

図15 異相性のシミュレーション結果

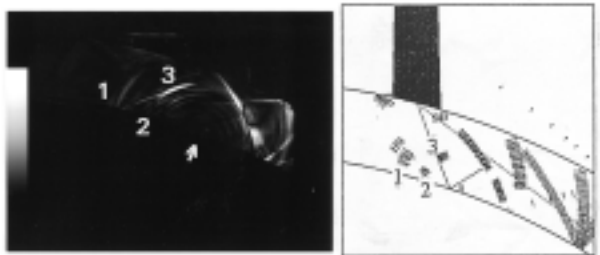
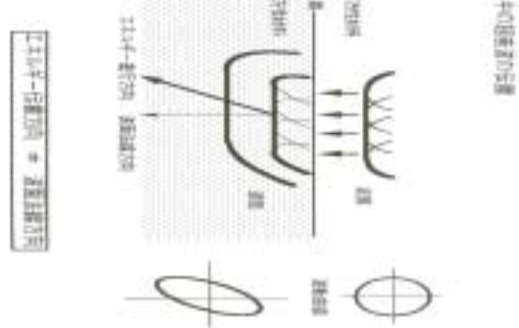


図16 配管の水浸探傷のシミュレーション結果と光弾性による可視化像

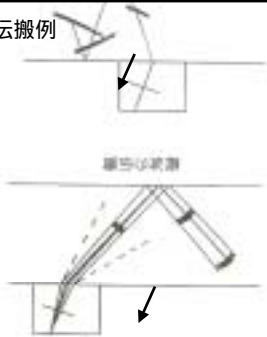
力線モデルによる超音波伝搬シミュレーション

異方性材料中の超音波伝搬

反曲曲線の導入



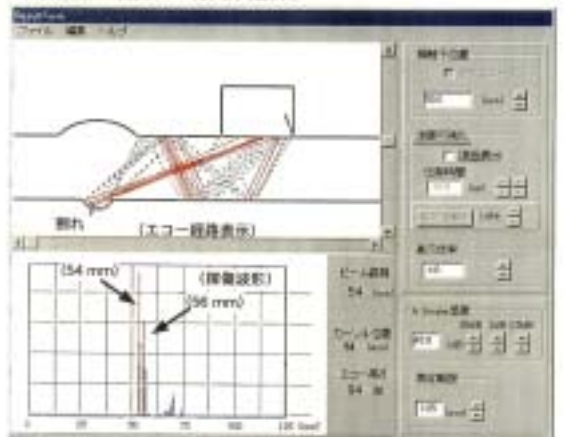
異方性材料中の超音波伝搬例



異方性材料中の超音波伝搬例: 伝搬シミュレーション結果

V-開先+割れ 解析結果

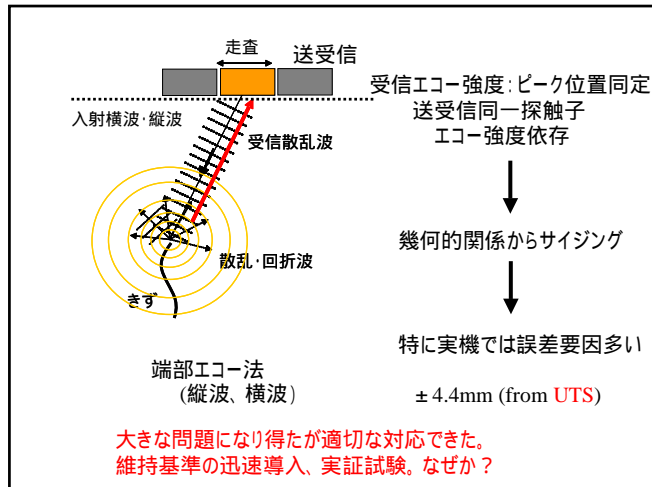
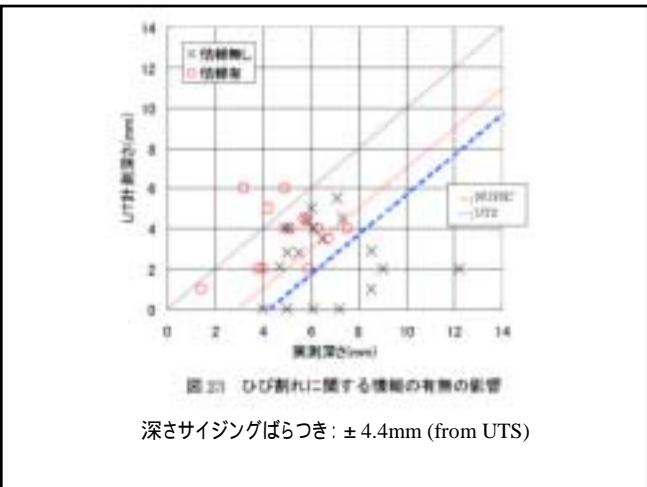
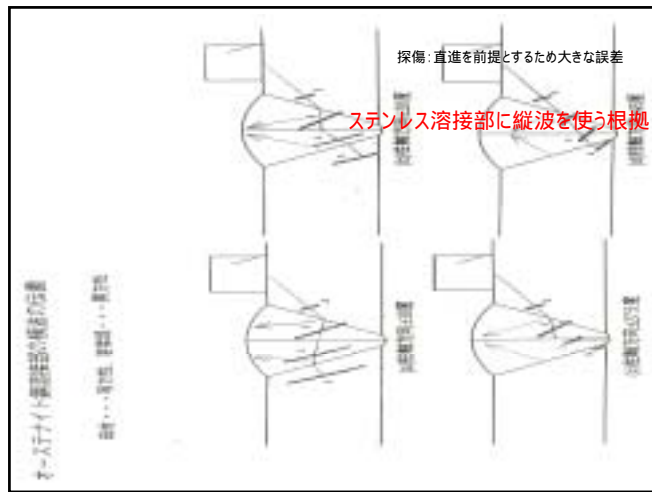
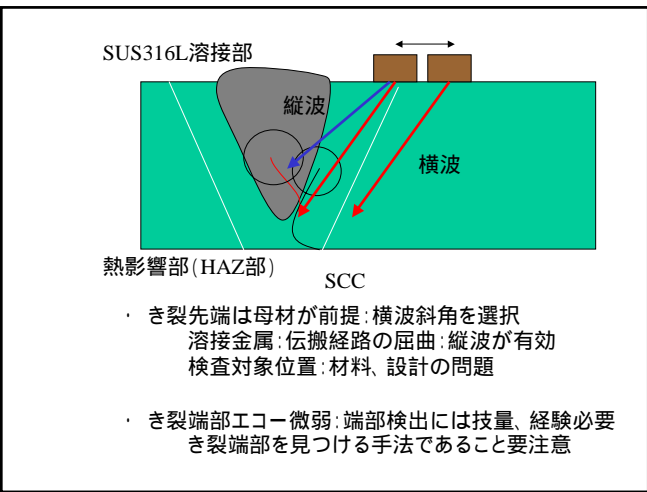
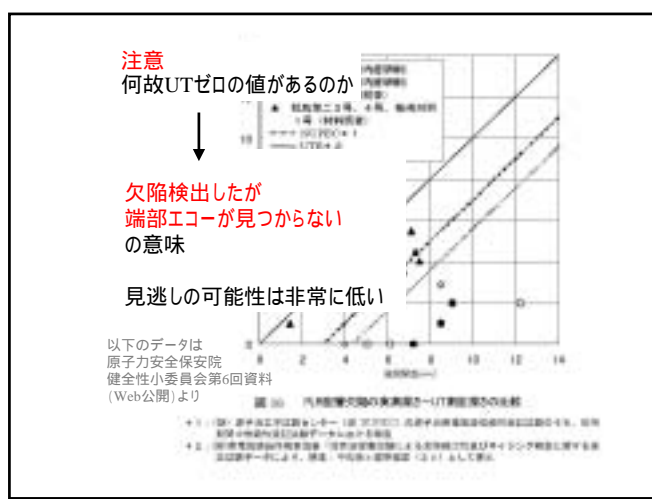
デモンストレーション





女川原子力発電所

2002年“東電問題”



運転中発電原子力施設の検査(維持基準)

米国:1971年:ASME Sec.Xi(供用中期間検査;きず容認)

通産省資源エネルギー庁(当時)委託研究:発電技検

1993年「原子力発電設備維持に係る技術基準検討委員会」

POEM委員会

1996年 維持基準原案 まとまる

供用期間中検査、欠陥評価、補修代替:規定から成る

日本機械学会

1997年10月 発電用設備規格委員会(POMS委員会成果活用)

1999年3月 維持規格分科会(原子力専門委員会)

2000年5月 発電用原子力設備規格維持規格(2000年版)

クラス1機器の容器・管対象:評価規定

2002年10月 同 維持規格(2002年版)

検査規定の追加

(2002年8月 検査不正の発覚:東電)

2004年12月 同 維持規格(2004年版)

補修・代替規定追加

維持基準の非破壊検査から見た技術的背景

原子力発電施設検査技術実証事業(1992年~2004年)

発電技検委託調査研究SGF, UTS等

・蒸気発生器伝熱管の疲労割れ及びSCC:

超音波及び渦電流法開発(~1995年)。

・製造時検査に超音波を使用する場合の適用性

(試験方法/判定値)を評価

省令123号への提案事項をまとめた(~1999年)。

・原子炉容器や配管のきずの超音波による検出性と

サイジング精度の実証試験(UTS)

・±4.4mmの精度

・検査員に依存する誤差

・構造材の形状と材質依存性

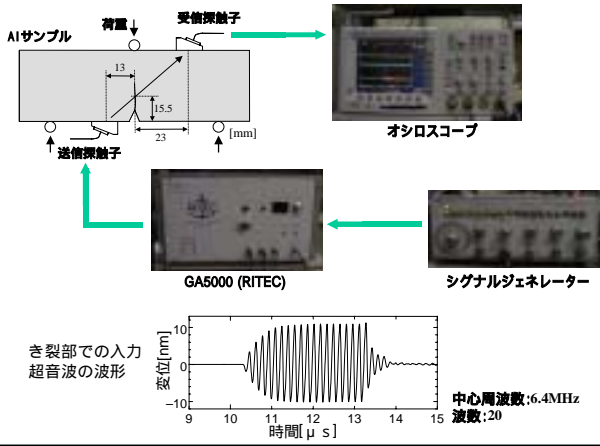
・端部エコー法、TOFD法、PA法の検証

・SCCの探傷性能

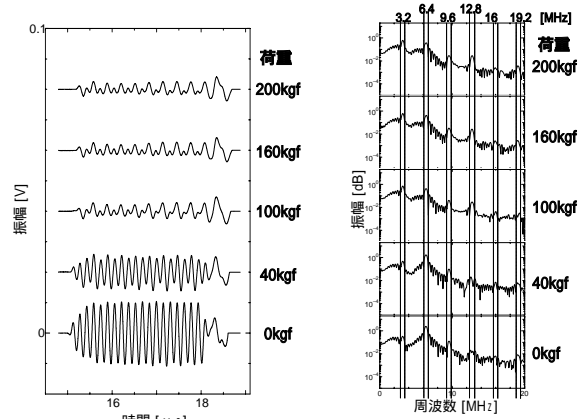
実験と共に高精度FEMシミュレータ開発と解析データ蓄積

極板試験体の実験模擬、探傷条件の影響模擬等

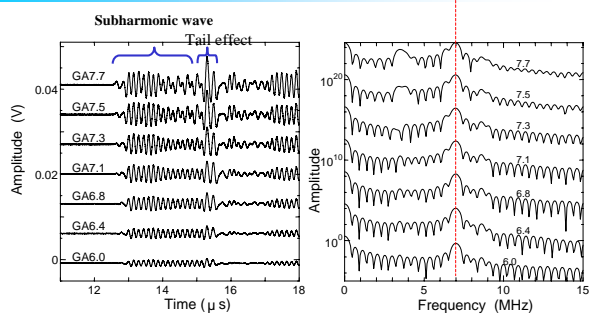
4.トピックス: き裂性情の評価:非線形測定



実験結果



Experimental Results (Stainless Steel SUS316L)

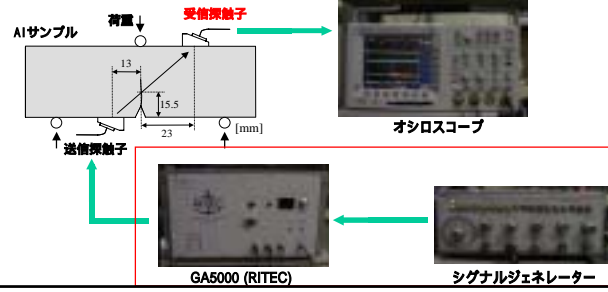


Waveform and spectrum due to amplitude of incident wave (Applied load 8 kN) 高調波は減衰のため受信できない

非線形超音波計測利用の課題

- ・汎用の探傷器で 10nm以上の入力超音波コスト
- ・より大振幅の超音波変位: 広範なき裂で非線形計測可

非線形計測用探触子の改良・開発



圧電材料の物性

	PZT	LiNbO ₃	PMN-PT
密度 (10 ³ Kg/m ³)	7.66	4.64	8.10
音速 (m/s)	3900	3970	3300
キュリー温度 (°C)	120-350	1160	130-160
圧電歪定数 d ₃₃ (pC/N)	200-800	192 一例	1500-2100

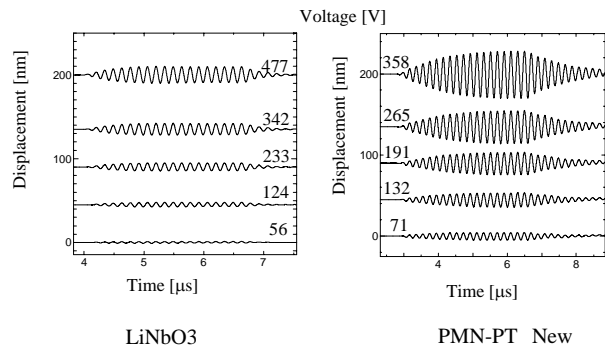
耐圧耐久性 (×) ?

PMN-PT (マグネシウムニオブ酸鉛(PMN)とチタン酸鉛(PT)の固溶体単結晶) 散漫な (relaxした) 相転移からリラクサと呼ばれ、圧電歪が大きい
高温では立方晶、キュリー温度以下で正方晶、更に低温では擬立方晶へ誘電体としてのキュリー温度が測定周波数により変動する。

圧電歪定数、 d₃₃

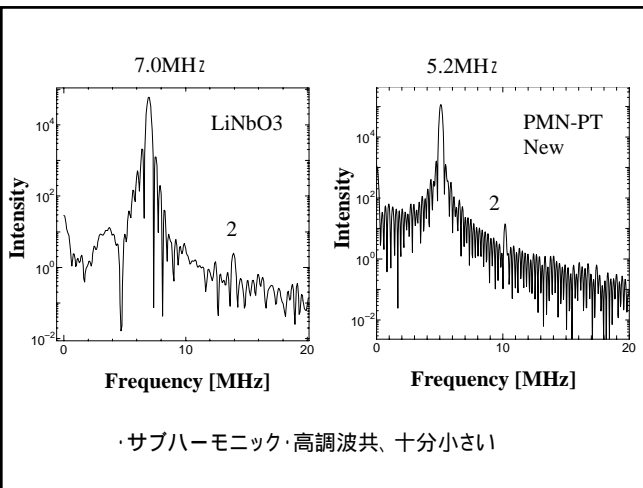
圧電体に電界 (V / m) を負荷した時、変位を表す係数。
d₃₃とは、分極方向と平行な方向の圧電歪定数。

レーザー受信波形 (変位) の比較

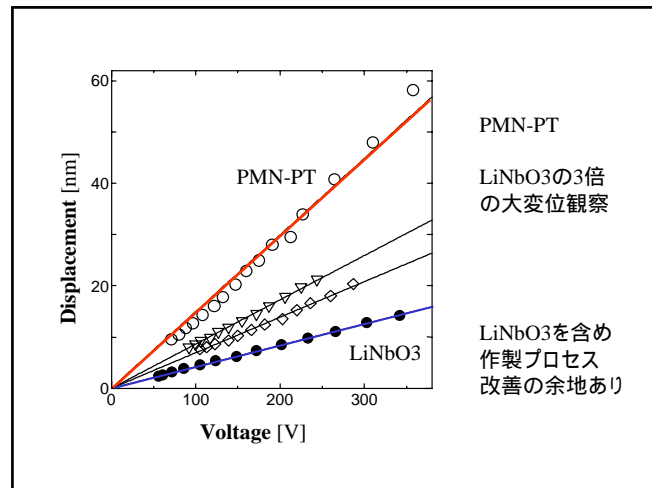


LiNbO3

PMN-PT New



・サブハーモニック・高調波共、十分小さい



PMN-PT
LiNbO3の3倍
の大変位観察

LiNbO3を含め
作製プロセス
改善の余地あり

5.まとめ

安全安心 **安心は価値**

クレーム、トラブル : 重大事故に至らぬ前の対策必要
検査は重要な解決法の一つ

EX.)強度評価・保障の観点から
破壊力学: 2次元の欠陥寸法
“超音波”法を中心に

目的、コスト、対象 : 各手法への深い理解必要
Ex. コンクリート構造物: 目視試験

想定されるトラブル、クレームの対策
対応し解決する or 技術的に対応準備を
[維持基準準備, 非線形用センサー開発]

リスク管理、コストの最小化: 検査+評価+保証

厳しい条件下で管理を行っているにもかかわらず、道路の維持管理費用は、他の構造物に比べて低い傾向にある。

国土交通省HPより

【新築道路】延長1km (道路幅4m) 4.4%
【新築道路】延長1km (道路幅6m) 1.8%
【新築道路】延長1km (道路幅8m) 1.7%
【新築道路】延長1km (道路幅10m) 2.9%

製品保証: コスト含めて見直す時期

【小部道路】延長1km (道路幅4m) 4.4%
【新築道路】延長1km (道路幅6m) 1.8%
【新築道路】延長1km (道路幅8m) 1.7%
【新築道路】延長1km (道路幅10m) 2.9%

【メンテナンス】(新築工事約10億円)
【道路】(約150万円)

国土交通省、建設省、国土院、(財)建設技術協会、(財)道路維持管理協会、(財)道路維持管理協会より作成
国土交通省、建設省、国土院、(財)建設技術協会、(財)道路維持管理協会、(財)道路維持管理協会より作成