

はじめに 焼結鋼の結晶粒微細化は、高合金鋼や高速度鋼、ステンレス鋼および一部の低合金鋼の強度および靱性の改善、またある場合には超塑性の発現などの観点から関心を集めている[1]。しかし、現段階では焼結工具鋼などではむしろ炭化物の微細で均質な分散が第一関心事であり、また、上記いずれの焼結鋼においても何よりもまず真密度 (full dense, pore free) であることが前提とされている。粉末冶金特有のニアネットシェイプ志向も強い。焼結鋼の結晶粒超微細化についての系統的研究はまだまだこれからのようである。この度、鉄鋼基礎共同研究会、鉄鋼の結晶粒超微細化部会の一員に加えていただいたのを機に、焼結超微細粒鋼の作製に有用と思われる最近の固化技術について概説したい。

焼結鋼の結晶粒微細化のための原則 一般に焼結体における結晶粒成長は、ポアの結晶粒界移動に対するピン止め力 (気孔率に比例、ポアサイズに反比例) によって抑制されている。ポアサイズの変化は小さいので、結晶粒サイズはほぼ気孔率の減少に伴って増大するといつてよい。したがって、通常の焼結では緻密化すれば結晶粒も成長しており、両者をそれぞれ独立にコントロールすることはむずかしい。また、当然のことながら焼結温度は高い程、焼結時間は長い程粗粒になる。圧粉体密度が小さいと緻密化するためにより高温で長時間を要し、それだけ粗粒化も著しいこともわかっている。以上のことを考慮すると、焼結体の結晶粒超微細化のための方策の一つとして、圧力を付加してできるだけ低温で短時間のうちに緻密化を図ることがあげられる。さらに合金元素の偏析がないこと、炭化物などの微細で均質な分存も前提となるから、原料粉自体偏析のない均質なものが要求される。急冷効果の大きいアトマイズ粉などがこれに適している。

焼結超微細粒鋼作製のための固化技術[2] HIPプロセスと生産性、経済性またある場合には機械的性質の向上をねらった擬HIPプロセス[3]がまずあげられる。(Fig. 1) HIPプロセスは、粉末やプレフォームを等方ガス圧下で焼結固化する。これに対して、擬HIPプロセスは金型に予熱した被成形物をこれまた予熱した粒状あるいは固形の圧力伝達媒体と共に装填し、通常の鍛造プレスや油圧プレスを用いて高速成形する。擬HIPプロセスには現在、圧力伝達媒体や工程が異なるSTAMP、CERACON、ROC、Osprey、CAPの各プロセスがあるが、ガラス封入一気圧下焼結であるCAPプロセスを除けば、いずれも400~800MPaの高圧下でアトマイズ鋼粉を比較的低温、短時間のうちに成形固化する。また、HIPプロセスよりも細粒鋼が得られている。炭化物などの分散はいずれの場合も微細で均質である。これら等方圧固化法の他に、非晶質金属粉の衝撃成形でもサブミクロンサイズの結晶粒が得られている。数百度の温度で大圧力(≥3000MPa)で固化するいわゆる冷間焼結(Cold Sintering)も興味深い方法である。

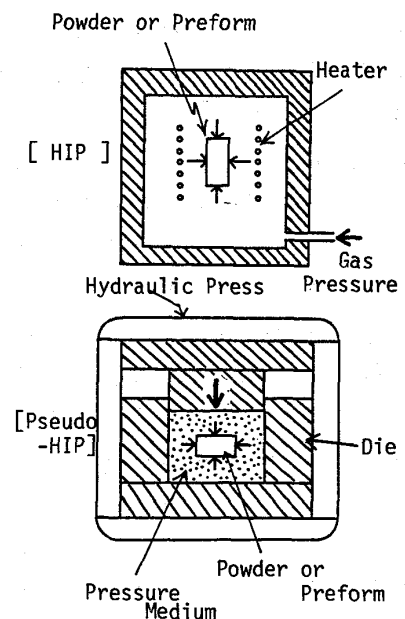


Fig. 1

[1] O. Gröndler : Scand. J. Met. , 11 (1982), 216

[2] 渡辺 : 鉄鋼基礎共同研究会、第一回鉄鋼の結晶粒超微細化部会報告、UFG(P)86-6-No. 3.

[3] 木村 : 粉体および粉末冶金 ; 32(1)(1985), 1.