

十字形試験片を用いた二軸引張試験方法による高精度材料モデリング Advanced material modeling based on biaxial tensile test using a cruciform specimen

桑原 利彦 Toshihiko Kuwabara

工学研究院 先端機械システム部門 教授

Professor, Division of Advanced Mechanical Systems Engineering,

Institute of Engineering

研究領域：製造技術

Keywords: plasticity, sheet metal, anisotropy, yield function, constitutive equations

URL : <http://www.tuat.ac.jp/~kuwabara/>



Point

- ・ 十字形試験片を用いた二軸引張試験方法を確立。これにより成形シミュレーションに用いる異方性金属板材の材料モデルを高精度に決定することが可能。応力の測定誤差は2%以下。現在、本試験法の JIS および ISO 規格化を推進中。
- ・ A biaxial tensile testing method using a cruciform specimen has been established. This testing method enables the accurate identification of material models for anisotropic sheet metals. The stress measurement error is estimated to be less than 2% according to finite element analysis. The author is now working on the standardization of the testing method for JIS and ISO.

1. 研究（技術、開発）の概要

【なぜ二軸引張試験なのか？】 近年、地球環境保全の観点から、輸送機器の高度化・軽量化が加速され、アルミニウム合金、マグネシウム合金、高張力鋼、チタン合金など、成形加工が難しい材料の適用が急増している。結果、割れなどの成形不具合が急増、金型修正工数が増大し、コスト高を招いている。この難点を解消し、軽量化材料の適用を拡大するためには、計算機シミュレーションを駆使して、成形不具合を迅速に事前予測し、トライレス部品生産を図ることが肝要である (Fig. 1).

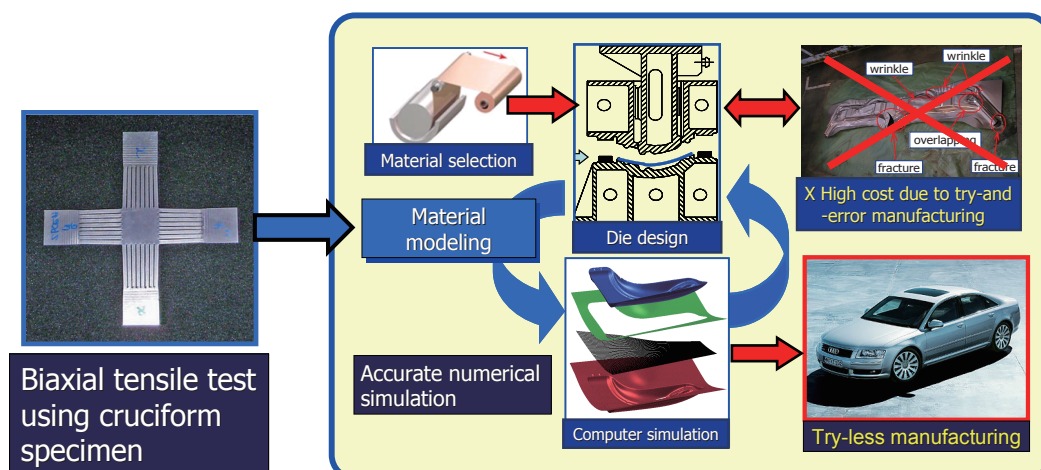


Fig.1 Biaxial tensile test improves the accuracy of material modeling for sheet metals and enhances try-and-error-less manufacturing

計算機シミュレーションにおいて成形不具合を高精度に予測するためには、ソフトウェアに組み込まれる材料の変形モデル、すなわち材料モデルの高精度化が必須である。そのためには、従来の単軸引張試験方法では不十分であり、プレス部品製造時の実際の応力状態を再現できる二

軸引張試験方法に基づく材料試験の実施が不可欠である。

【本試験方法の概要】 サーボ制御型二軸引張試験機 (Fig.2a) により十字形試験片 (Fig.2b) に任意の二軸引張応力を作用させることにより、二軸引張応力状態における金属板材の弾塑性変形挙動や降伏曲面を高精度に測定可能である。これらの測定値は、最適な材料モデルの選定や開発に活用する。

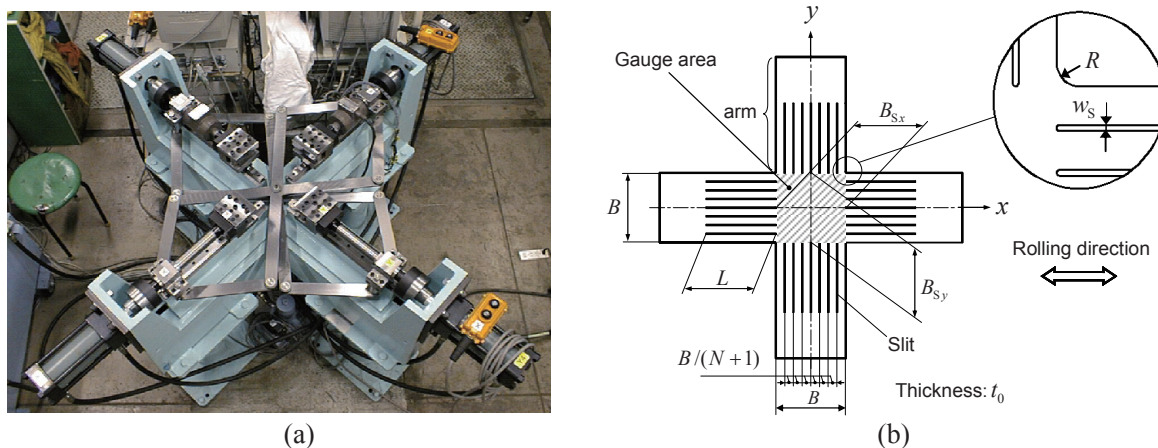


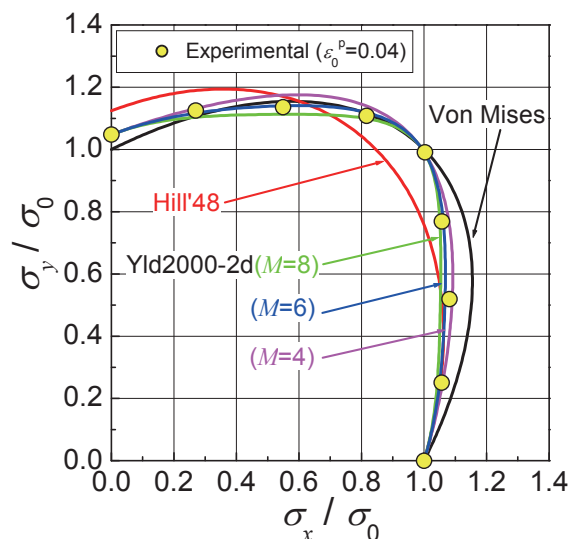
Fig.2 (a) biaxial tensile testing machine and (b) cruciform specimen¹⁾

2. 研究 (技術、開発) の独創性

本試験法により、金属板材の降伏曲面の測定が可能となり (Fig.3), 材料モデルと成形シミュレーションの高精度化^{2,3)} が達成される。

二軸引張荷重下における十字形試験片の詳細な有限要素解析により、応力の測定誤差は2%未満であることを明らかにした⁴⁾。

Fig. 3 590MPa 級鋼板の材料モデリング²⁾ =>



3. 今後の展開

サーボ制御型二軸引張試験機は、国際計測器(株)(東京都調布市)との共同研究により製品化されており、国内外に販売実績を有する。現在二軸引張試験法の国際標準化を推進中である。今後は様々な難加工材料の材料モデルのデータベース構築を目指す。

4. 関連資料・文献・参考事項

- 1) 桑原利彦・池田聡, 十字形試験片を用いた 2 軸引張試験による冷間圧延鋼板の等塑性仕事面の測定と定式, 塑性と加工, **40**-457 (1999), 145-149
- 2) 橋本一真・桑原利彦・飯塚栄治・Jeong-Whan YOON : 590MPa 級冷延鋼板の穴広げ成形シミュレーションの解析精度に及ぼす異方性降伏関数の影響, 鉄と鋼, **96**-9 (2010), 557-563.
- 3) 守屋岳志・桑原利彦・木村星香・高橋 進 : 自動車外板部品の面ひずみ予測精度に及ぼす異方性降伏関数の影響, 塑性と加工, **51**-588 (2010), 43-49.
- 4) 花房泰浩・瀧澤英男・桑原利彦 : 十字形試験片を用いた 2 軸応力試験の数値解析的検証, 塑性と加工, (掲載決定)