

高エネルギーX線を用いた残留 測定

株式会社コベルコ科研 北原 周、稲葉 雅之、高橋 真

* Email : kitaharaa@kobelcokaken.co.jp

[背景] TRIP 鋼板中の残留 相(γ -Fe)は変形によってマルテンサイト相(α '-Fe)に相変態し、鋼板の特性を変える。プレス材などの変形後の形状が複雑な部品の残留 量を定量することはTRIP 鋼の材料設計の上で重要な役割を担う。

[実験] 高エネルギーX線(50-60keV)を用いて試料を透過させることによって、鋼板のバルク物性および特定部位の評価を試みた。検出器としてX線I.I.とCCDカメラを利用し2次元の回折画像を連続的に取得することにより、引張試験中の鋼板の相変態を観測した。図は引張試験中の*in situ*X線回折測定の結果である。引張りの歪量に応じて鋼板中の残留 相のピーク強度が減少し、(α '-)相のピーク強度が増加していることが確認できる。挿入図には引張試験の様子と試験片の測定位置を示している。

本手法によって、微量な残留 相を*in situ*で定量評価できるようになっただけでなく、複雑な形状を有する鋼材のバルク物性も評価できるようになった。

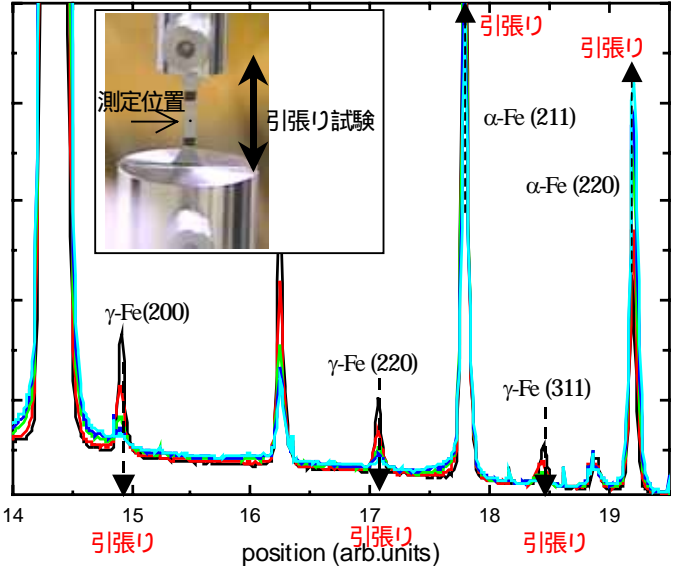
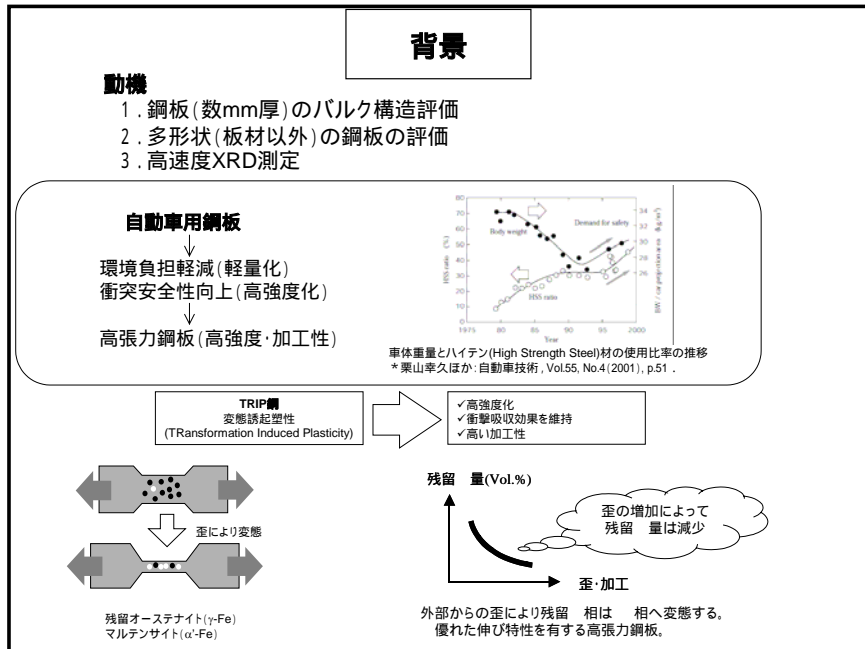


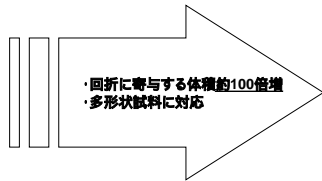
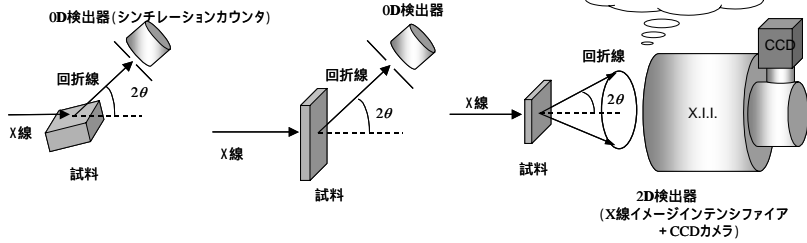
図 引張り試験の*in-situ*X線回折測定結果



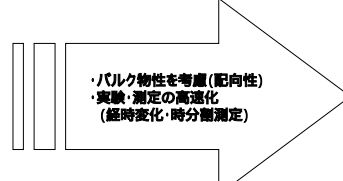
実験手法

産業利用専用ビームラインBL16B2

エネルギー: 50~60 keV (1mm厚の鋼板の透過率: 約20~40%)



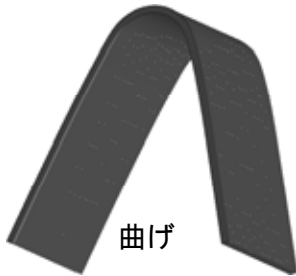
・回折に寄与する体積約100倍増
・多形状試料に対応



・バルク物性を考慮(配向性)
・実験・測定の高速度化
(経時変化・時分割測定)

多形状試料評価

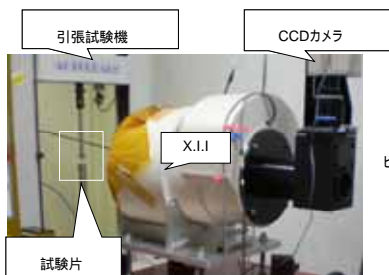
✓透過光学系にして、
特定地点を狙い打つ



複雑な形状の鋼板評価が可能

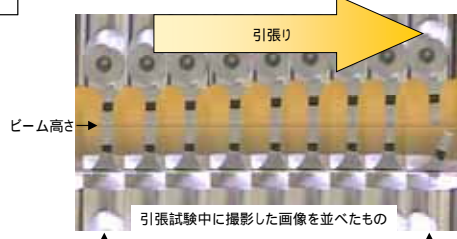
高速度測定

実験のレイアウト



X.I.I.+CCDカメラで
引張り試験中の時分割XRD測定が可能になる

引張試験片を評価

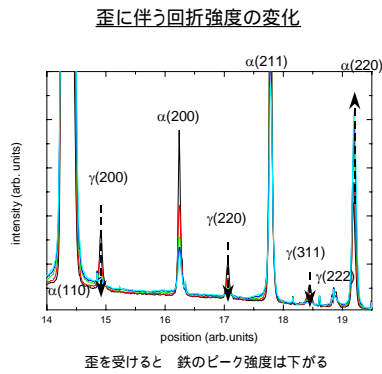


引張り前

引張りにより
破断

経時変化・時分割(<1分ステップ)測定が可能

板材の残留歪の測定



残留歪定量値の計算法

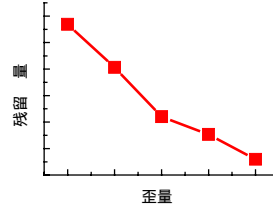
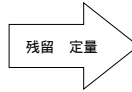
α -Fe(200),(211),(220)および γ -Fe(200),(220),(311)の各ピークの(積分)強度の算出

$$V_\gamma = \frac{1}{\left[\frac{I_\alpha R_\gamma}{I_\gamma R_\alpha} \right] + 1}$$

V_γ : 残留歪
 I_α : α -Feのピーク強度
 I_γ : γ -Feのピーク強度
 $R_{\alpha,\gamma}$: エネルギーに依存する定数 (Rietveld法により計算)

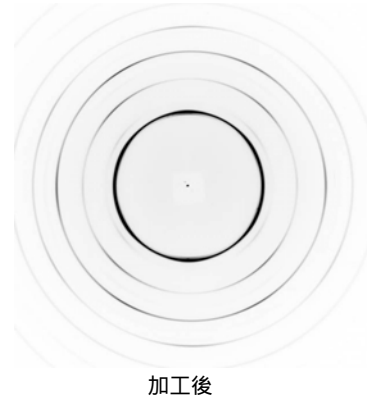
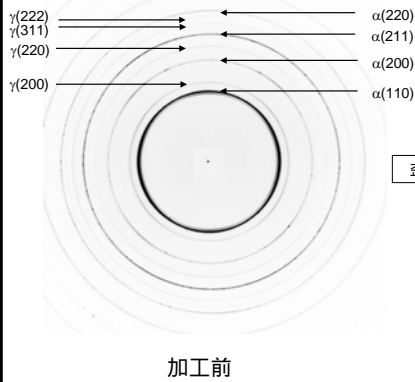
α -Feと γ -Feの各ピークに関して V_γ を平均

残留歪定量値の決定



鋼板(~数mm)の残留歪量を定量評価可能

2次元検出器の測定



組織変化による強度分布を評価可能

まとめ

SPring-8 BL16B2+2次元検出器(X.I.+CCDカメラ)	実験室系
<ul style="list-style-type: none"> ✓高エネルギーX線を用いて鋼材(mmスケール)のバルク構造を評価可能 ✓測定時間: ~1分以下 (高速度測定が期待できる) ✓透過法により多形状(平板以外)の試料を評価が期待できる 	<ul style="list-style-type: none"> ✓表層の数10μmの情報 ✓微量残留歪測定時間: 約5時間 ✓平板 または 箔(~100μm)のみ (多形状不可)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓角度精度の向上(試料厚, 試料位置, 検出器の歪み) ✓S/Nの向上 </div>	