

予歪を受けた鋼材の 延性低下メカニズムに関する研究

指導教官 吉成仁志助教授

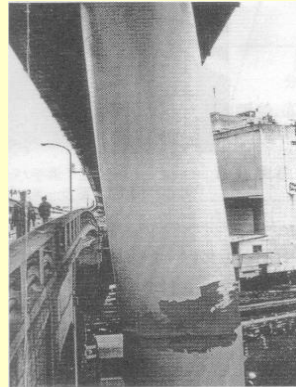
10753 菅満春

発表内容

- 予歪とは
- 本研究の目的
- 既往の研究
- 研究方法
- 研究結果
- 結論
- 今後の展望

予歪とは

- 大荷重によって生じる
大規模な塑性変形
- 延性を低下させる



本研究の目的

予歪を受けた鋼構造物の安全性を合理的に
判断できる評価手法が必要



- 延性低下のメカニズムの解明
- 定量的評価手法の確立

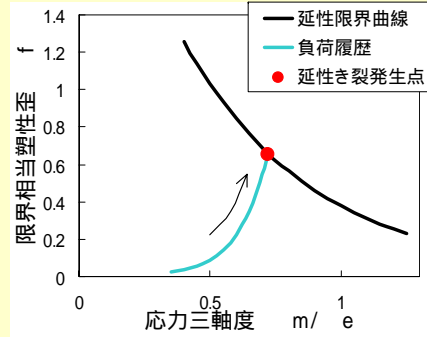
既往の研究1

延性限界曲線:

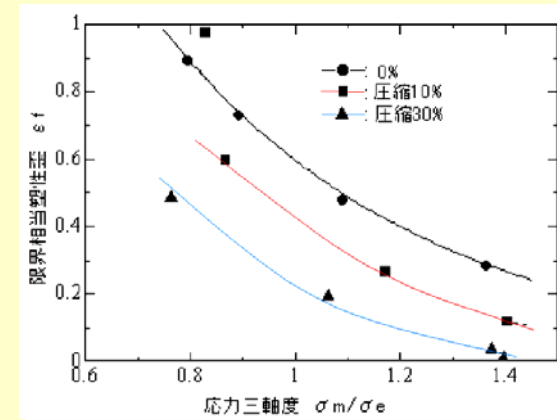
$$\varepsilon_f = \alpha \exp\left(-\beta \frac{\sigma_m}{\sigma_e}\right)$$

ε_f : 限界相当塑性歪

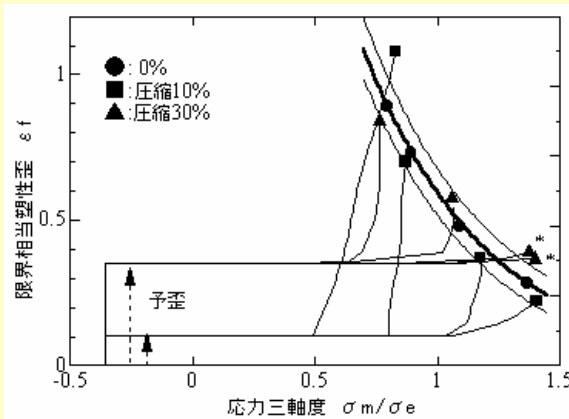
$\frac{\sigma_m}{\sigma_e}$: 応力三軸度



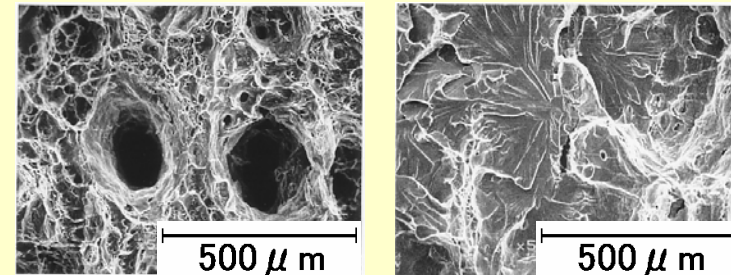
既往の研究2



既往の研究3



既往の研究4



ディンプル破面
(延性破壊)

局所へき開き裂
(へき開の伝播停止)

既往の研究における仮説

- 履歴を予歪量分、上側にシフトすることで母材の延性限界曲線で統一的に評価できる
- 予歪による延性低下は局所へき開き裂の発生に起因している

2つの仮説を検証

➡ メカニズム、定量評価

研究方法

STEP1 引張試験

荷重・伸びの計測

➡ 延性限界曲線

STEP2 数値解析

局所的な応力・歪分布を解析

STEP3 破面観察

局所へき開き裂の発生の有無を調査

供試材

既往の研究

As-rolled鋼材

圧延まま

SM490B

| 降伏応力 | 引張強さ | 伸び |
|--------|--------|-----|
| 353MPa | 527MPa | 29% |

| C | Si | Mn | P | S |
|------|------|------|-------|-------|
| 0.16 | 0.44 | 1.46 | 0.013 | 0.004 |

低

靱性

本研究

TMCP鋼材

Thermo Mechanical Control Process

熱加工制御

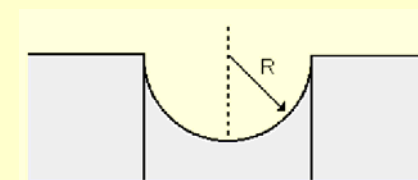
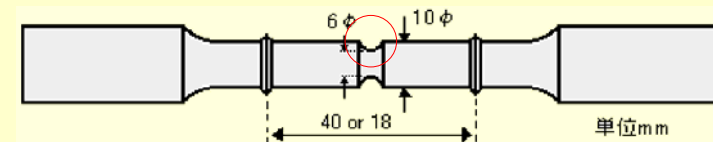
SM490YB

| 降伏応力 | 引張強さ | 伸び |
|--------|--------|-----|
| 409MPa | 542MPa | 25% |

| C | Si | Mn | P | S |
|------|------|------|-------|-------|
| 0.14 | 0.28 | 1.32 | 0.010 | 0.003 |

高

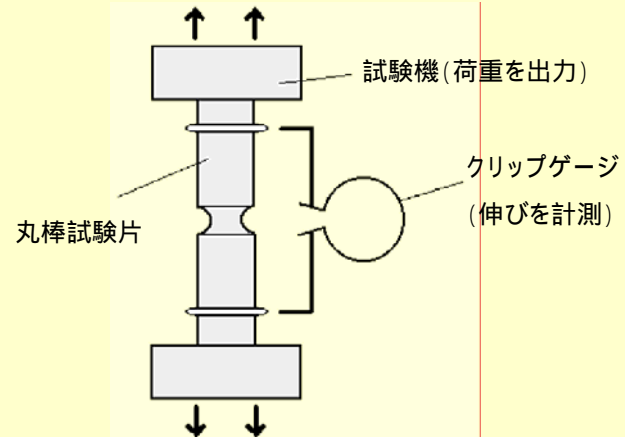
試験片



試験条件

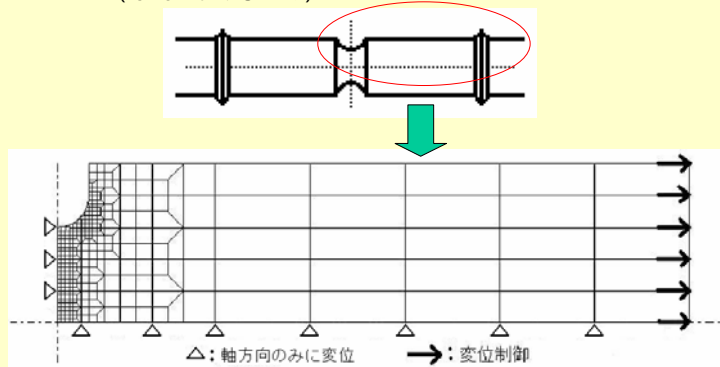
| 切欠半径 予歪量 | 1mm | 2mm | 5mm | 平滑 |
|-------------|-----|-----|-----|----|
| 0%(母材) | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 圧縮10% | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 圧縮30% | 2 | 2 | 2 | 1 |
| 引張10% | 2 | 2 | 2 | 2 |

引張試験

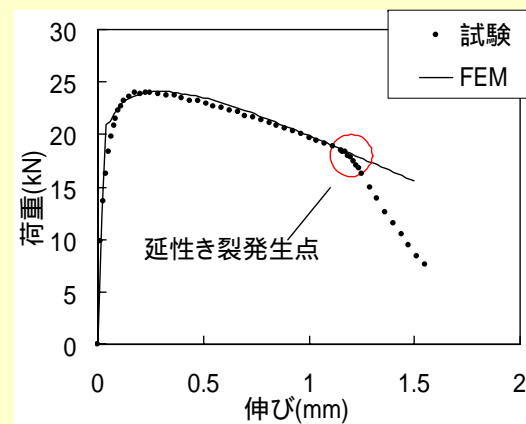


数値解析

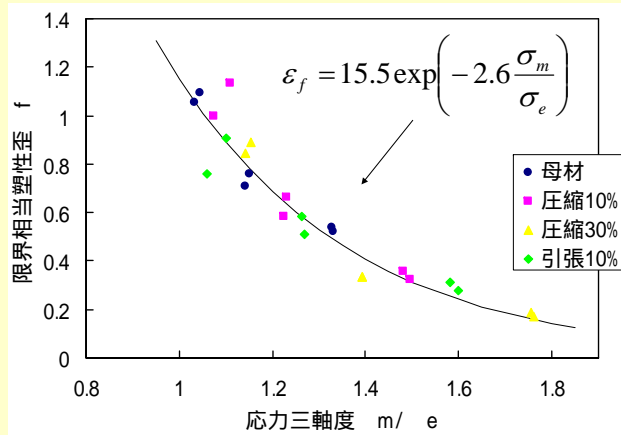
FEM(有限要素法)



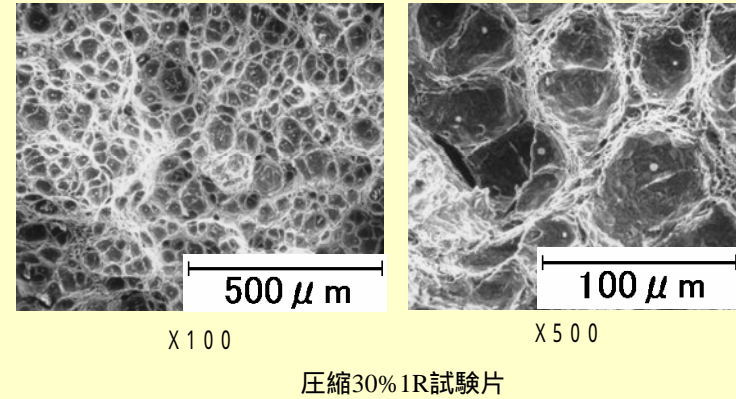
試験、数値解析の結果



延性限界曲線



破面観察結果

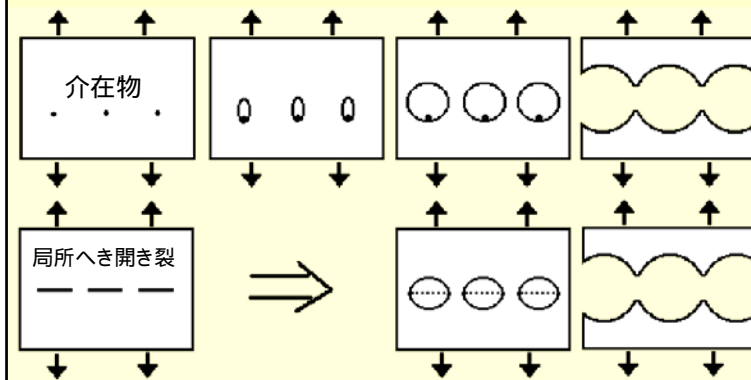


結論1. 仮説の検証

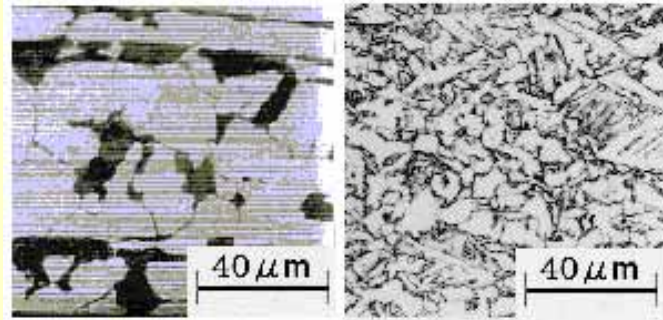
| 供試材 | 延性低下 | 局所へき開き裂 |
|-------------|------|---------|
| As-rolled鋼材 | 有 | 有 |
| TMCP鋼材 | 無 | 無 |

- 予歪による延性低下は局所へき開き裂の発生に起因している
➡ **確認**
- 履歴を予歪量分、上側にシフトすることで母材の延性限界曲線で統一的に評価できる
➡ **TMCP鋼材にはあてはまらない**

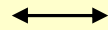
結論2. 延性低下のメカニズム



結論3. 延性低下の要因



As-rolled鋼材
二相構造
粗い



TMCP鋼材
单相構造
細かい

今後の展望

- メカニズム・・・局所へき開き裂の発生
- 局所へき開き裂の発生の定量的評価
 - ➡ 延性低下の定量的評価
- 細粒化が延性低下の防止にもつながる
- 強度、延性 + 靱性