

# 耐疲労 $\gamma / \epsilon$ 二相合金による構造物の長寿命化

Keywords: 高Mnオーステナイト鋼、低サイクル疲労、 $\epsilon$  マルテンサイト、制振構造

設計・創造分野 振動制御材料グループ

澤口 孝宏

SAWAGUCHI.Takahiro@nims.go.jp | <http://www.nims.go.jp/KO-ZO/index.html>



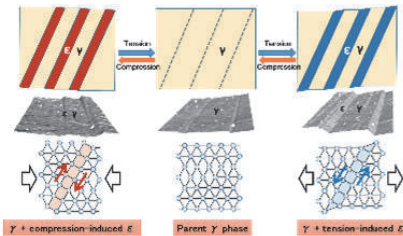
## 研究の背景

- 高Mnオーステナイト鋼やFe-Mn-Si基形状記憶合金が示すFCC(面心立方)構造の $\gamma$ オーステナイトから、HCP(最密六方)構造の $\epsilon$ マルテンサイトへの相転移を活用
- $\gamma / \epsilon$ 二相組織は様々な機能・力学特性の改善に有効
- 交番変形下で発達する $\gamma / \epsilon$ 二相組織による低サイクル疲労寿命の改善効果を発見

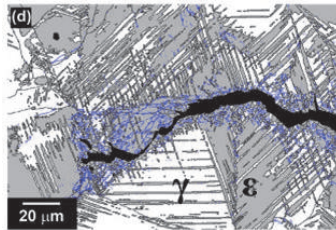
## 研究の狙い

- $\gamma / \epsilon$ 二相組織による優れた疲労耐久性を制振ダンパー鋼材の成分設計に活用
- 弾塑性変形により地震エネルギーを吸収し、建物本体の損傷を低減させる制振ダンパーの疲労寿命を大幅に改善して、大地震に繰り返し耐える耐疲労制振ダンパーを開発

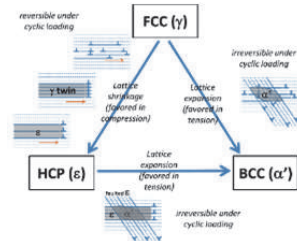
## 最先端研究トピックス



引張誘起 $\epsilon$ (青)と圧縮誘起 $\epsilon$ (茶)の形成と、変形反転による $\gamma$ への逆変態が可逆的に生じる。



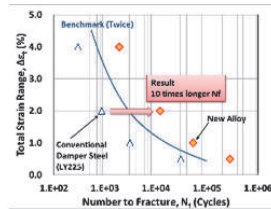
$\gamma / \epsilon$ 二相変形組織がき裂進展を遅延させる耐疲労メカニズム



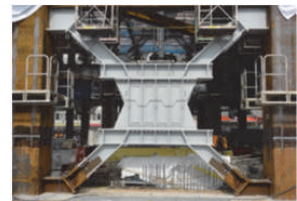
相安定性と様々な塑性変形メカニズムの制御による耐疲労設計

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be																Ne
3	Na	Mg																Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra		Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Cn						
ランタノイド	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu			
アクチノイド	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	Lr				

3d遷移金属元素、卑金属・半金属元素、侵入型元素で相安定性や原子一欠陥相互作用を制御



従来比約10倍の低サイクル疲労寿命を示すFe-15Mn-10Cr-8Ni-4Si合金(wt%)



2014年、超高層ビルの耐疲労制振ダンパーとして実用化

## 文献

- ・T. Sawaguchi, et al., Mater. Trans., 57 (2016) 283-293.
- ・I. Nikulin, et al., Acta Mater., 105 (2016) 207-218.
- ・T. Sawaguchi et al., Scripta Mater., 99 (2015) 49-52.

## 応用分野と今後の展開

- 中低層建物や橋梁など土木構造物にも適用可能
- 強度、延性、非磁性、低温韌性、耐食性を兼備
- 権利化特許2件

## 実用化へ向けた課題

- 製造技術システムのさらなる高度化による普及拡大
- 用途に応じた合金設計と精度良い性能予測指針の確立