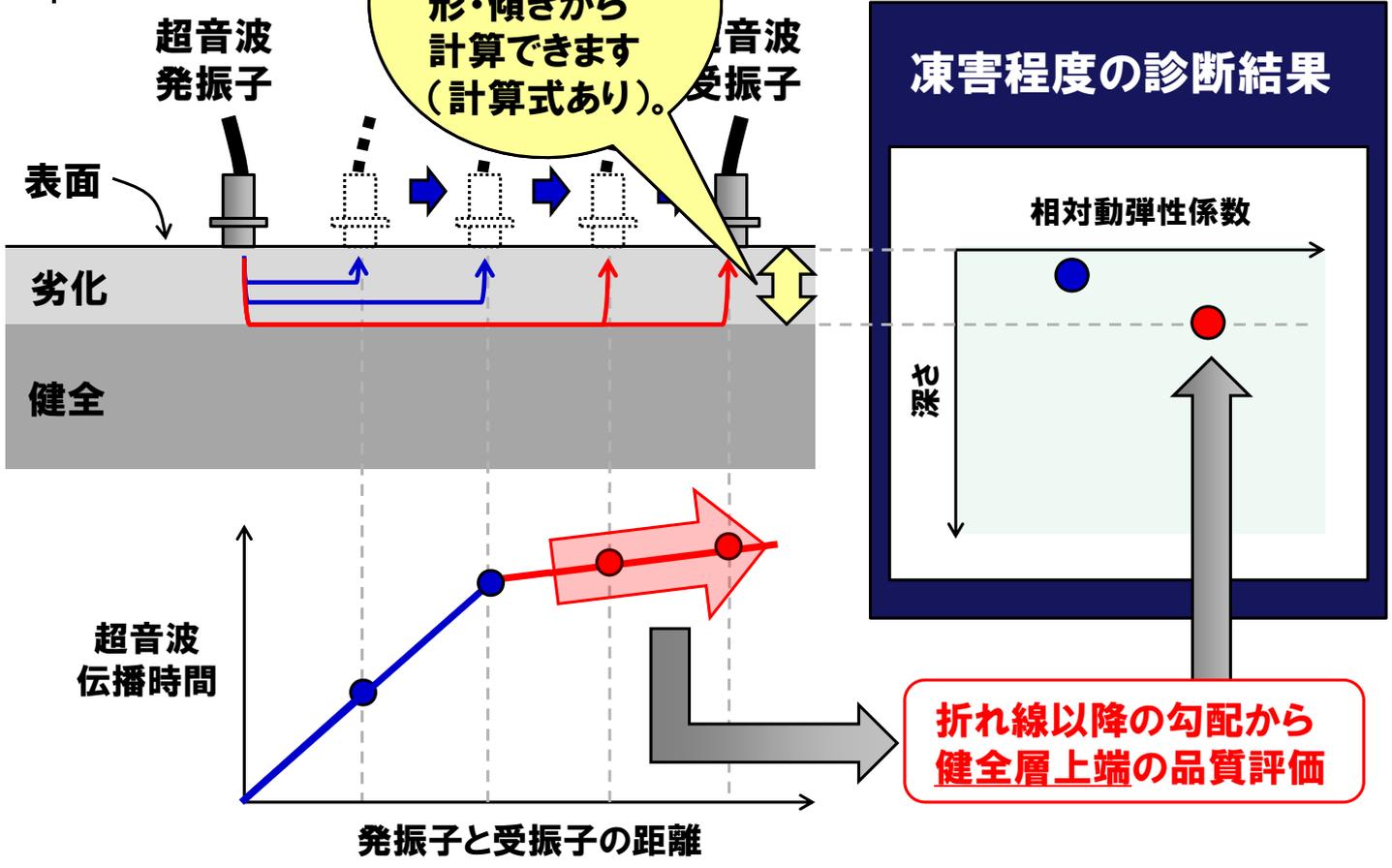
表面走査法による診断の仕組み



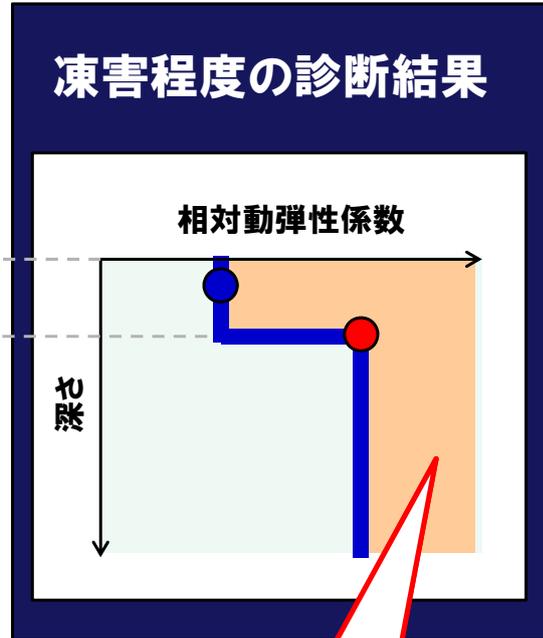
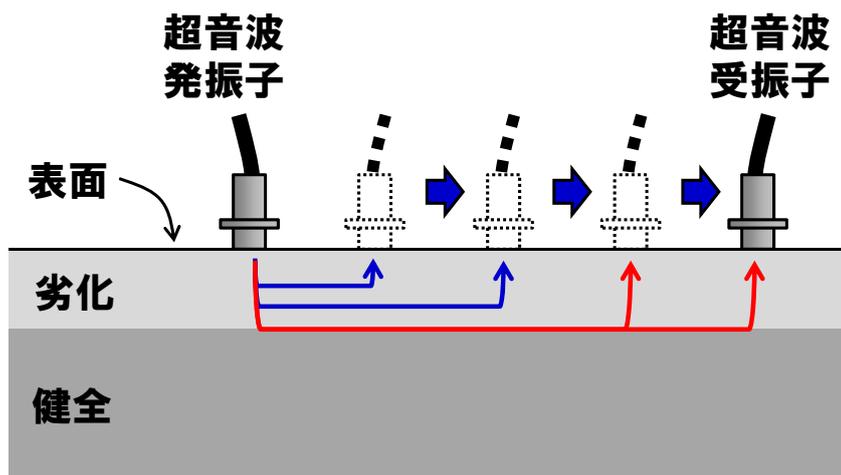
表面走査法による診断の仕組み



表面走査法による診断の仕組み



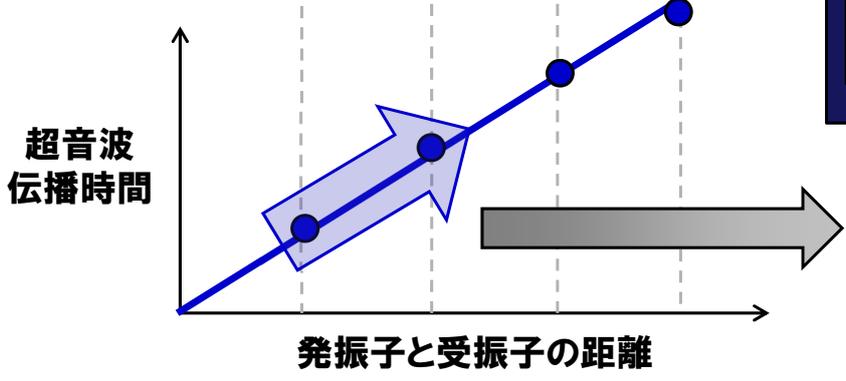
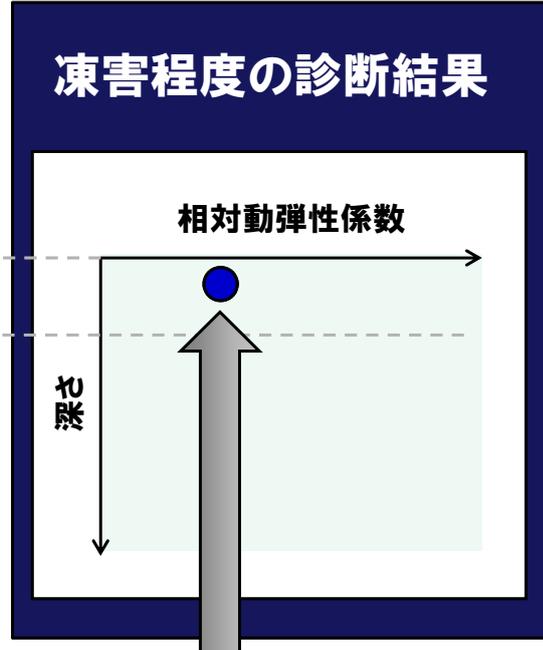
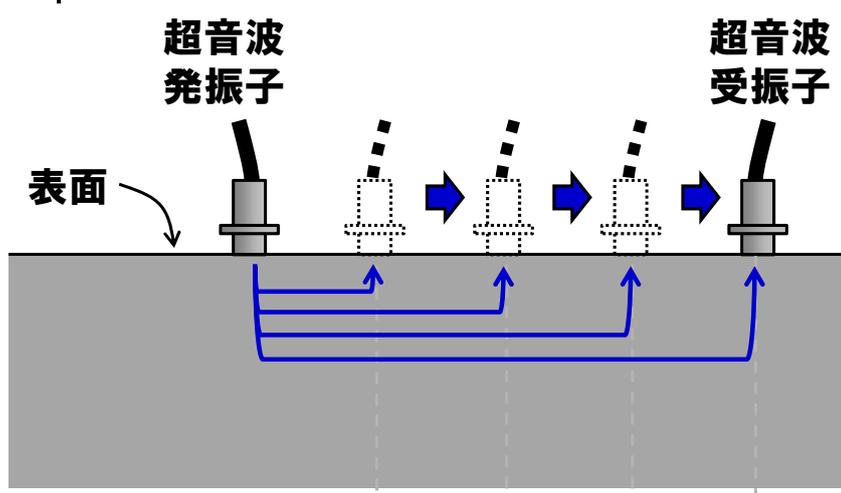
表面走査法による診断の仕組み



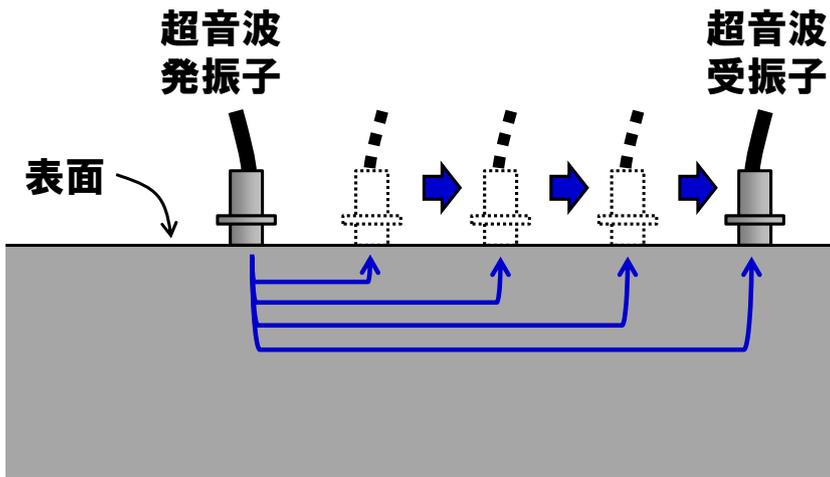
相対動弾性係数の真値(実際の値)はこの領域に存在

発・受振子間の距離と伝播時間の関係が上凸状の折れ線にならないケース(1)

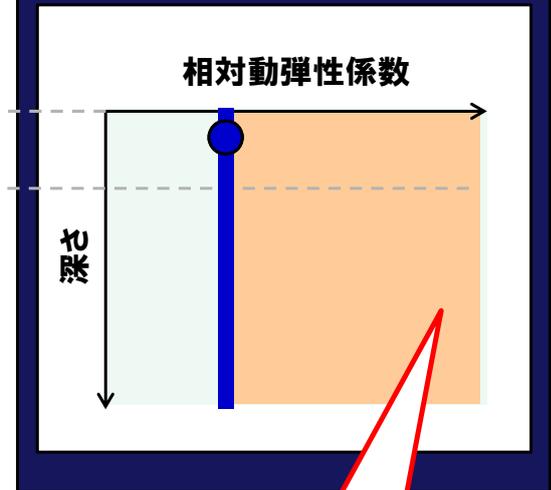
全体的に劣化or健全(表層・内部の品質差なし)



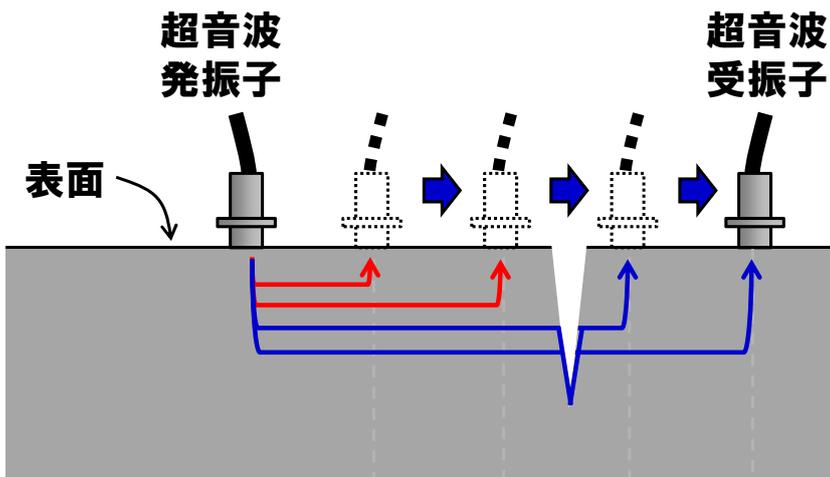
原点から折れ線までの勾配から、表層の品質を評価



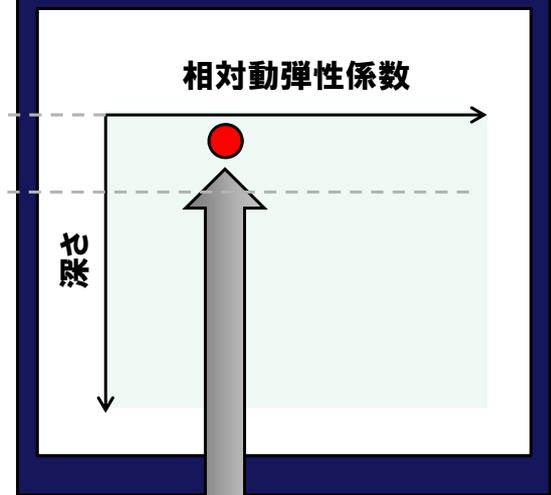
凍害程度の診断結果



相対動弾性係数の
真値(実際の値)は
この領域に存在

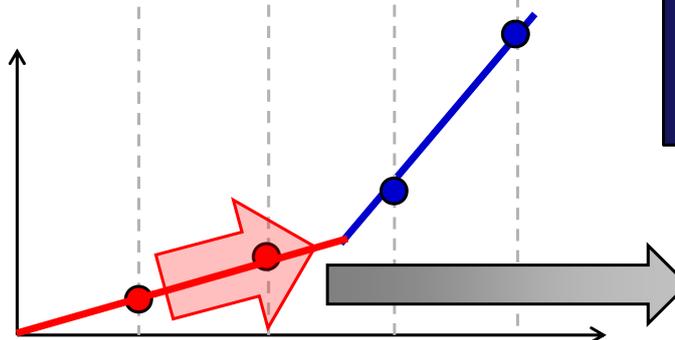


凍害程度の診断結果



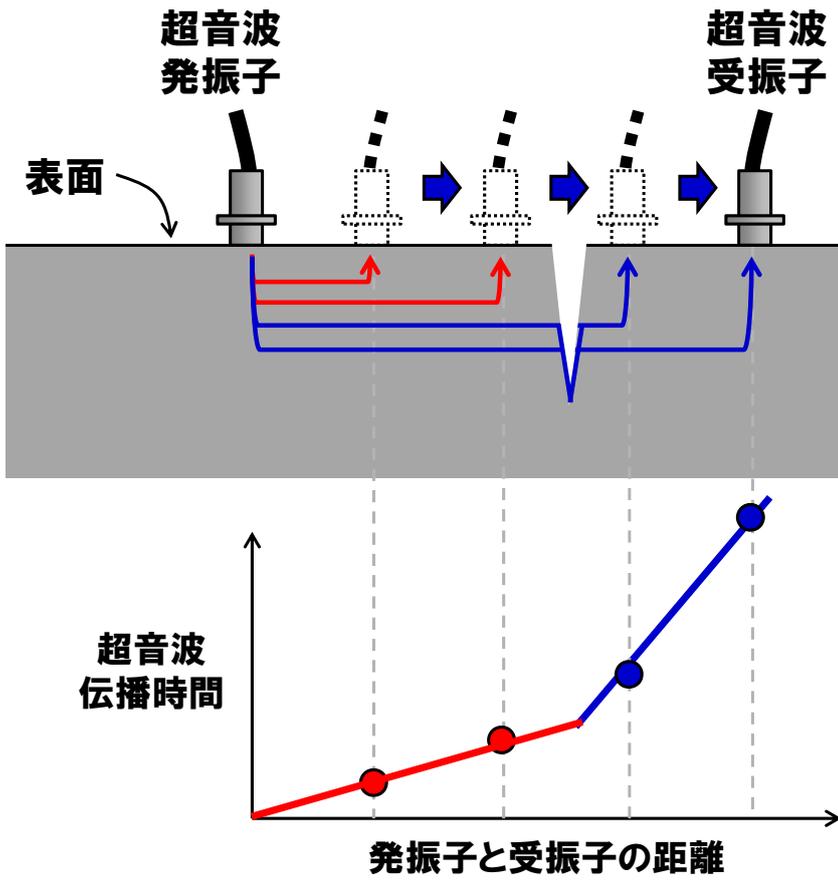
原点から折れ線までの
勾配から、表層の品質を
評価

超音波伝播時間

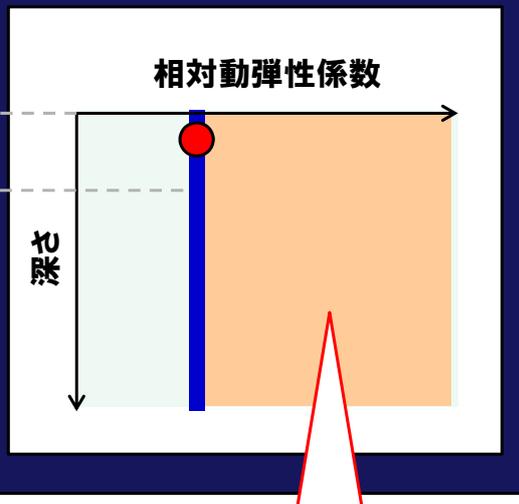


発振子と受振子の距離

全体的に健全だが、一部にクラックあり

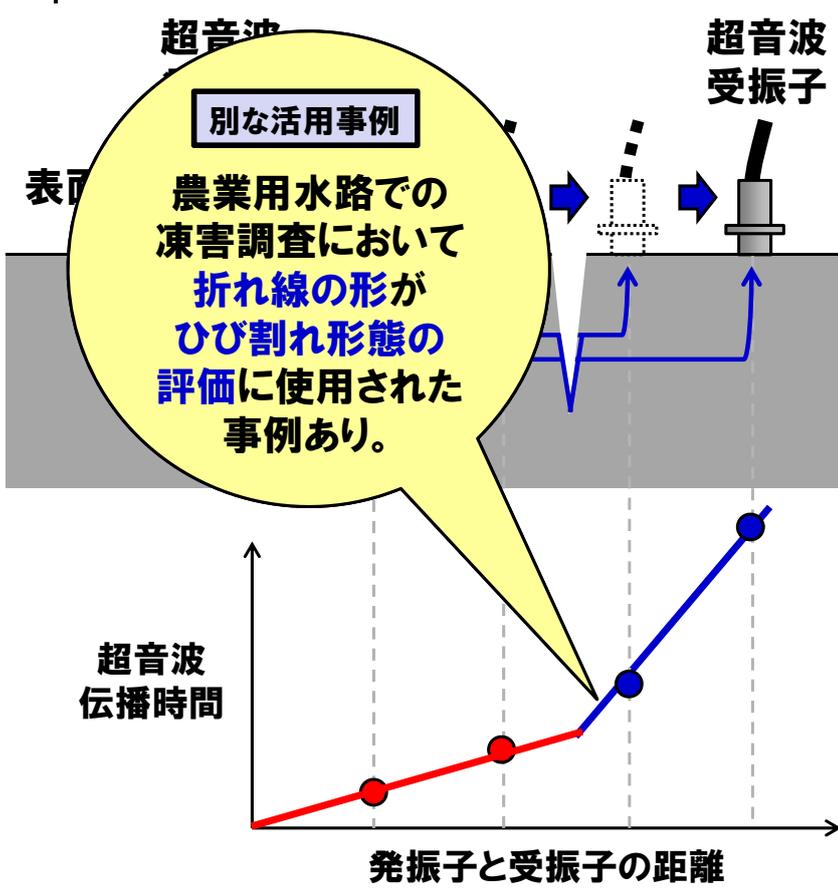


凍害程度の診断結果

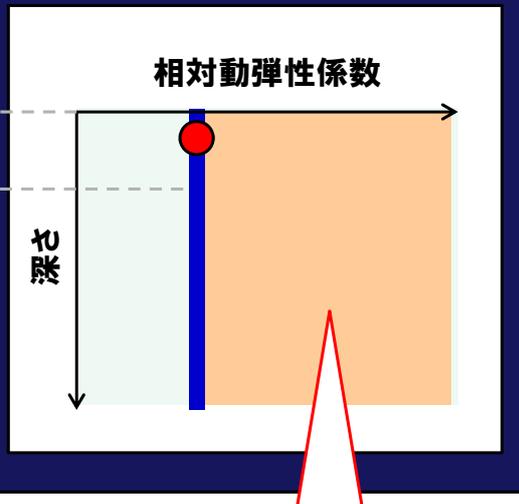


相対動弾性係数の真値 (実際の値)は、この領域に存在

全体的に健全だが、一部にクラックあり

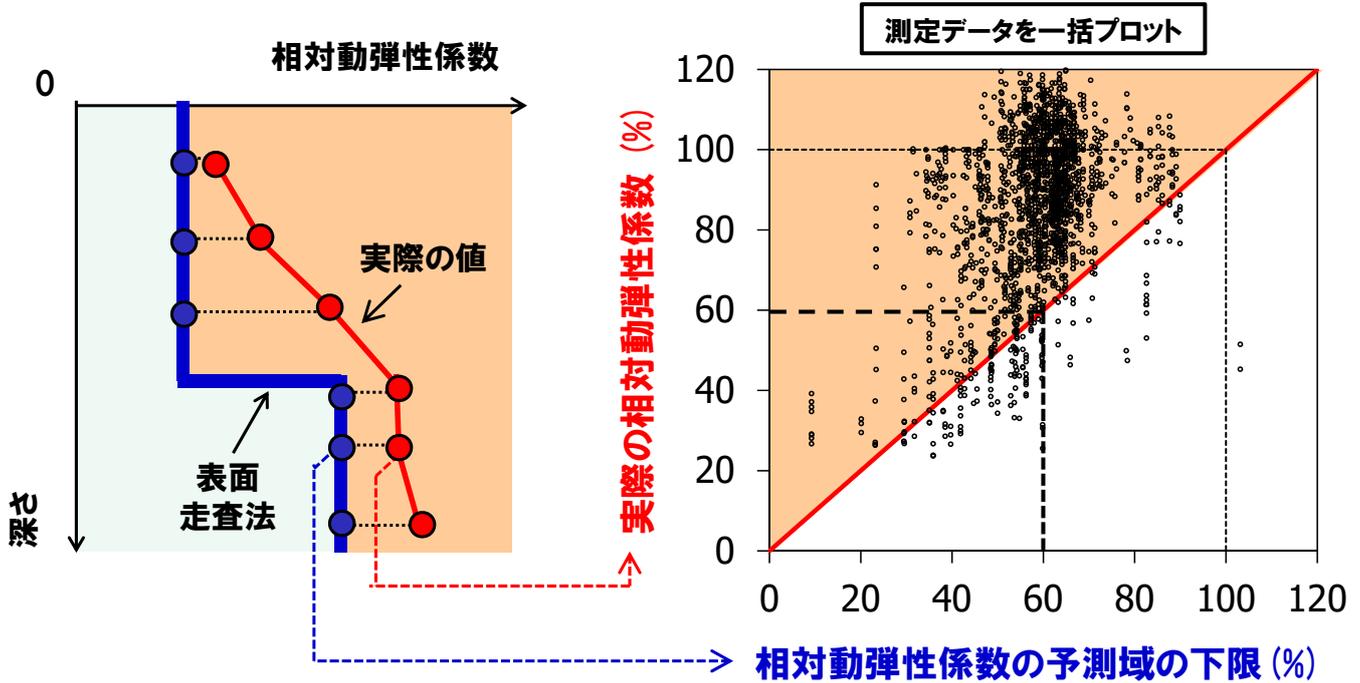


凍害程度の診断結果



相対動弾性係数の真値 (実際の値)は、この領域に存在

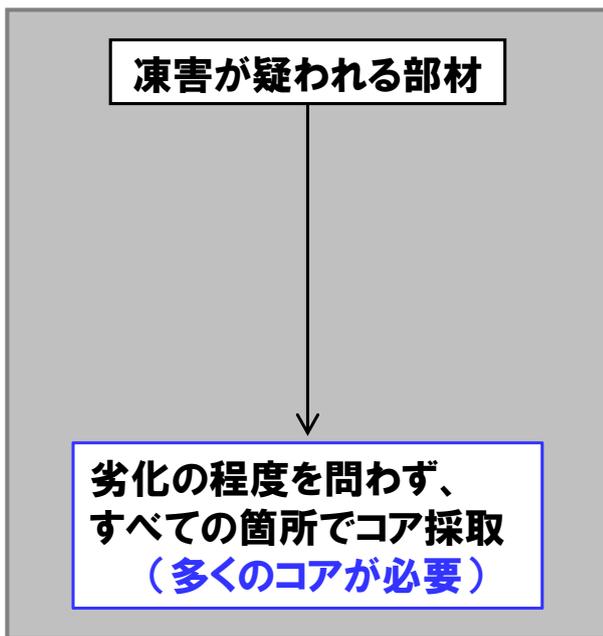
表面走査法の結果と実際の相対動弾性係数を同じ深さ同士で比較。



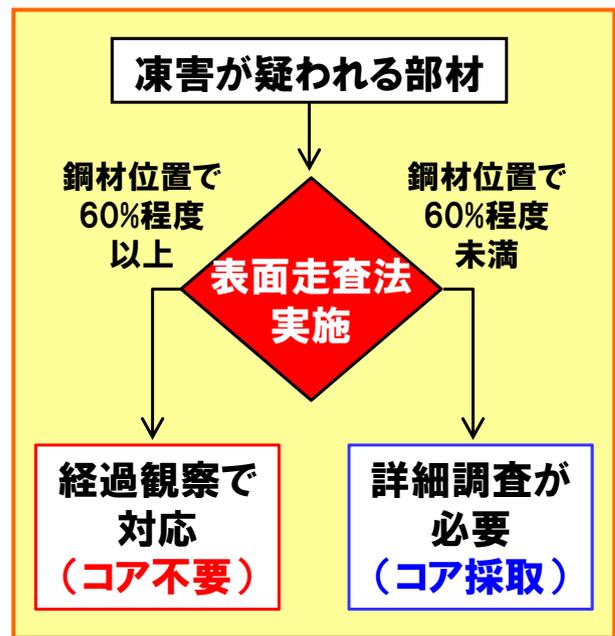
多くのデータがオレンジ域にプロット → 真値の存在域を適切に評価できている

表面走査法の適用による効果① 部材損傷の最小化、作業の省力化

現状



表面走査法を適用



調査箇所を絞り込める！
部材損傷の最小化、
作業の省力化が期待！



実際の調査例

北海道内72箇所^①の構造物で表面走査法を実施し、
33箇所^②で鉄筋位置の相対動弾性係数が60%以下の可能性が疑われた。



		現状 (全箇所コア採取)	表面走査法	
数量	超音波 (表面走査)	0点	72×8=576点	1箇所8点
	コア採取	72孔	33孔	
	孔穴補修	72孔	33孔	
	超音波 (採取コア)	72×10=720点	33×10=330点	深さ10cmまで1cm毎測定 (1孔10点)
調査費用		1.00	0.55	損料・賃料、間接費 (旅費)等は含まない

本技術がお役立ていただける場面の例

例) 凍害劣化の断面補修に際しての、劣化範囲と健全範囲との境界の明示



マニュアルとExcelプログラム

マニュアルとExcelプログラムは、
耐寒材料チームのHPで公開しており、
どなたでも無料でダウンロードできます。

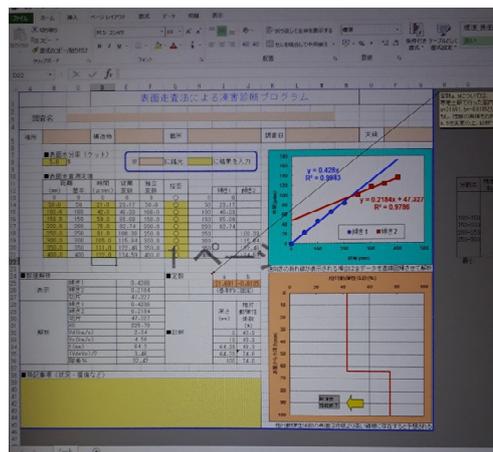


ここから
アクセス!

[https://zairyo.ceri.go.jp/ceri_zairyo/topics5/sousa-dr.html]



表面走査法によるコンクリートの
凍害点検・診断マニュアル(案)



表面走査法による凍害診断
Excelプログラムの画面

参考文献

1. 川村浩二、遠藤裕丈、島多昭典:寒冷環境下の道路橋橋台における塩化物イオンの浸透に関する一考察、第15回コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集、pp.393-398、2015
2. 長谷川寿夫、藤原忠司:コンクリート構造物の耐久性シリーズ 凍害、技報堂出版、1988
3. 長谷川寿夫、洪悦郎:コンクリートの凍害に及ぼす外的要因の影響とわが国の凍害危険度、北海道大学工学部研究報告、Vol.92、pp.59-67、1979

本日のお話が、コンクリート構造物の凍害点検・診断の
効率化にお役立ていただけると幸甚です。



お問い合わせ先

寒地土木研究所
耐寒材料チーム
011-841-1719

終わりです。ご清聴ありがとうございました。