

(632) 金属材料の弾性係数に及ぼす第2種の集合組織の影響

横浜国大・工 ○長嶋晋一 白鳥正樹 松川公映

まえがき 集合組織を持つ多結晶金属材料の弾性係数は材料を構成する各結晶粒の弾性的挙動の平均値として求められるが、この際の結晶粒界の相互作用を平均化する方法にVoigtのモデルとReußのモデルがある。Hillはこれらのモデルがそれぞれヤング率Eの上限および下限を与えるもので、両者の中間が実際の値に近いという考えを示した。集合組織を持つ材料の弾性係数を求める研究はその後もBunge, Kallend-Davies, Kumar-Hutinson, 北川ら多くの報告があるが、それらはいずれも方位成分を正確に求めることに重点をおいている。

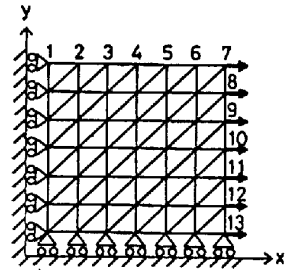


Fig. 1. Breakdown of finite elements.

本研究の目的 上記VoigtおよびReußのモデルは、前者は結晶粒間の応力の釣合いが、後者では結晶粒間の物質の連続性が満足されない。著者らは前報において、有限要素法を用いると応力およびひずみの連続性がいずれも満足され、実験値とも良く一致することを確認した。今回は同じ手法によって第2種の集合組織が弾性係数に及ぼす影響を調べることにした。この第2種の集合組織とは、優先方位成分の体積比が等しく、X線測定では全く同一の極点図を与えるが、それぞれの方

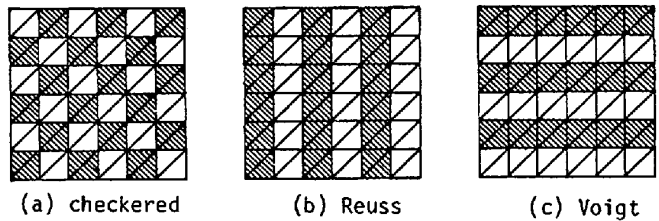


Fig. 2. Grain orientation models for finite element method simulation.

異なるものを意味する。実験結果 ヤング率Eの計算には前回と同じく Fig. 1. に示す三角形要素を用いた2個の要素で1個の正方形の結晶粒を代表し、右端の節点に強制変位を与え等価節点力から応力を求めEを求めるのである。

Table 1. Calculated Young's modulus of polycrystalline iron with random orientation and fiber textures.

Fiber axis	Averaged Young's modulus x 10 (kgf/mm ²)	Number of iteration	Standard deviation	Young's modulus of single crystal GPa
random	2.06	202.0	50	0.03
[100]	1.34	131.4	30	0.15
[111]	2.90	284.4	30	0.59

Table 2. Calculated Young's modulus of textured polycrystalline iron with various grain orientation arrangement.

Model		Random	Reuss	Checked	Voigt	Mean*
		E	E	E	E	E
Random-[111]	E (GPa)	240.3	236.3	243.2	244.2	243.2
	E / E ₀	1.000	0.983	1.012	1.016	1.012
Random-[100]	E (GPa)	164.8	161.8	167.7	166.7	166.7
	E / E ₀	1.000	0.982	1.017	1.011	1.011
[111]-[100]	E (GPa)	198.1	186.3	207.9	207.9	207.9
	E / E ₀	1.000	0.940	1.049	1.049	1.049

* arithmetical mean of E_{random}, E₁₁₁ and E₁₀₀.

計算はA, B 2種類の方位の結晶粒の体積比を1:1と一定にして行った。各結晶粒の配列にはA, B方位が全くランダムなもの、およびA方位(白い結晶粒)とB方位(斜線入り)を Fig. 2. に示すように並べたもの、の計4種類のモデルを採用した。AとBの方位には、完全ランダム方位、[100]および[111]繊維組織を持つ試料の中からそれぞれ2個の組合せをとった。Table 1. にはこれら3種類の方位配列の試料のEの計算値を、Table 2. にはAB方位の粒子配列の上記のモデルについてのEの計算値を示した。E₀がE_RとE_Vの中間よりはE_V側にあり、E_D, E_MがE_Vに近い値をとっている点が注目される。

1) S. Nagashima et al.: Proc. ICGTOM 6 (1981), 242.