素材の秘密！～積層造形材の強さの評価～

物質・材料研究機構　　澤田　浩太、畠山　友孝

研究の必要性

米国機械学会では、金属3Dプリンターで製造した原子力プラント用の耐熱材料の規格化が活発に進められている。

一方、国内では同手法で製造された耐熱材料の信頼性に関わる**耐久試験データが不足**している。このため、データを蓄積し、同手法で製造された**材料の強度基準**を決め、利用の促進を図ることが重要である。

日本機械学会や米国機械学会における規格化活動
（取り決めの文章化）

材料開発 → 材料データ取得 → 材料強度基準の策定 → 規格化

実験方法

レーザー粉末床溶融結合法により**改良9Cr-1Mo鋼（耐熱鋼）**を造形し、長時間クリープ試験（耐久試験）を実施した。造形体およびクリープ試験後の金属組織を、走査型電子顕微鏡や走査透過電子顕微鏡で観察した。

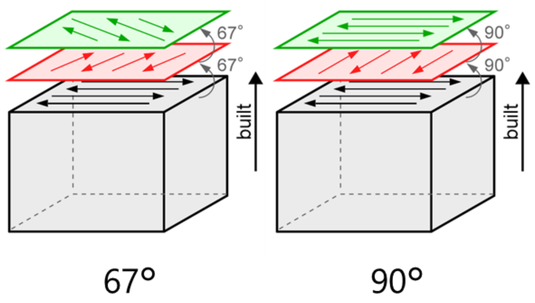
改良9Cr-1Mo鋼造形体

物質・材料研究機構　クリープ試験機群

本研究のポイント

高速炉や核融合炉などの構造部材としての適用が検討されている改良9Cr-1Mo鋼に注目し、金属3Dプリンターによる製造時の造形条件、造形方向、原料粉末の違いなどがクリープ強度特性（耐久性）に及ぼす影響を検討し、材料強度基準を決めるための指針を提示した。

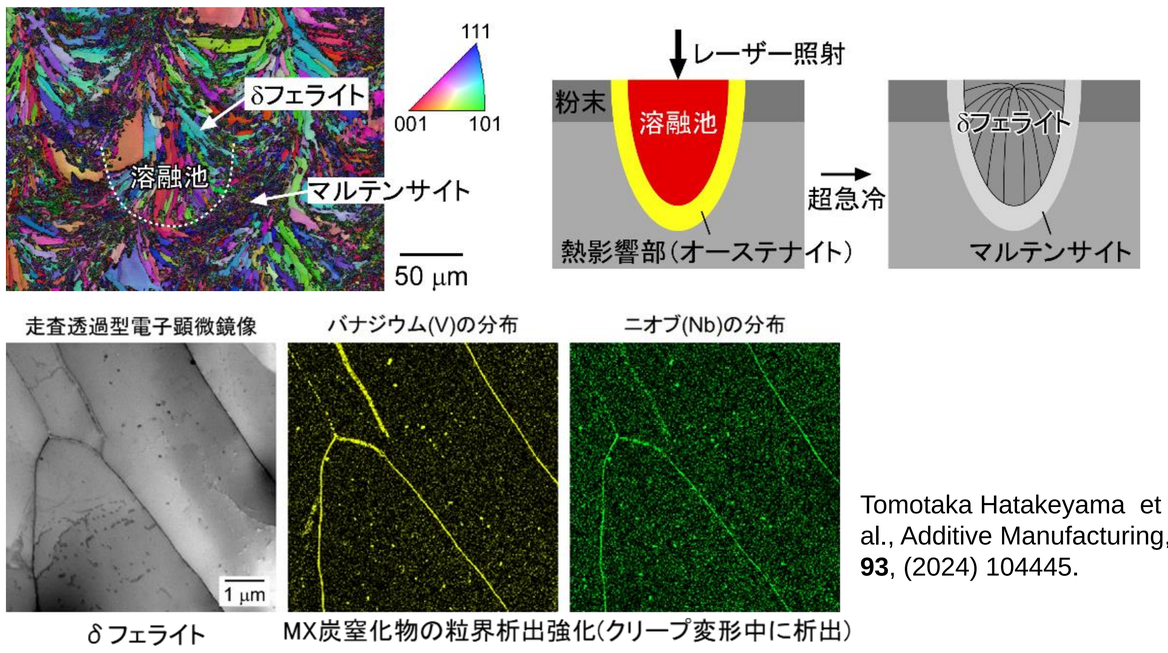
矢印：引張方向
直径15mm、高さ90mm



スキャンストラテジー

実験結果

造形した改良9Cr-1Mo鋼の**クリープ寿命は、従来製法材の10倍以上**であることが分かった。金属3Dプリンターにより製造された鋼の金属組織は、従来製法材と異なり、クリープ強度に有効なδフェライトを有していた。また、原料粉末組成、造形条件、造形方向が**クリープ強度に及ぼす影響の大きさは、粉末組成＞造形条件＞造形方向**の順であった。



δフェライト　　MX炭窒化物の粒界析出強化(クリープ変形中に析出)

Tomotaka Hatakeyama et al., Additive Manufacturing, **93**, (2024) 104445.

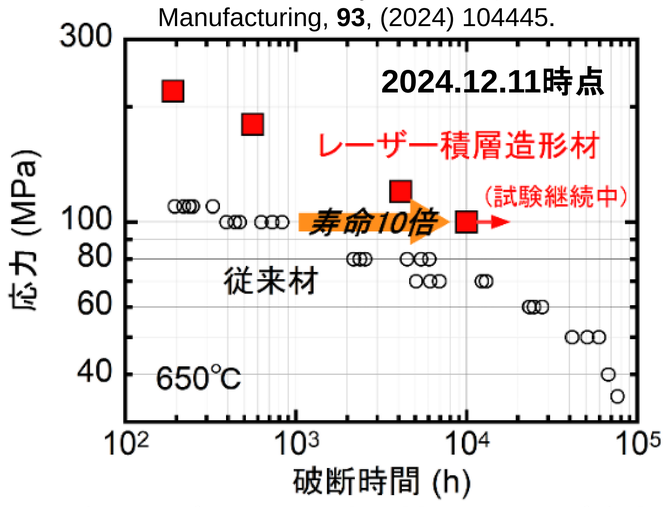
まとめと課題

口まとめ

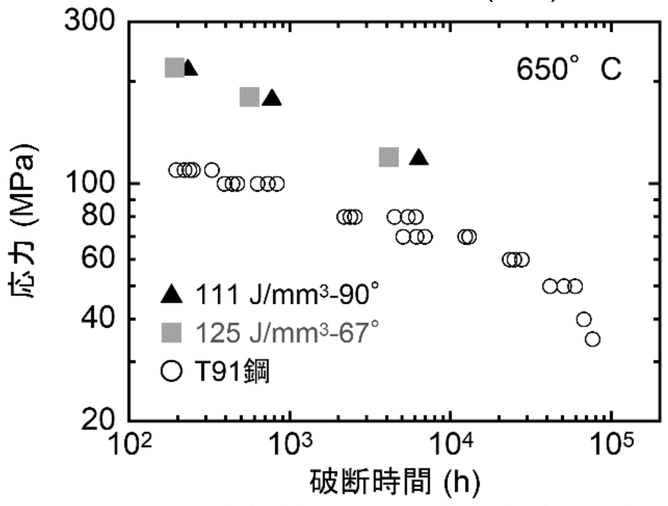
造形した改良9Cr-1Mo鋼において、原料粉末組成、造形条件、造形方向のクリープ強度への影響を明らかにし、クリープ強度最小値、データ回帰時の領域分割解析の要否など材料強度基準の指針を提案した。

口今後の課題

更なる長時間クリープデータの取得による材料強度基準の策定。



金属3Dプリンター造形材のクリープ強度



クリープ強度に及ぼす造形条件の影響