
鋼コンクリート接合部に鋼材腐食が生じた港湾・海岸及び空港施設の健全度評価手法の構築

東北大学

鈴木基行
内藤英樹

研究の背景

塩害環境下に限らず，**鋼とコンクリート接合部**では，鋼材の著しい腐食欠損が多く見られる．



研究の背景

表面からは確認できず、**コンクリート内部で破断する**



木曽川大橋



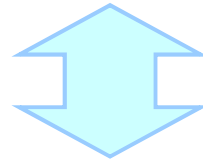
本荘大橋



現状の課題と整理

接合部腐食の問題点

- ①補強・補修が困難かつ再劣化が生じやすい.
- ②構造上重要な箇所に用いられることもある.



定期点検

- コンクリート内部の鋼材は見えない.
- 塩害対策のためにコンクリート表面が厚い塗装で覆われている場合があり、腐食ひび割れが見えない.

簡便な非破壊検査法の活用が期待されている

研究の目的

鋼コンクリート接合部の
簡易点検技術の開発



目的

コンクリート埋込部において腐食欠損が
生じた鋼部材の力学特性を把握する



非破壊検査

コンクリート内部の
鋼材腐食量

供試体実験



構造性能評価

埋込部が腐食した
鋼部材の耐荷力

実験・数値解析

対象構造物

鋼コンクリート接合部を模擬した試験体を作製する。
電食によってコンクリート内部の鋼材腐食を促進させて、振動特性の変化を把握する。

昨年度対象の構造形式

トラス部材



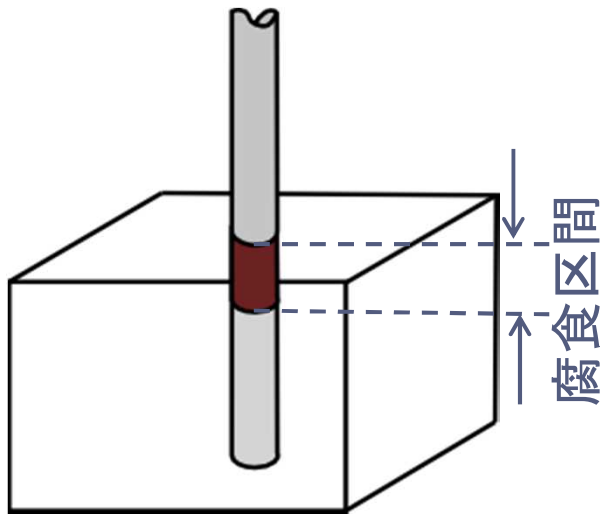
柱部材



対象構造物

鋼コンクリート接合部を模擬した試験体を作製する。
電食によってコンクリート内部の鋼材腐食を促進させて、振動特性の変化を把握する。

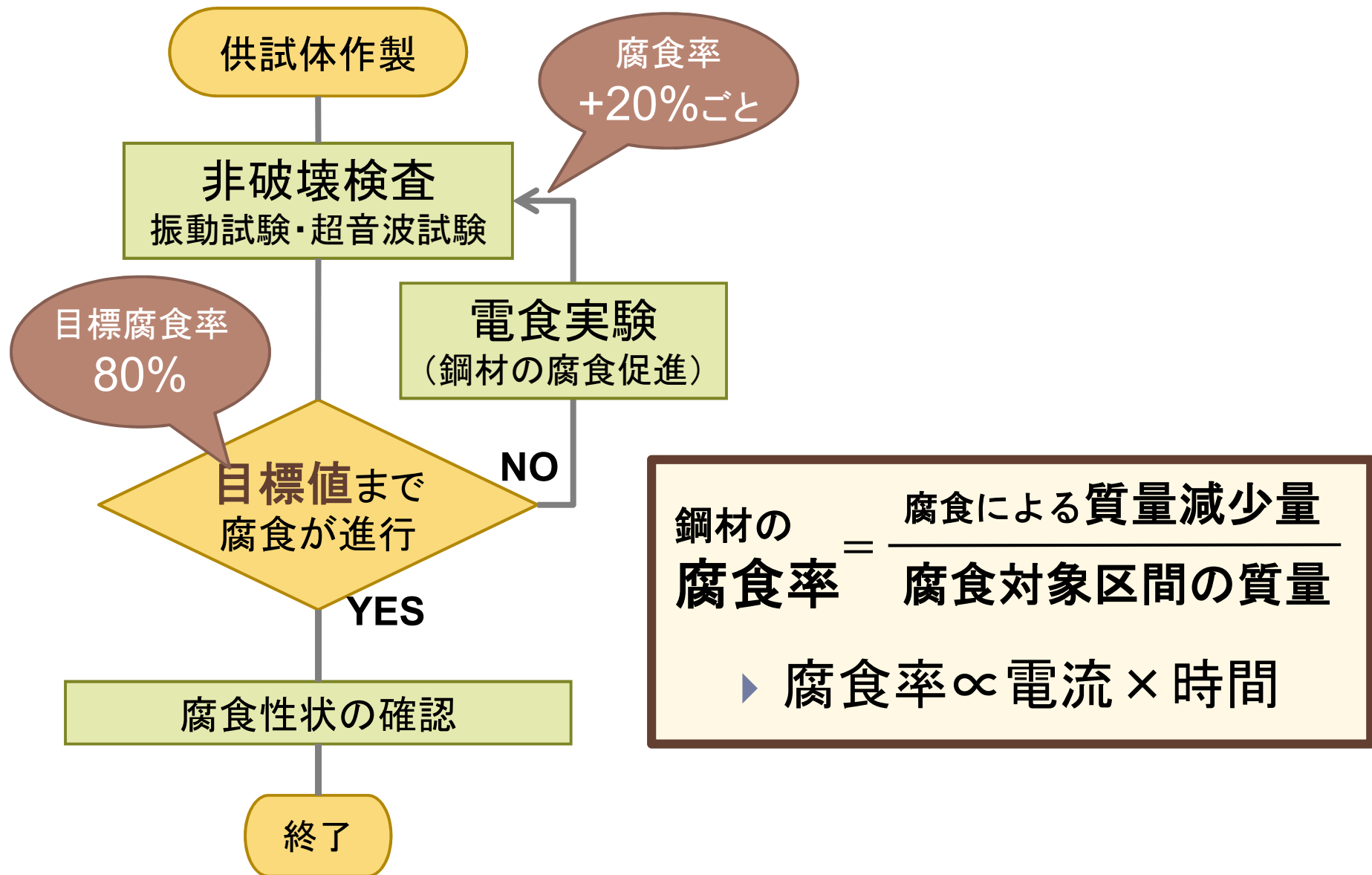
今年度対象の構造形式



円形鋼管

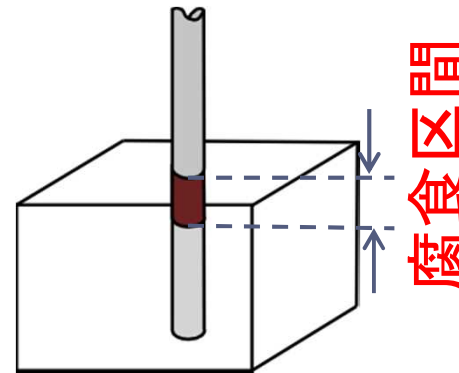
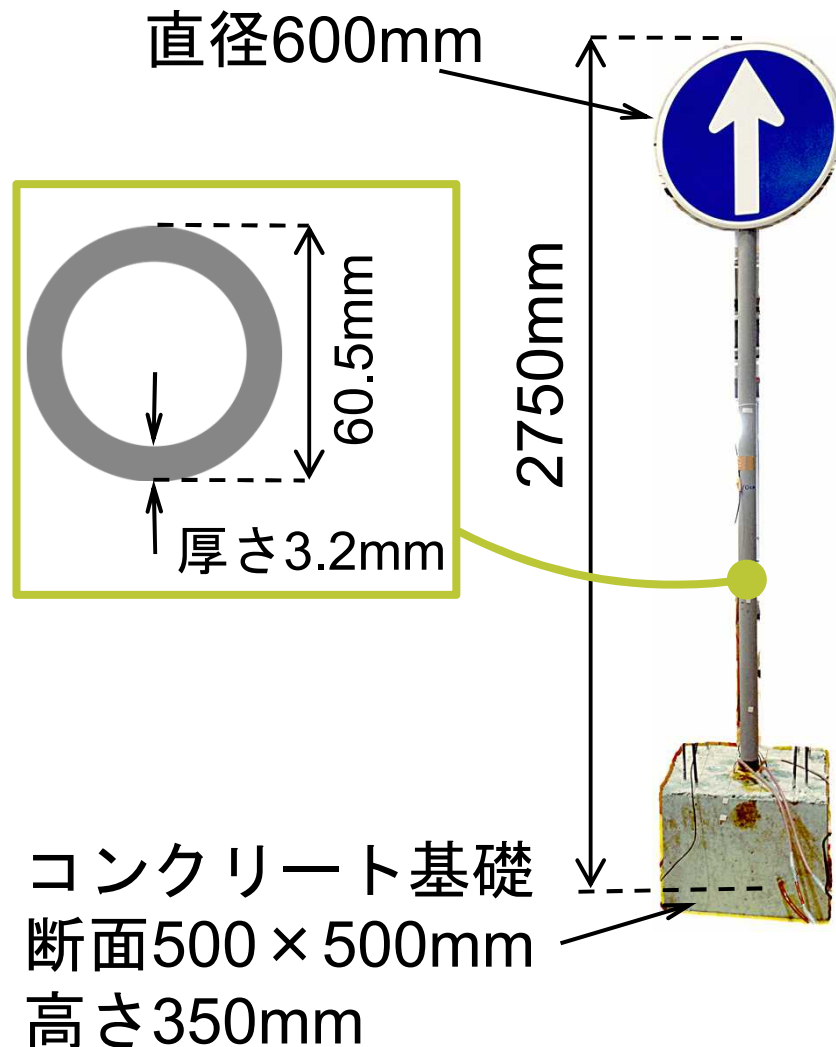


実験フロー



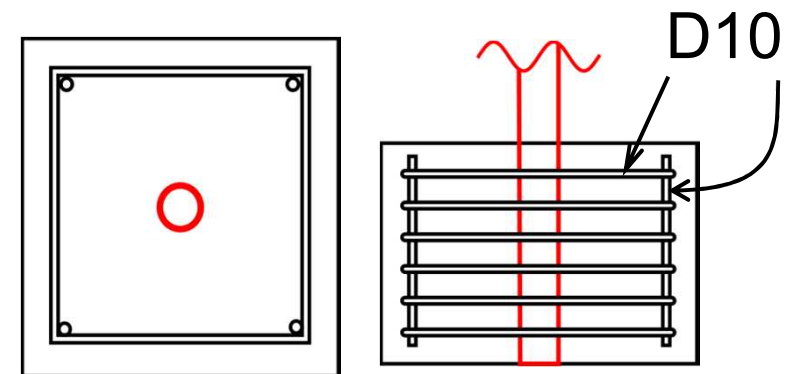
供試体概要

- 鋼材の腐食区間を変化させて，2体を作製した



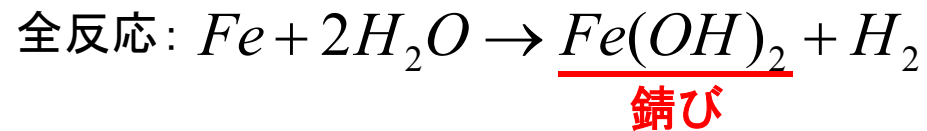
供試体	腐食区間
HK50	50mm
HK100	100mm

帯鉄筋
軸方向鉄筋

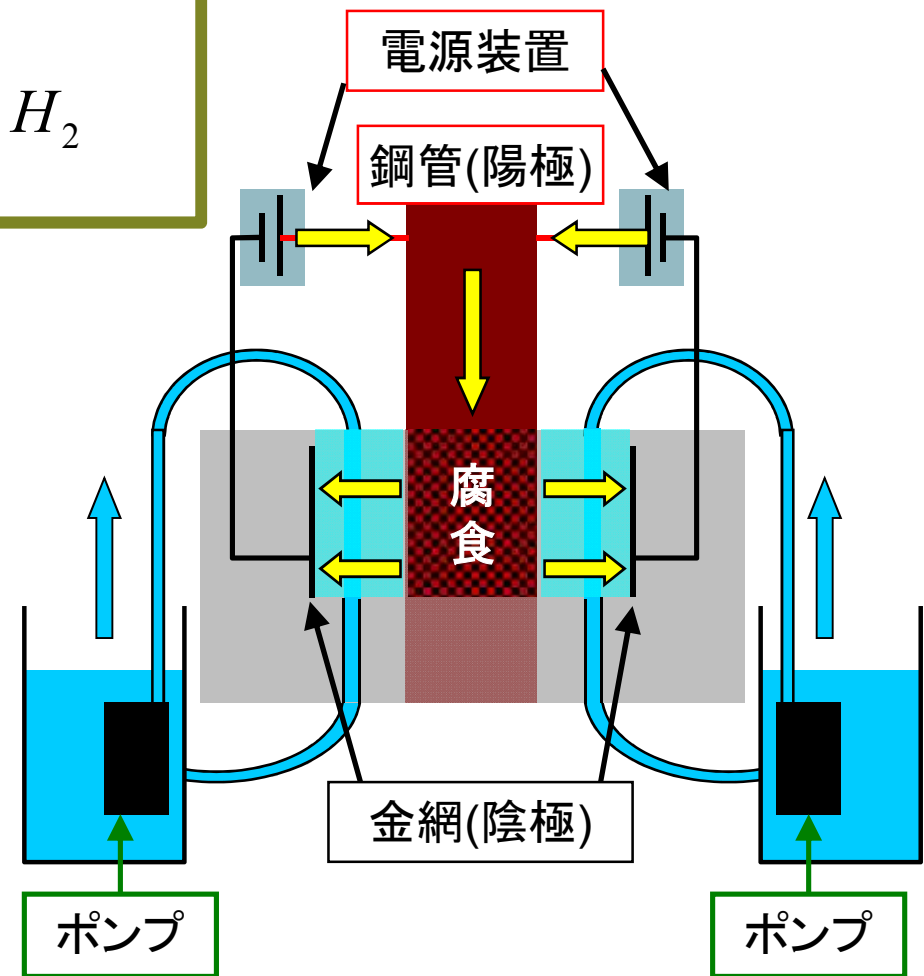
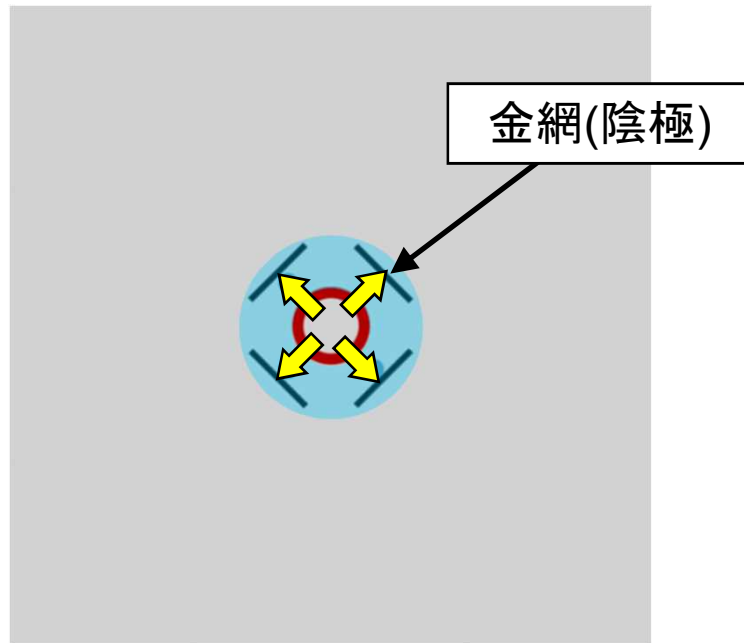


コンクリート基礎の配筋

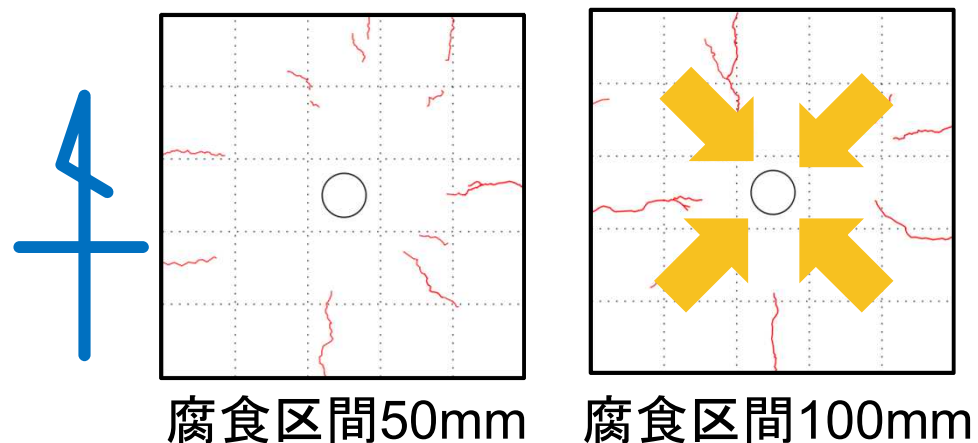
電食試験の概要



上面から見た図



電食終了時の損傷状態



- ▶ コンクリート基礎の上面と側面にひびわれが発生した



- ▶ 陰極付近の鋼管に孔が開いた
- ▶ 電食終了後に鋼材の質量を測定し，腐食率を算定した

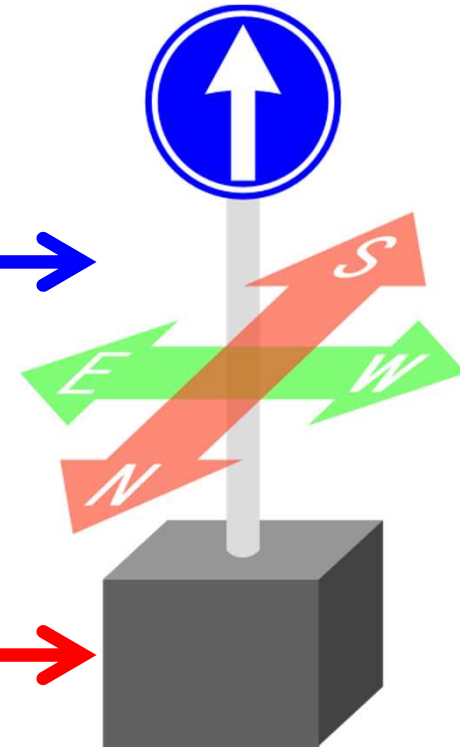
供試体名	腐食区間	腐食率
HK50	50mm	47%
HK100	100mm	39%

非破壊試験

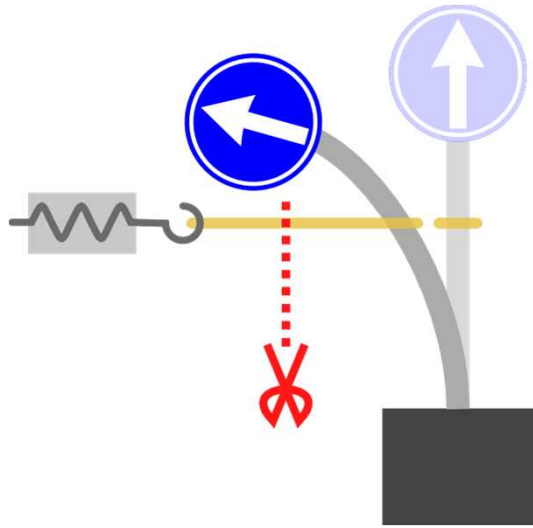
鋼管の振動特性



コンクリートの振動特性

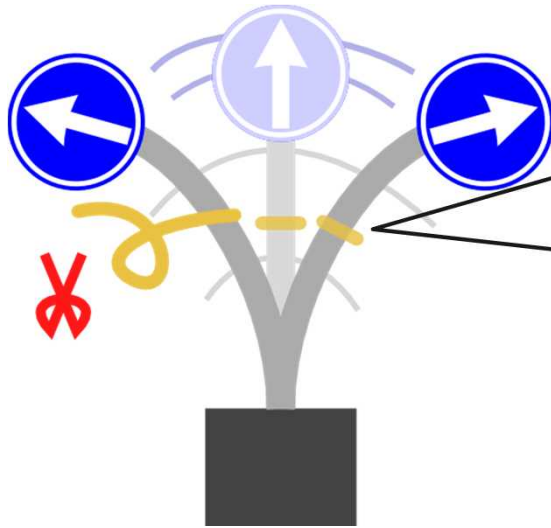


鋼管の振動試験



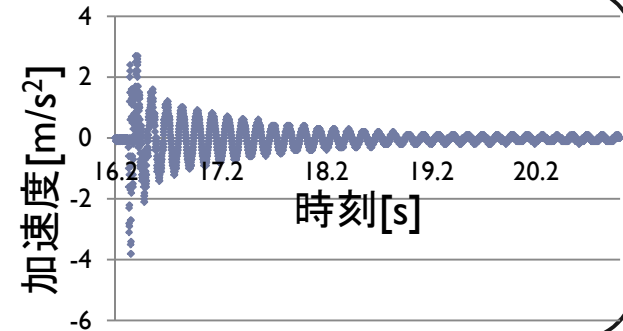
① 鋼管を紐で引張る

- 張力約50N
- 引張る高さはフーチング張出し部の中心 (上端から120cm)

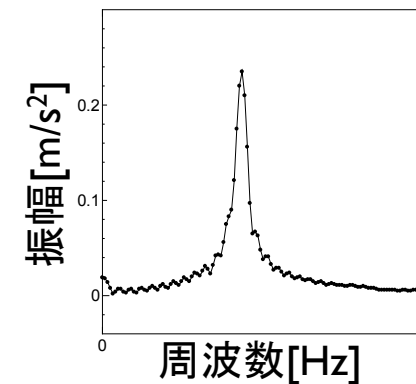


② 紐を切る

紐を結んだ近辺において
時刻歴応答を計測する
(片持ち梁の自由振動)



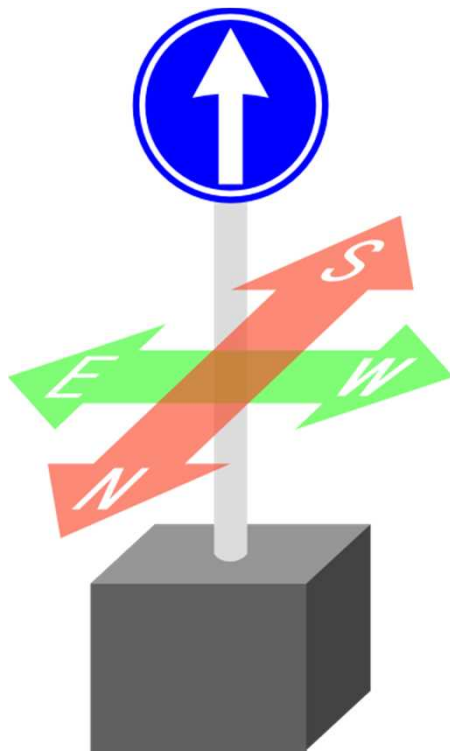
フーリエ変換



- ③ 応答加速度スペクトルから
固有周期と**減衰定数**を求める

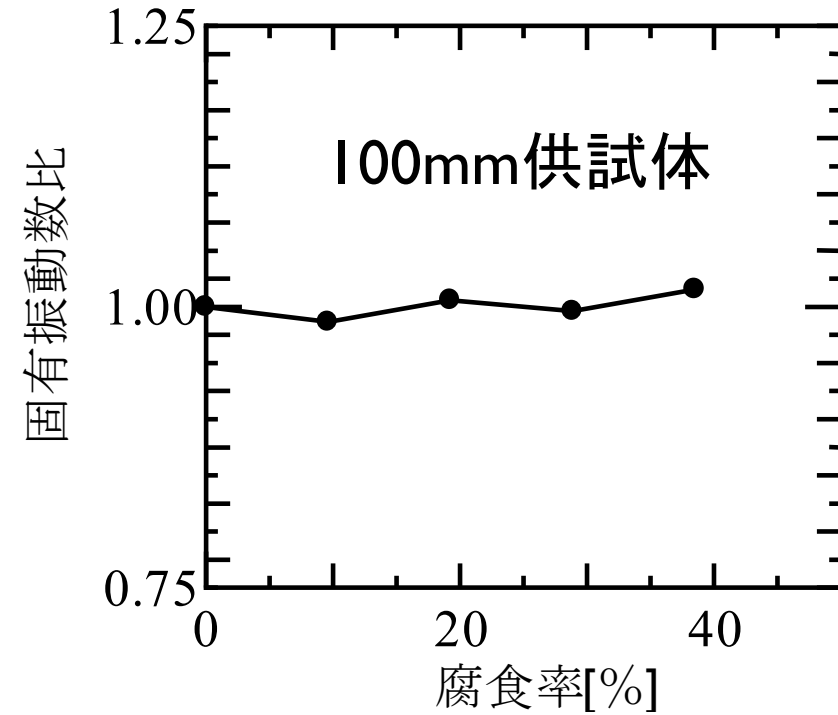
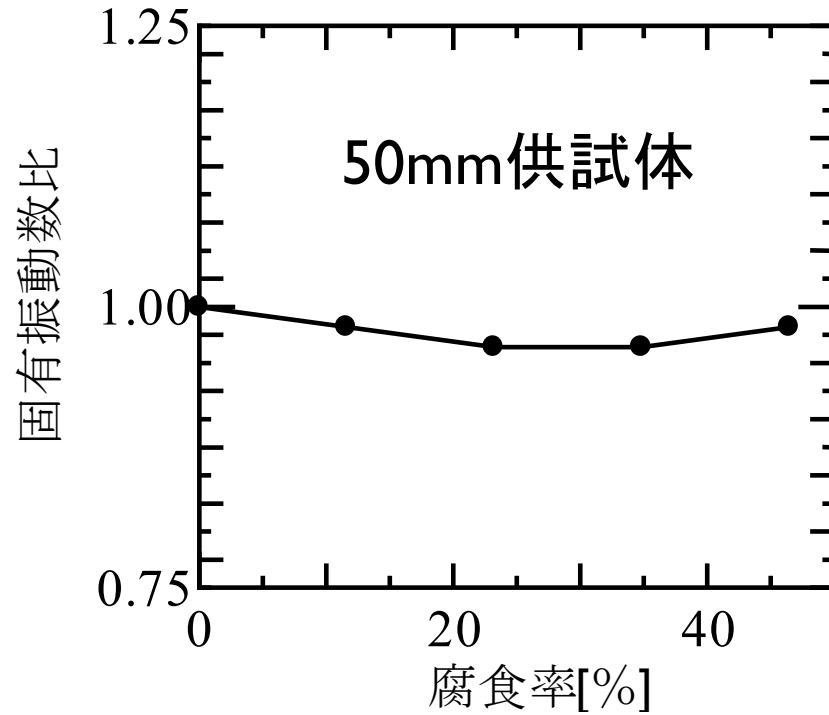
イニシャル測定

- それぞれの供試体について2方向の振動を測定した。



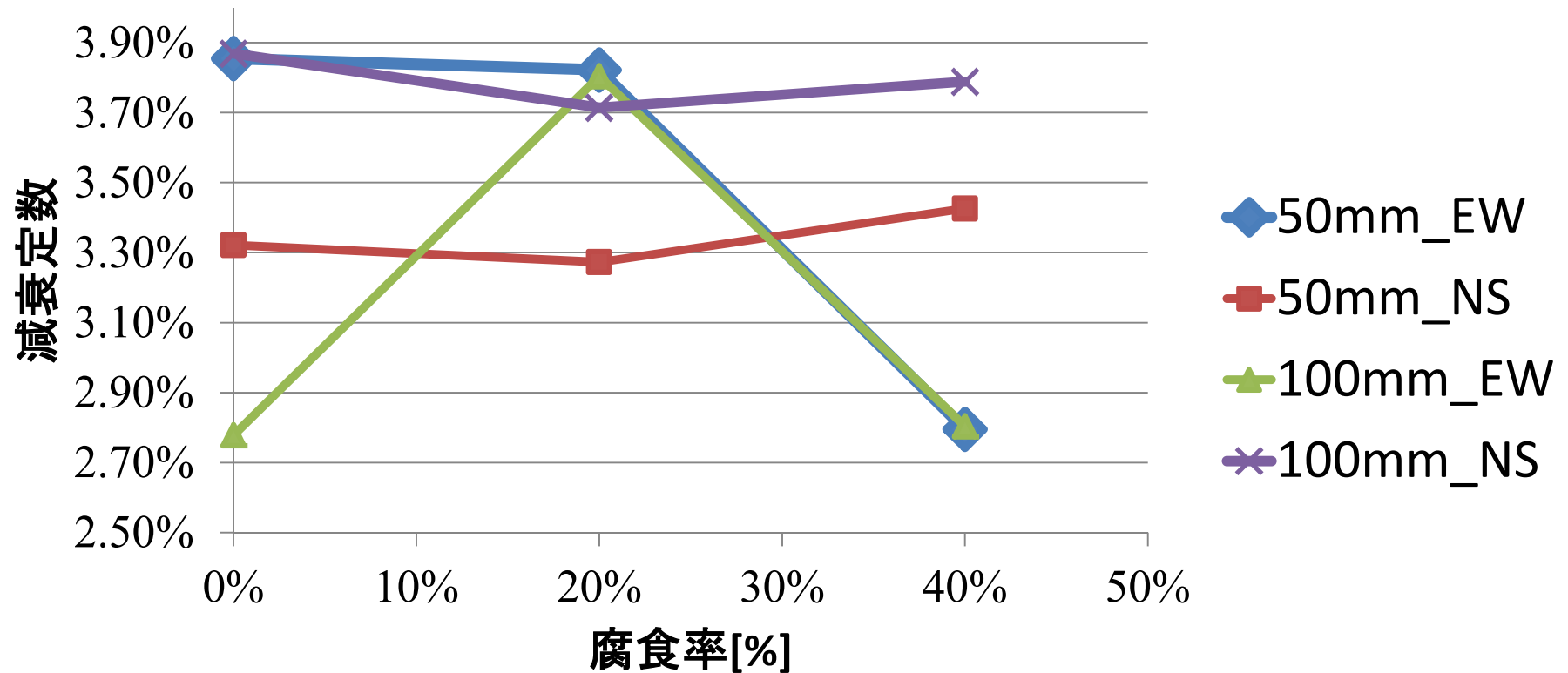
		固有振動数[Hz]	減衰定数[%]
50mm供試体	EW方向	6.46	3.85
	NS方向	6.84	3.32
100mm供試体	EW方向	7.69	2.78
	NS方向	6.31	3.87

鋼管の固有振動数



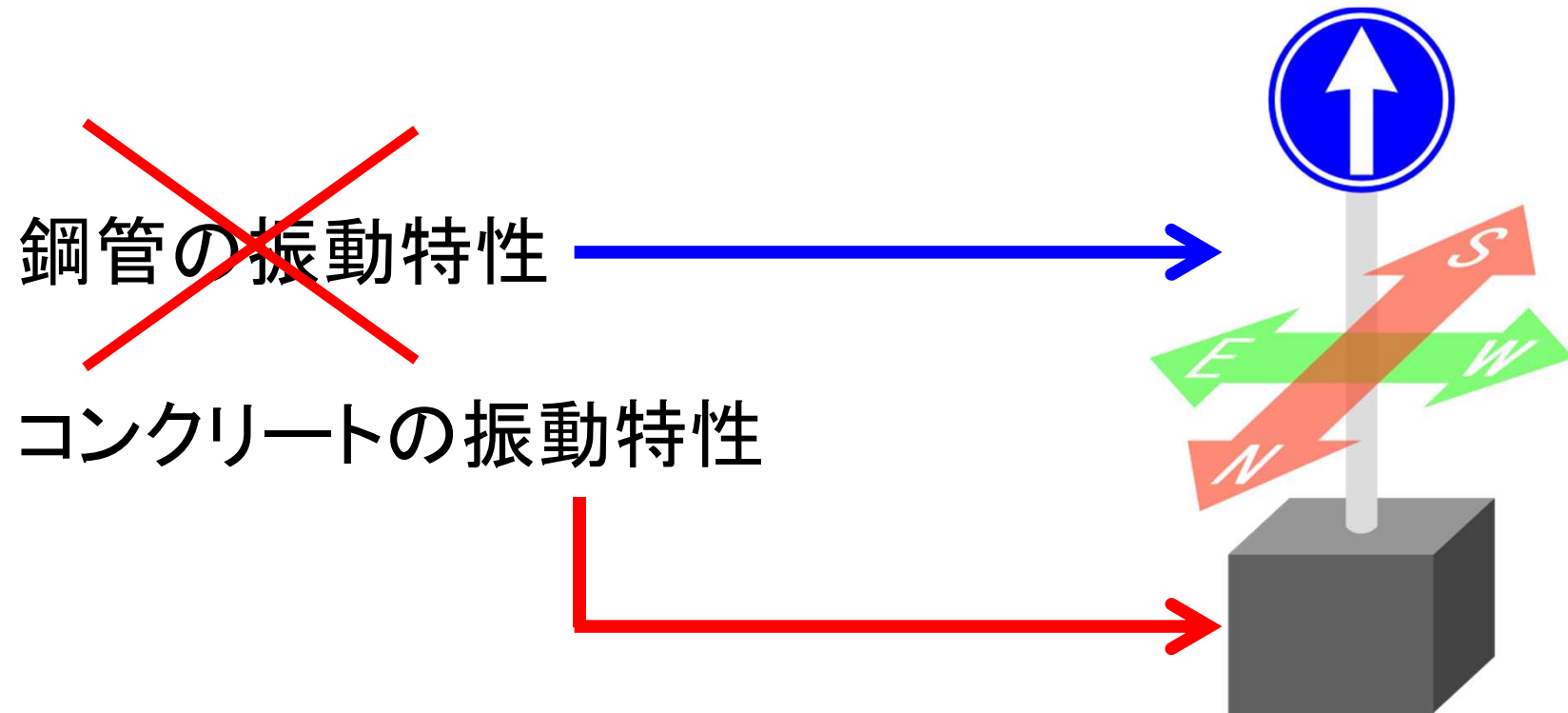
固有振動数は殆ど変化しない.

鋼管の減衰定数



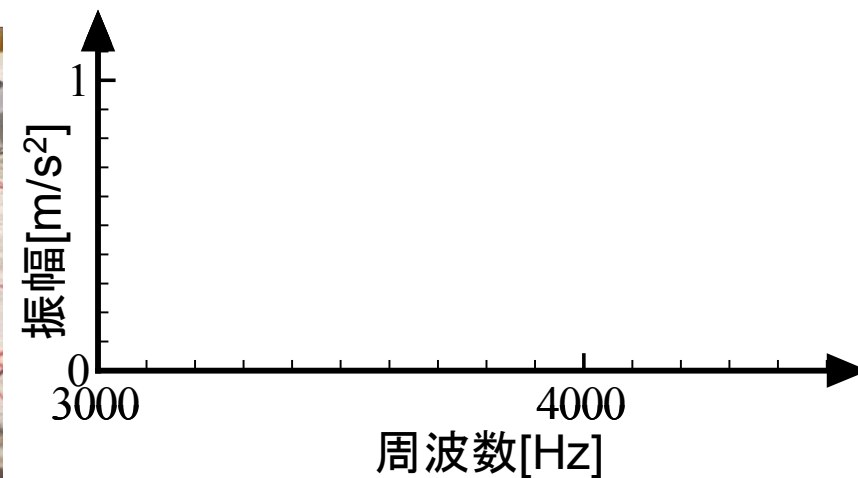
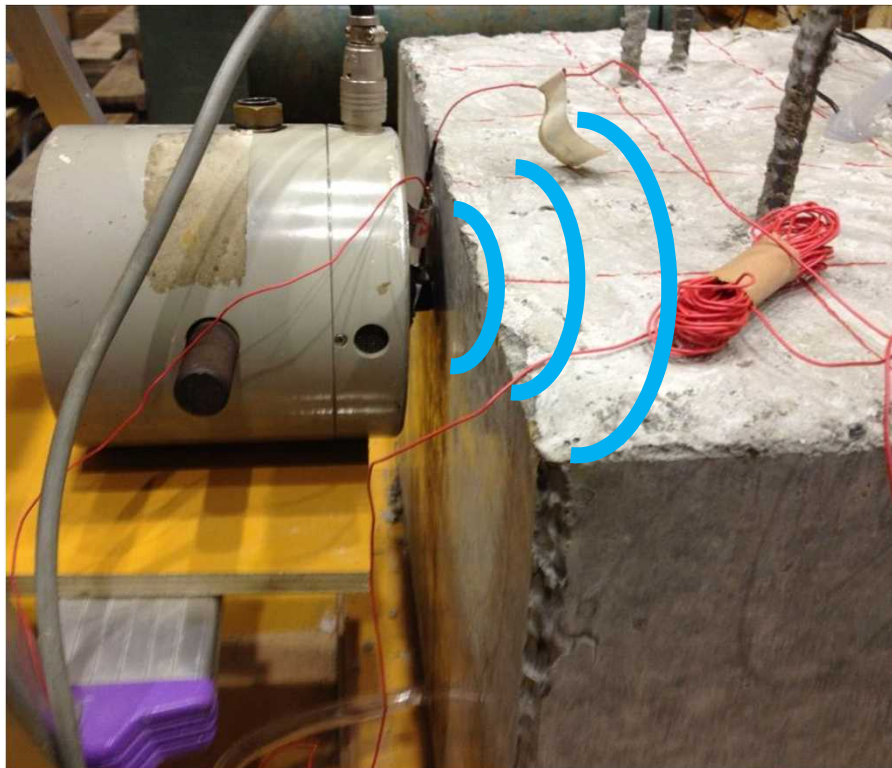
腐食率と減衰定数に**相関は見られない**

非破壊試験



コンクリート基礎の振動試験

- ▶ 加振器でコンクリート基礎に正弦波を周波数掃引する.
- ▶ 加振点の近傍で周波数応答関数を測定する.
- ▶ 固有振動数を求める.



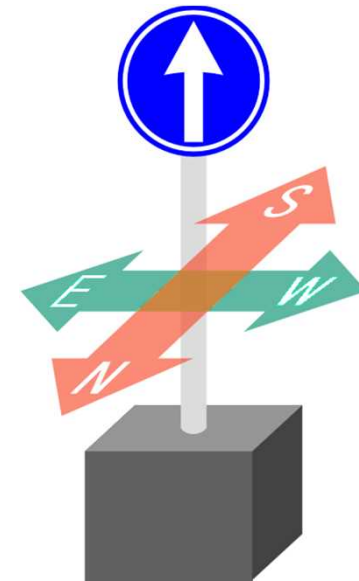
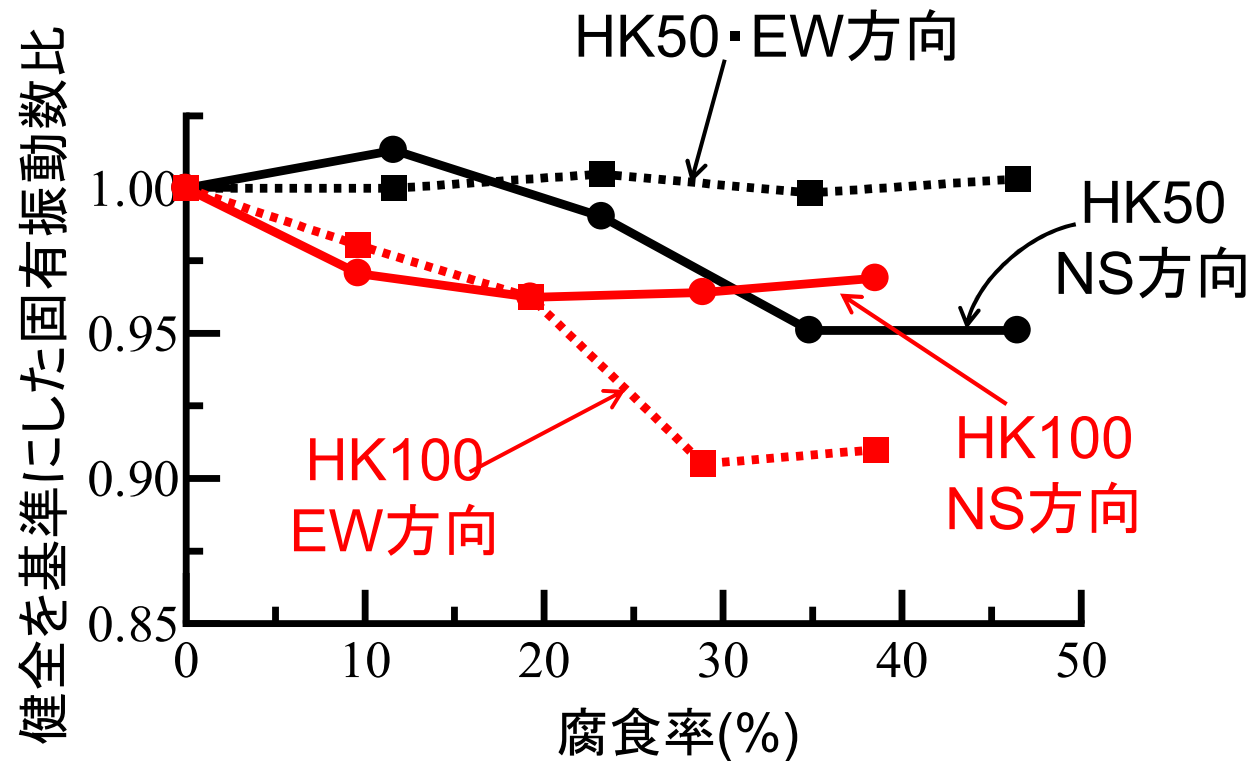
測定条件

加振レベル : 1.0m/s^2

掃引時間 : 5分間

掃引周波数 : $1000 \sim 5000\text{Hz}$

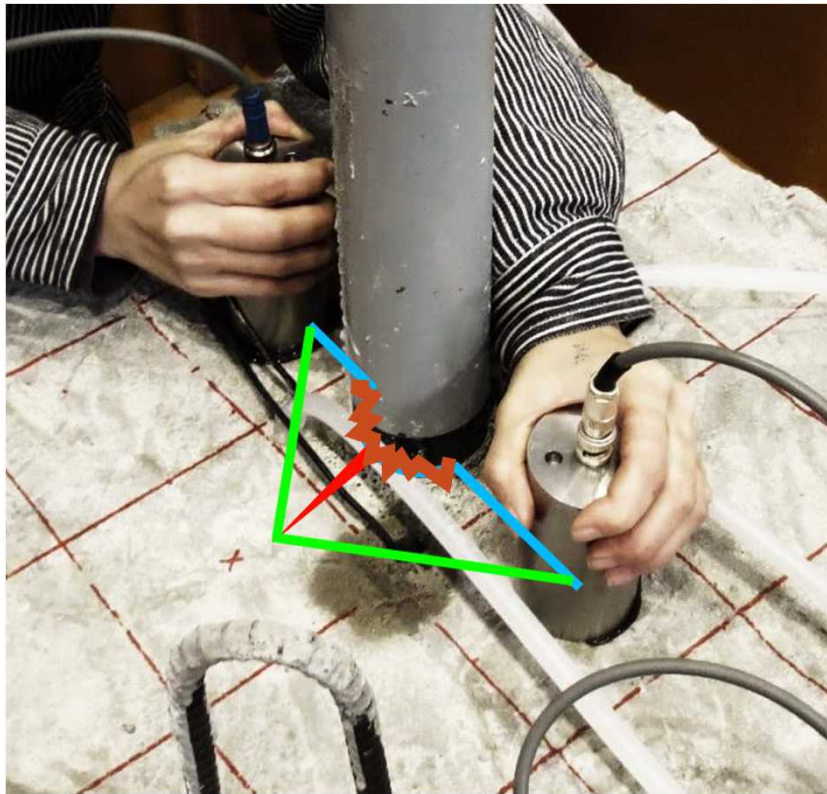
コンクリート基礎の振動試験



- ▶ 腐食の進展に伴って、**固有振動数が低下した**
 - 腐食区間が大きい供試体でこの低下傾向は顕著だった
- ▶ 低下率は最大で10%程度だった.

コンクリート基礎の超音波試験

- ▶ 超音波を鋼管埋込み部に流し，発振から受振までの時間を計測する.
- ▶ 見かけの伝搬速度＝端子間距離(200mm)÷伝播時間



劣化により伝搬速度 V が変化する



伝搬速度比＝ $V_{\text{腐食後}}/V_{\text{健全時}}$

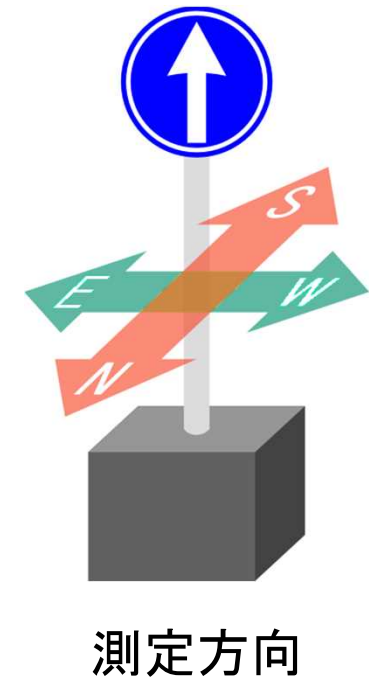
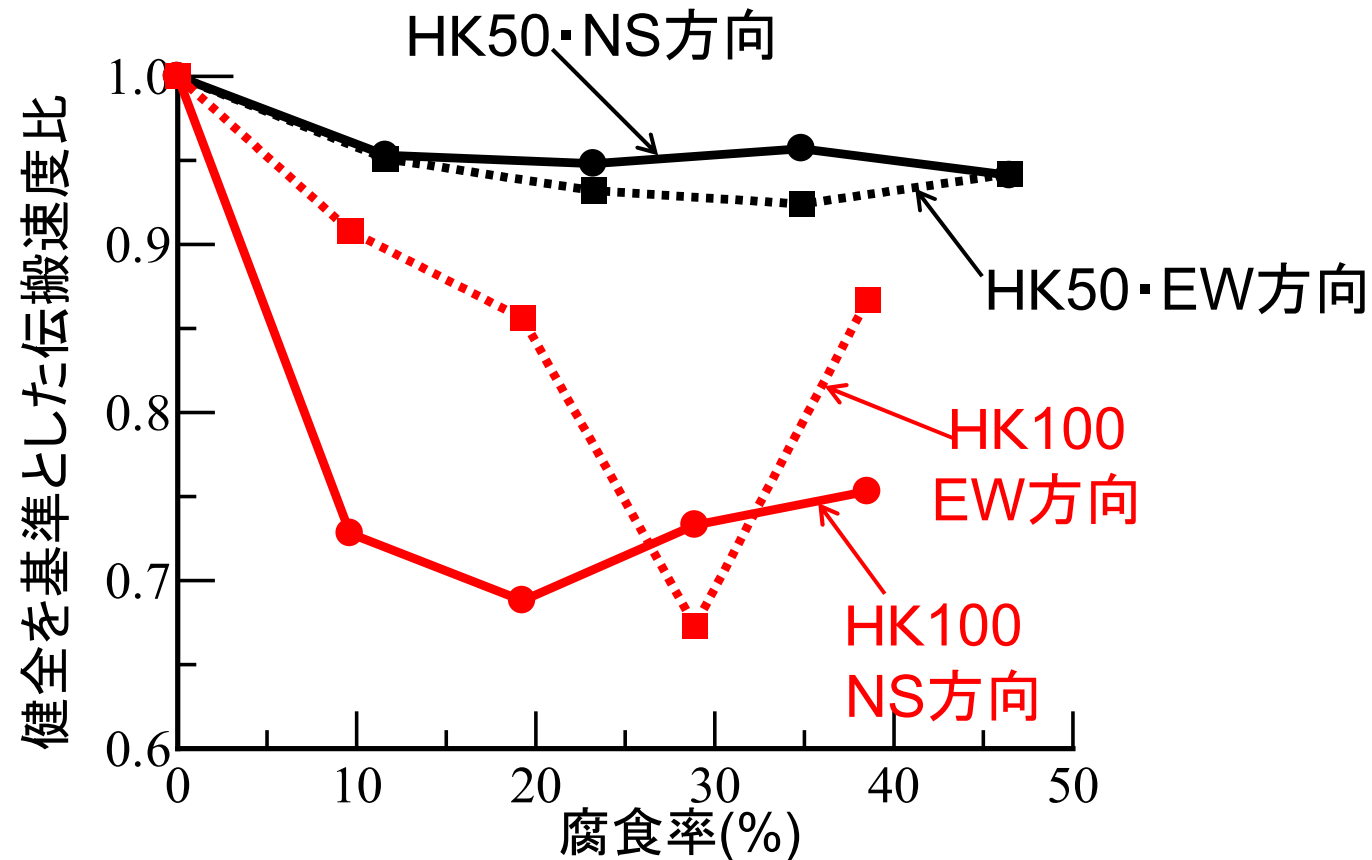
を用いて実験結果を整理した

加振条件

超音波振動数: 24,000Hz

1秒間に3回超音波を送受信

超音波試験の結果



- ▶ 腐食の進展に伴い、とくに腐食区間100mmの供試体では
超音波の伝搬速度が低下した
- ▶ 超音波試験によって腐食の検出ができる可能性が示唆された

まとめ

鋼管を埋め込んだ供試体について、
コンクリート基礎の振動試験と超音波試験を行った

その結果、

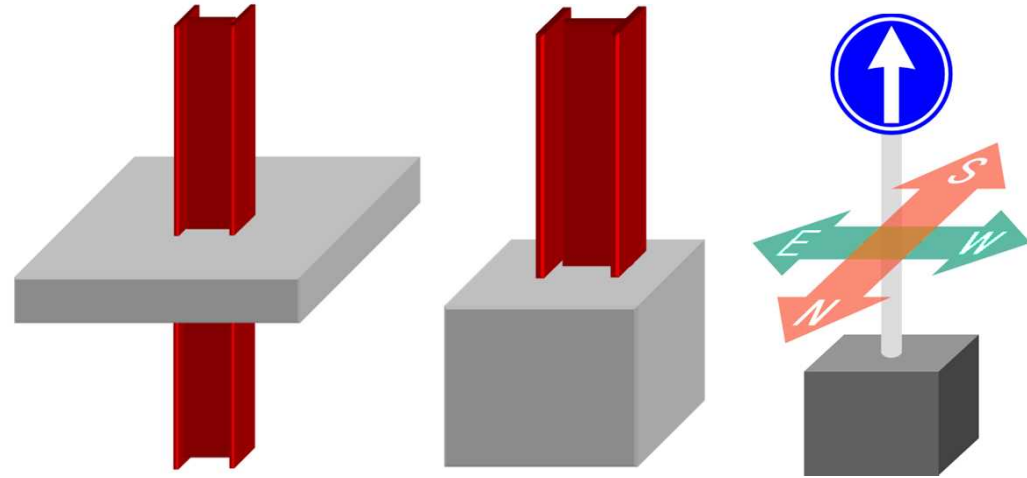
腐食の進展に伴って

固有振動数と超音波伝搬速度の低下が確認できた

- 変化は腐食区間が大きいもので顕著だった
- 固有振動数の変化は最大で約10%だった
- 超音波試験での変化は最大で約30%だった

**非破壊検査手法により
腐食を検出できる可能性が示唆された**

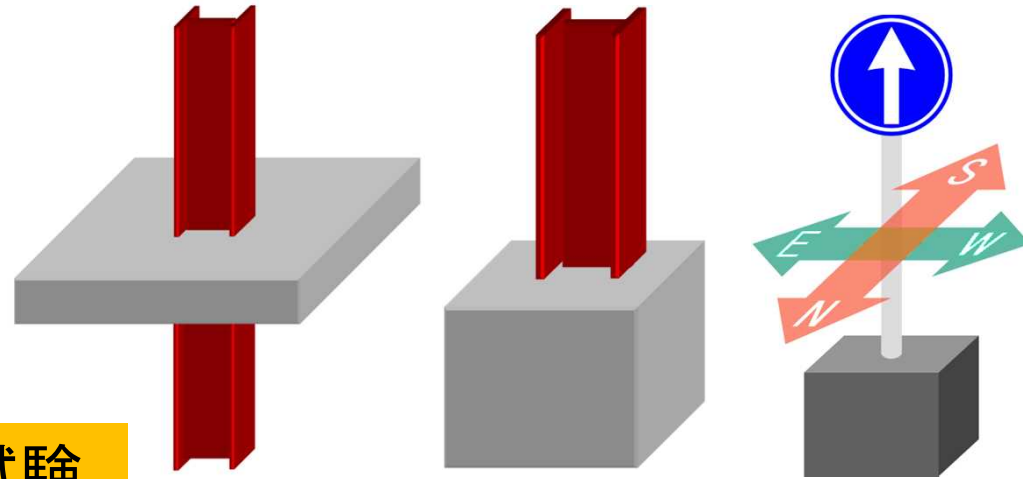
昨年度と今年度のまとめ



鋼材の振動試験

パラメータ	指標の有用性	考察・課題の整理
固有振動数	変化しない	---
減衰定数	H形鋼：1.5～2.0倍に増加する. 鋼 管：腐食率との相関は見られない.	健全値が評価できない. 測定が困難 (ばらつきが大きい)

昨年度と今年度のまとめ



コンクリート基礎の振動試験

パラメータ	指標の有用性	考察・課題の整理
固有振動数	H形鋼：0.8まで低下 鋼 管：0.9まで低下	基礎に対して鋼材が大きい場合に有用である.
超音波速度	H形鋼：0.8まで低下 鋼 管：0.7まで低下	受振と発振の経路上にひび割れがないと、損傷を見落とす.