

(東京工業大学・科学技術創成研究院) ○稲邑朋也

硬質層と軟質層からなる「ミルフィーユ構造」を有する材料は、層間のすべり（剪断）が主要な変形モードとなる場合、キック変形を起こす場合がある。特にミルフィーユ構造の一種である長周期積層（LPSO）構造を有する Mg 合金はキック変形することが知られている。熱間加工によって多量のキックを導入すると材料の強度が著しく上昇することが明らかにされており、キック強化と呼ばれている。キック強化のメカニズムは明らかにされていないが、キックが結合して形成されたキック組織が密接に関与していると考えられている。キックの幾何学的性格は、キック内部でのすべり変形の幾何学と関連しているはずだが、諸量間の関係が完全に明らかにされていないわけではない。そこで本研究では、物体の連続性を基にして、キック変形の幾何学を捉える理論的枠組みを考える。

【解析方法】

三次元の有限変形を考える。均一な変形勾配 \mathbf{A} , \mathbf{B} を有する 2 つのドメインが、面法線ベクトル \mathbf{n} の面において変形の連続性を保つ（切れ目なく結合する）必要十分条件は、

$$\mathbf{A} - \mathbf{B} = \mathbf{a} \otimes \mathbf{n} \quad (1)$$

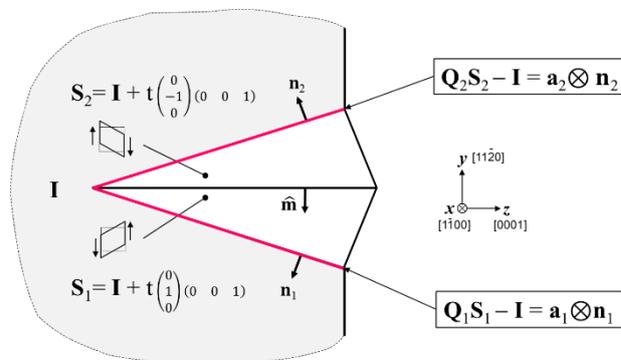
で与えられる。ここで \mathbf{a} は \mathbf{A} , \mathbf{B} , \mathbf{n} に応じて決まるベクトルである。変形勾配は面 \mathbf{n} において不連続だが、変形は連続である。式(1)を満たすドメイン間の結合は「rank-1 接続」と呼ばれており、無拡散相変態のドメイン組織を極めてよく説明できることが知られている。

図のようなキック対（ridge キック）を考える。キック内部には \mathbf{S}_1 , \mathbf{S}_2 の剪断変形（剪断量 t ）と、格子回転 \mathbf{Q}_1 , \mathbf{Q}_2 が作用しているとし、キック部の全変形勾配はそれぞれ $\mathbf{Q}_1\mathbf{S}_1$ および $\mathbf{Q}_2\mathbf{S}_2$ である。図中に示した通り、マトリクス（変形勾配 \mathbf{I} : 単位行列）とキック部の界面 (\mathbf{n}_1 , \mathbf{n}_2) は、それぞれ rank-1 接続でなくてはならない。さらに、キック同士の界面 \mathbf{m} も rank-1 接続であることが要請される。もし \mathbf{n}_1 と \mathbf{n}_2 がマトリクスと rank-1 接続した状態で、界面 \mathbf{m} での rank-1 接続が破れるならば、ridge キックには回位が存在することになる。

【結果】

実験で観察されているキックバンドの幾何学は、界面 \mathbf{n}_1 , \mathbf{n}_2 での Rank-1 接続により明快に説明される。さらに、界面 \mathbf{m} での Rank-1 接続には、楔型部分回位の発生が必要であることが明らかとなった。講演では Ridge キック, Ortho キックおよびそれらの結合によって生じる回位の対消滅条件などを明示し、キック組織の起源とキック強化のメカニズムについて議論する。

【謝辞】本研究は新学術領域研究「ミルフィーユ構造の材料科学」からの支援による。



Geometrical analysis of kink deformation based on continuity of body

Tomonari INAMURA: Institute of Innovative Research, Tokyo Institute of Technology (4259 Nagatsutacho, Midori-ku, Yokohama, 226-8503, Japan, Tel/Fax: 045-924-5058, E-mail: inamura.t.aa@m.titech.ac.jp)