

円柱形岩石試料の切断と切断面の研磨用のジグ作成

加藤 愛太郎*

Making of Jigs for Cutting Cylindrical Rock Specimen and for Grinding its Surfaces

Aitaro KATO*

Abstract

The series of shear fracture experiments of intact Tsukuba-granites under lithospheric conditions have been conducted, in order to investigate dependencies of shear fracture process on environmental conditions. In fact, a fault comprises the intact area and the part of fault gouge and clay. However, the details of dependencies of the shear fracture process of the fault gouge and clay on environmental conditions have not been known. Therefore, it is also important to conduct shear fracture experiments of granite specimen which contains a sawcut surface filled with the fault gouge or clay. For these experiments, we need jigs for making the sawcut specimens. This paper reports the method making of the jigs to cut cylindrical rock specimens and to grind these surfaces. The jigs work well to produce good specimens.

はじめに

現在, 東京大学地震研究所に設置されている岩石破壊実験装置を用いて岩石破壊実験を行っている。研究の目的は岩石の破壊過程が環境条件に如何に依存するかを解明する事である。環境条件として, 封圧, 間隙水圧, 温度, 歪み速度の4個の条件を各々独立に変化させることが可能である。封圧は500 MPa, 間隙水圧は400 MPa, 温度は500°Cまで制御でき大陸地殻下深さ16 km程度までの環境条件を実現できる。これまでは試料として, あらかじめ巨視的な弱面を含んでいない筑波産花崗岩の円柱形試料を用いてきた(Ohnaka et al., 1997)。しかし, 地震が実際に発生する断層面上には既存な弱面が存在しない領域もあれば, 既存の弱面の間にガウジや粘土鉱物が存在する領域もある(Scholz, 1990)。従って, 既存の弱面の間にガウジや粘土鉱物を挟み破壊実験を行いその破壊特性を明確にすることは, 地震発生のメカニズムを研究する上で不可欠である。特に震源領域に存在する物質の違いやその物質の化学的变化が断層運動にどのような影響を及ぼすかを知る点で重要

である。

このような実験を行うためには, 既存の弱面を持つ円柱形岩石試料を作成する必要がある。今回, 円柱形岩石試料の切断と, その切断面の研磨用ジグを作成したのでその報告を行う。以下に, 円柱形岩石試料の切断用ジグと, その切断面の研磨用ジグ作成の方法について述べる。

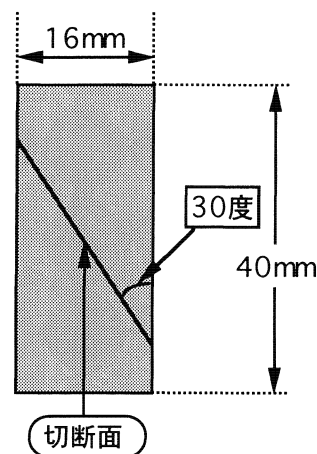


図1. 円柱形岩石試料の断面図

1998年9月30日受付, 1998年11月9日受理。
*東京大学地震研究所地震予知研究推進センター
*Earthquake Prediction Research Center, Earthquake Research Institute, University of Tokyo.

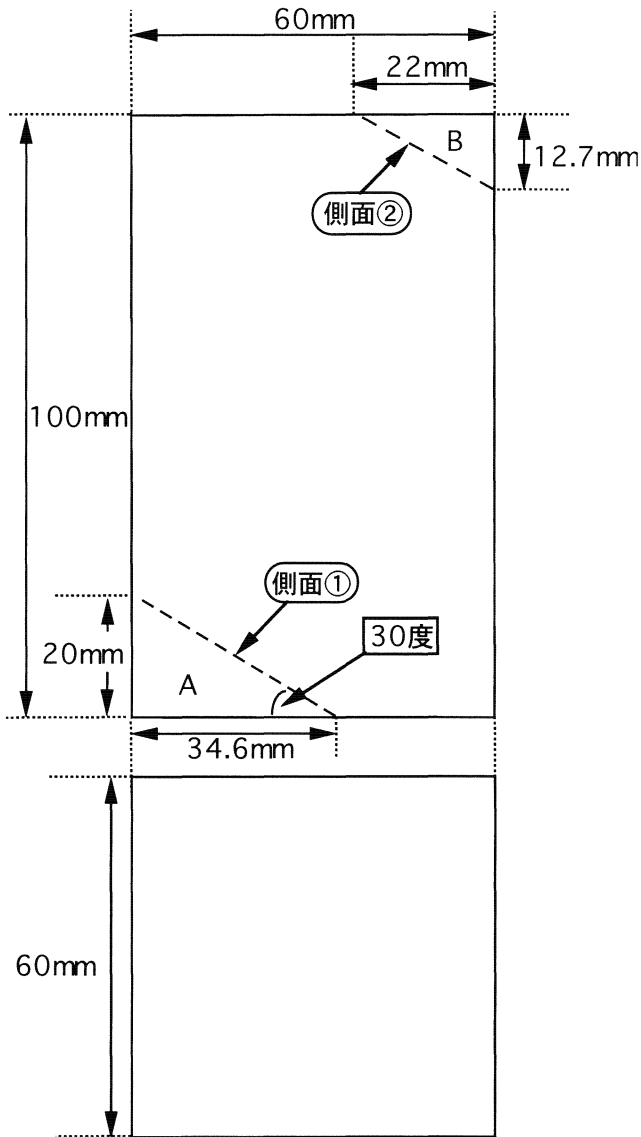


図 2. 切断用ジグの設計図 (工作過程 1)
(上図: 平面図, 下図: 断面図)

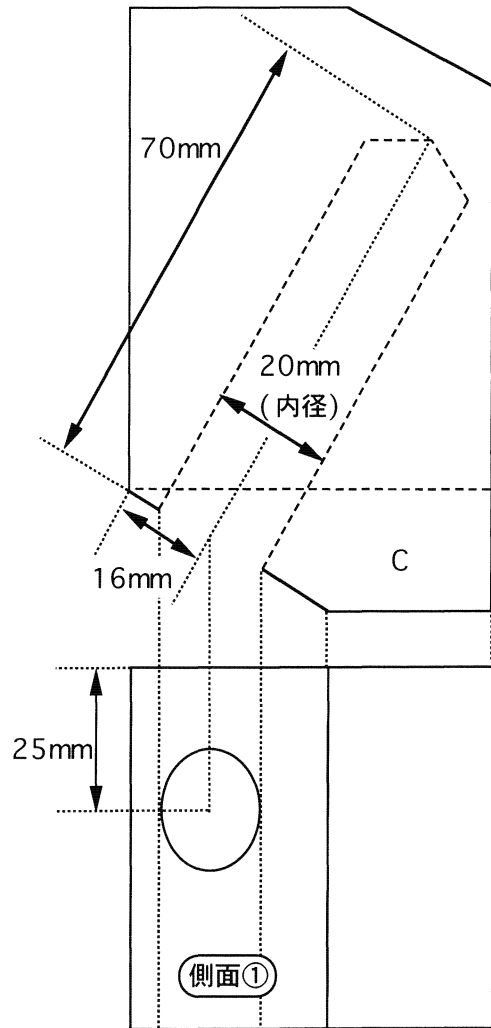


図 3. 切断用ジグの設計図 (工作過程 2)
(上図: 平面図, 下図: 断面図)

円柱形岩石試料の切断用ジグ作成

目的: 円柱形試料 (直径 16 mm, 長さ 40 mm) を図 1 の様に 30 度の角度で切断する。

ジグの作成方法

1. 黄銅角材量 (真鍮) を、60×100×60 mm の直方体に仕上げる。各面の平行度は±0.01 mm 以内とし、角度 (90 度) の測定はブロックゲージを使用する。

2. バンドソーを用いてブロック A, B を切断する。その後、側面①, ② をフライス盤を使用して寸法通りに仕上げる。(図 2 参照)
3. 側面② を下にして側面① 上の所定の位置 (図 3 参照) に、内径 16 mm のドリルで下穴をあけておく。次に内径 20 mm のドリルで穴をあける。穴の深さは 70 mm である。
4. 図 4 の様に、図 3 のブロック C をバンドソーを用いて切断する。その後、フライス盤で側面③ を仕上げる。

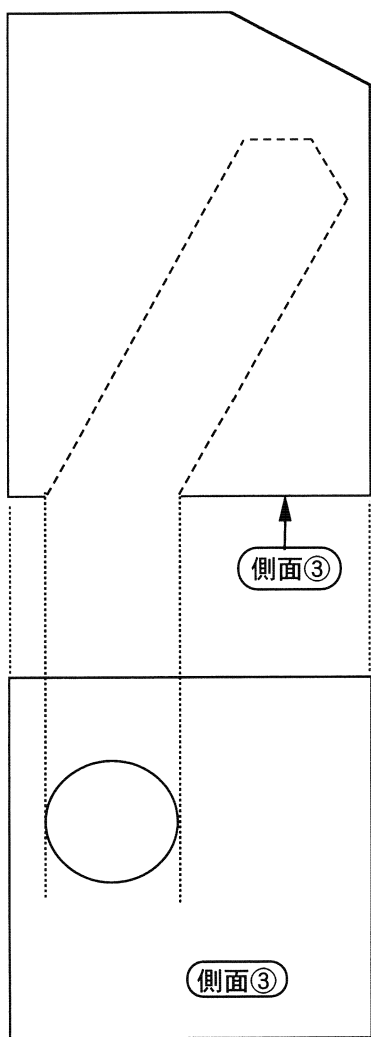


図 4. 切断用ジグの設計図 (工作過程 3)
(上図: 平面図, 下図: 断面図)

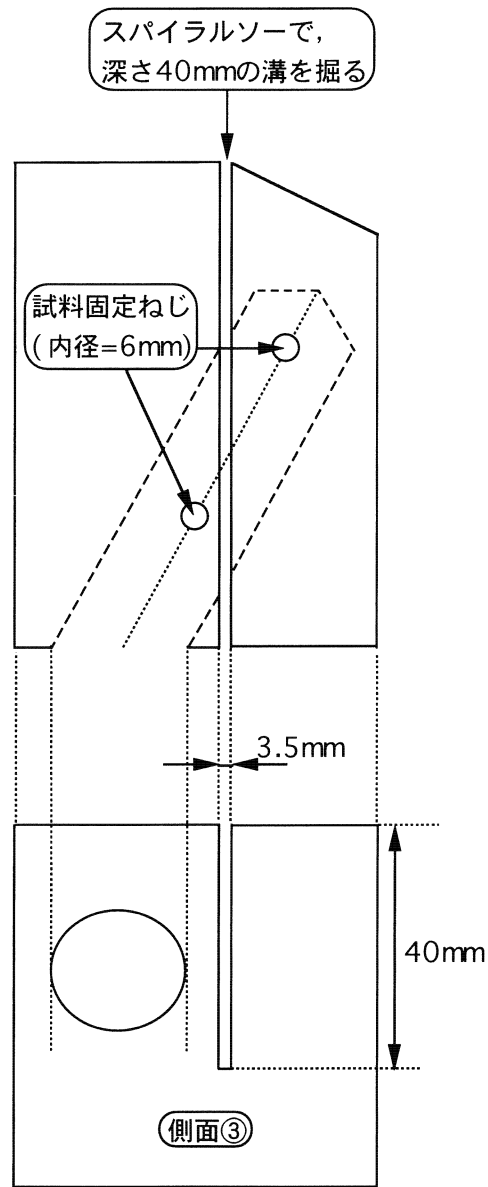


図 5. 切断用ジグの完成図
(上図: 平面図, 下図: 断面図)

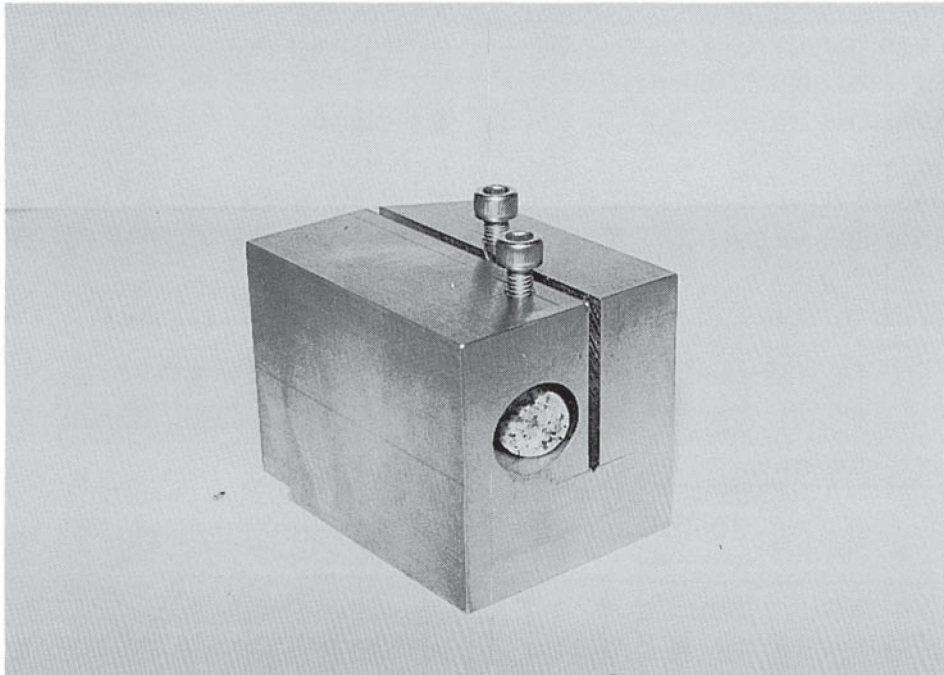
5. スパイラルソーをフライス盤で使用し, 図 5 の様に深さ 40 mm の溝を入れる. この溝の部分に岩石切断用のダイヤモンドカッターが入る構造になっている.
6. 岩石試料固定のためのネジ (内径 6 mm) を 2 ヶ所, 図 5 のようにきる.

使用方法

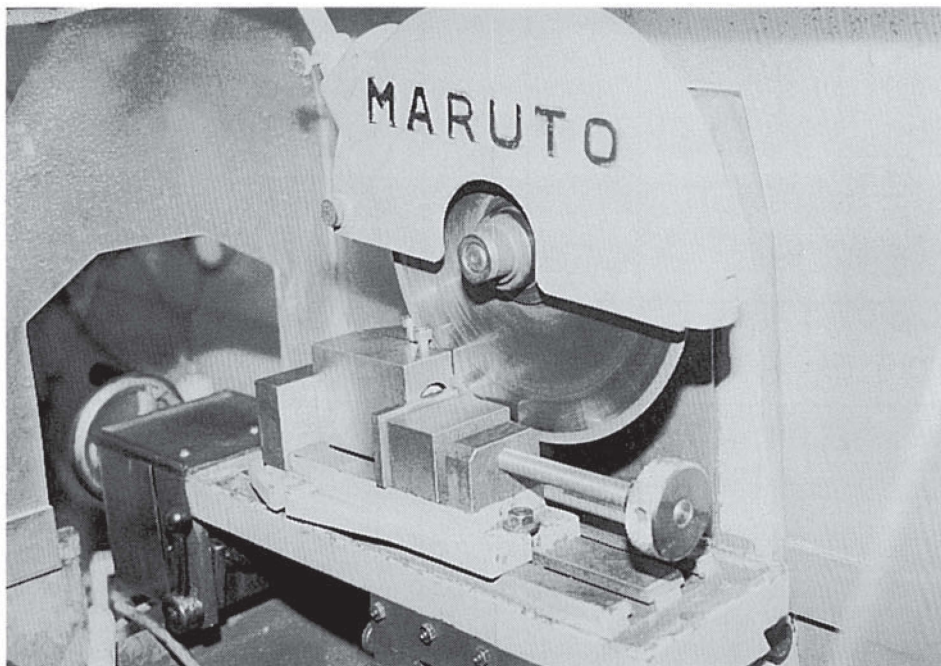
1. 円柱形岩石試料をテフロン熱収縮チューブで被膜する.

これは熱収縮チューブの収縮力を利用し, 切断の際切断面の端が欠けないようにするためである.

2. 試料を所定の位置に固定ネジで固定する. (図 6 a 参照)
3. ジグ全体をダイヤモンドカッター付属のバイスにかませる. (図 6 b 参照)
4. バイスの位置を動かし, ジグの溝をダイヤモンドカッターの刃の位置に一致させる.



(a)



(b)

図 6.

(a) 試料のジグへのセッティング

(b) ジグのダイヤモンドカッターへのセッティング

5. ダイヤモンドカッターを作動させ、試料を切断する。

円柱形岩石試料切断面の研磨用ジグ作成

目的：前述のジグを用いてダイヤモンドカッターで切断した切断面は、カッターの刃の跡などが残りきれいな面ではない。従って切断面の研磨を行う。

ジグの作成方法

1. 黄銅角材量（真鍮）を、 $60 \times 80 \times 50$ mm の直方体に仕上げる。各面の平行度は ± 0.01 mm 以内とし、角度（90度）の測定はブロックゲージを使用する。

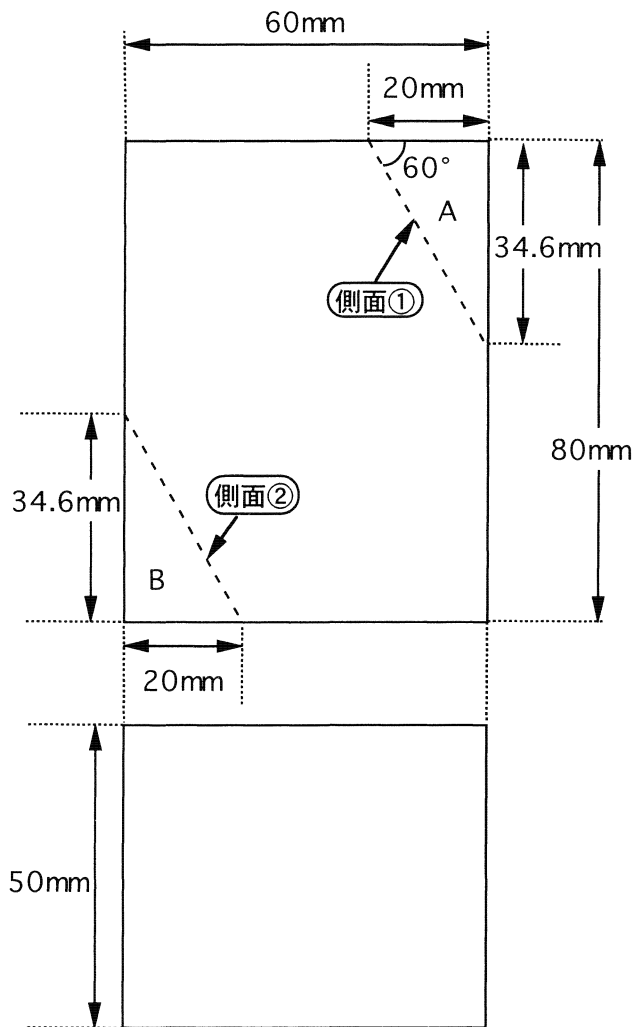


図 7. 切断面研磨用ジグの設計図
(工作過程 1)
(上図：断面図，下図：平面図)

2. 図 7 のブロック A, B をバンドソーで切断する。側面①, ②をフライス盤で仕上げる。
3. 側面②を下にして、側面①上の所定の位置（図 8 参照）に内径 17 mm のエンドミルで深さ 37 mm の穴をあける。
4. ブロック C をバンドソーで切断し、側面③をフライス盤で仕上げる。
5. 試料の仮固定用ネジをつけるために、図 9 の様に側面④, ⑤, ⑥, ⑦をフライス盤で仕上げる。
6. 図 10 の様に、所定の位置に 2ヶ所（内径 5 mm）ネジをきる。

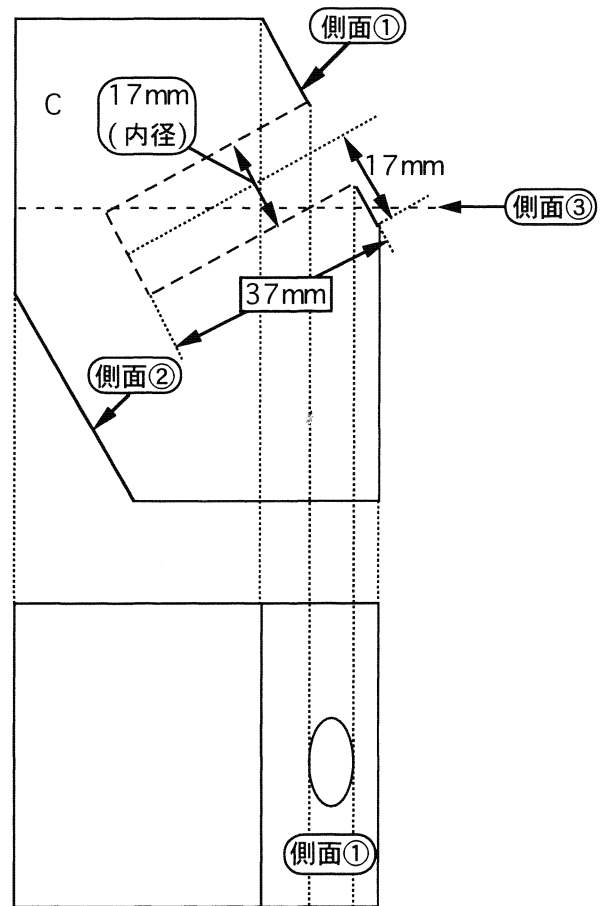


図 8. 切断面研磨用ジグの設計図
(工作過程 2)
(上図：断面図，下図：平面図)

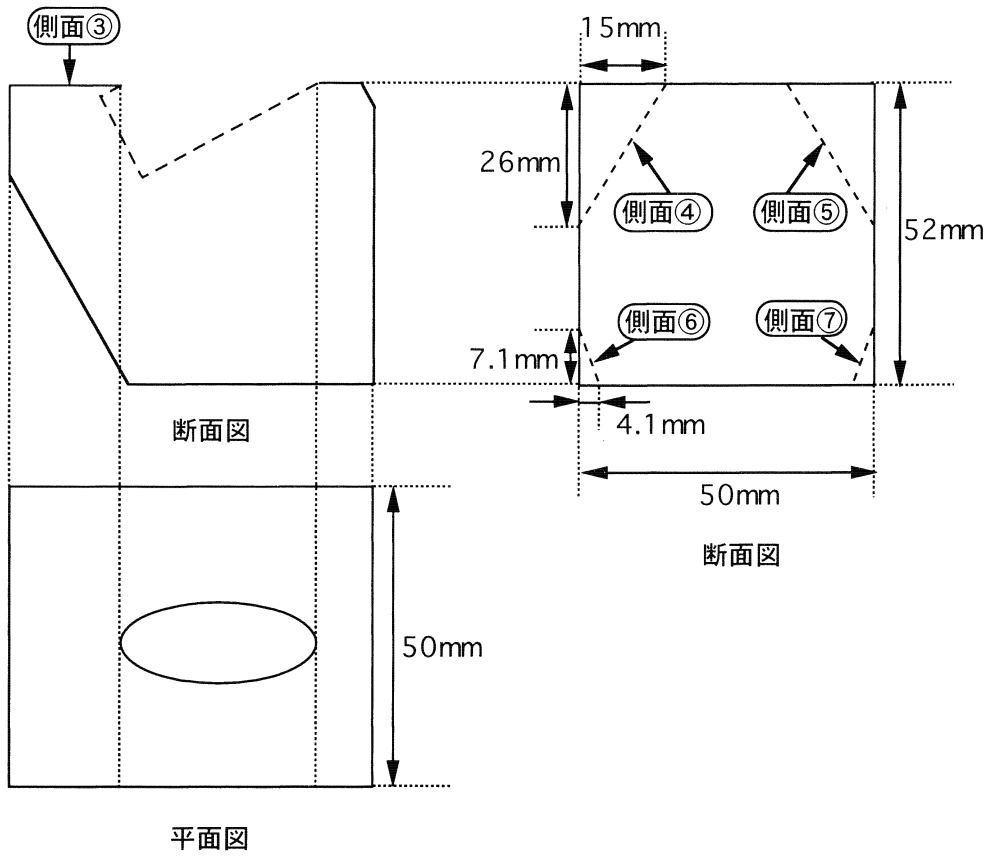


図 9. 切断面研磨用ジグの設計図 (工作過程 3)

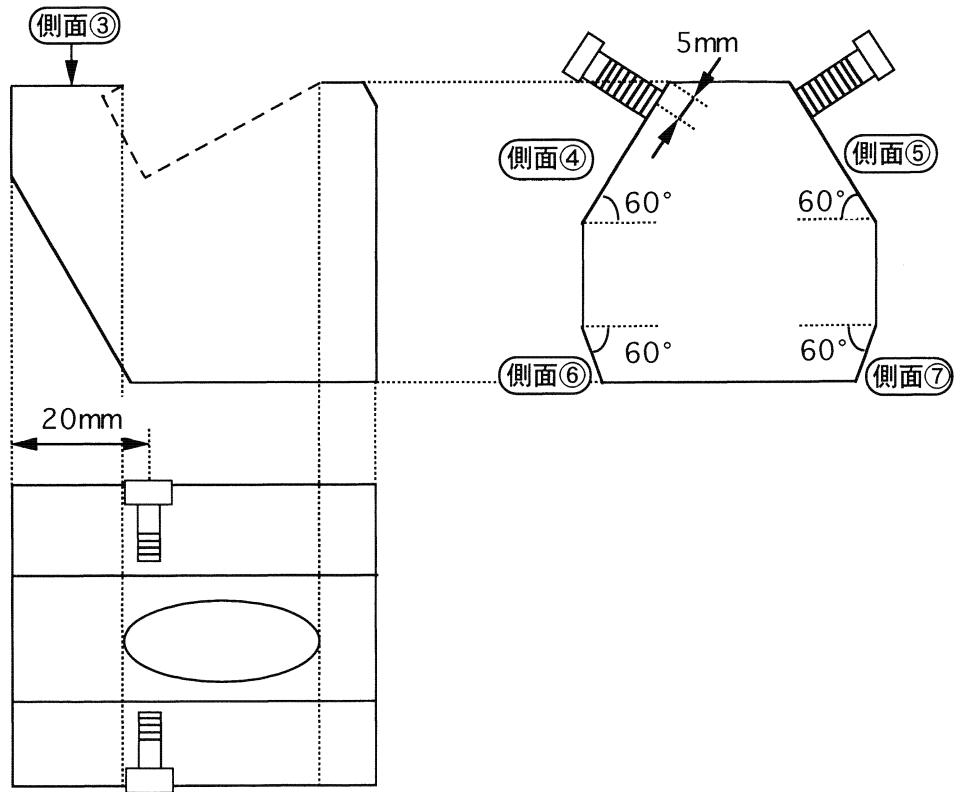
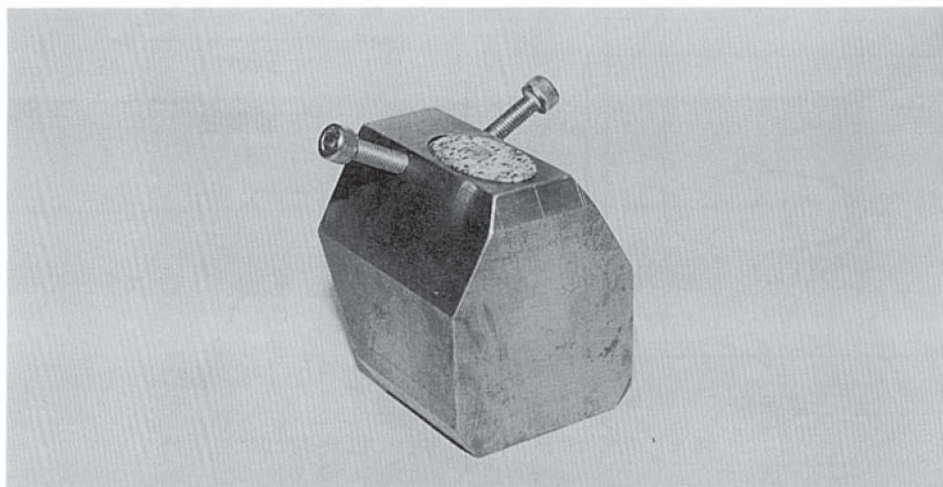


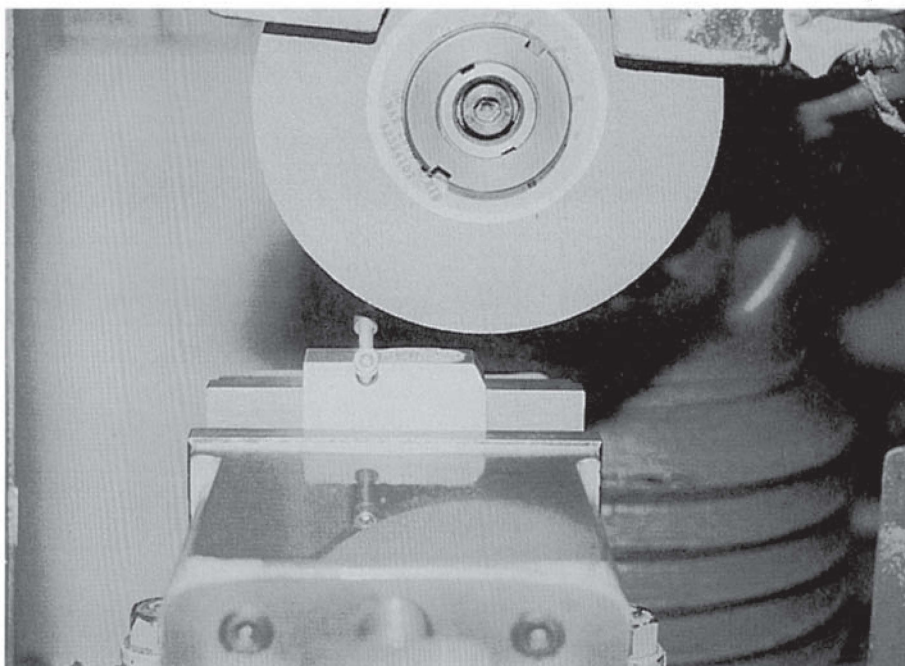
図 10. 切断面研磨用ジグの完成図

使用方法

1. 切断した試料をジグの試料挿入部に置き、ハイトゲージを用いて、なるべく切断面が定盤の面と平行になるように固定ネジで仮止めをする。その後、ダイヤルゲージを用いて、平行度が $30\mu\text{m}$ 程度あることを確認する。(図 11a 参照)
2. 試料の完全固定には研磨試料接着ワックスを使用する。接着ワックスの種類については、マルトーのカタログ(表 1)を参照した。使用したワックス名は表 1 中のシフトワックスである。
3. 接着ワックスは常温では固形物で、温度 70 度以上で流動化する。よって、仮止めされた試料とジグ全体をホットプレートに置きジグ全体の温度が上昇した後、細かく砕いたワックスを試料と試料挿入部との隙間に入れていく。
4. ワックスで隙間が埋まったらホットプレートの温度を下げる。温度が下がるとワックスが固化し試料が固定される。再びダイヤルゲージで切断面の平行度を確認する。
5. ジグ全体を研磨機のバイスに固定し、切断面の研磨を行う。(図 11b 参照)
6. 研磨終了後ジグ全体を加熱し、ワックスを融かし固定ネジをゆるめ試料を取り出す。



(a)



(b)

図 11.

- (a) 試料のジグへのセッティング
 (b) ジグの研磨機へのセッティング

研磨試料接着ワックスについて

る。様々な物質の接着に使用可能である。価格は表中の形状寸法の大きさの単体で、1,500~4,000円である。

表1に、マルトーの接着ワックス性能一覧表が示してあ

表1. 接着ワックス一覧表

品名	特長・用途	接着力 (kg/cm ²)	軟化点 (°C)	形状寸法 (約)	重量 (約)	洗浄		
						洗浄液	洗浄方法	
シフトワックス	アルコール系・芳香族系溶剤及び水溶性洗浄剤で洗浄ができる環境重視の接着ワックスです。アルカリ系水溶液に溶解します。	20~50	50~80	丸棒 φ30×150 mm	100g	注) ①アルコール ②テパール	加温洗浄 ①40°C ②80°C	
アルコワックス	アルコール系・芳香族系溶剤で洗浄ができる環境重視の接着ワックスです。アルカリ系水溶液に溶解しません。	20~50	50~80	丸棒 φ30×150 mm	100g	①アルコール	加温洗浄 ①40°C	
ホットマックス	ワックスの伸びが非常に良く、接着層を1~2 μmにまで出来るので、均一な厚さの精密研磨に有効です。	19	80	円柱 φ30×150 mm	120g	①キシレン	加温洗浄 (80°C)	
フラットローワックス	50°Cで軟化し、粘性が低く、接着歪があまり生じないので、熱に敏感な試料のマウンティングに適しています。	25	50	角柱 20×23× 175mm	80g	①キシレン ②テパール	加温超音 波洗浄	
スカイワックス415	粘性が低く、接着力も強いので半導体ウエハのポリシングやラッピングなどのマウンティングに適しています。	38	76	円柱 φ30×155 mm	120g	①キシレン	〃	
ステッキワックス	粘性・接着力ともにスカイワックス415とほぼ同じ接着剤です。	32	61	円柱 φ45×125 mm	220g	②テパール	〃	
アドフィックスA	接着力が強力なのでファインセラミックスなどの難削材など高荷重、長時間研磨を必要とする接着に適しています。	170	75	板状 7×75× 215mm	150g	①エタノール ②ノーマルA	P37参照	
アクアワックス	環境重視のワックスで、有機溶剤を使わず、温水洗浄タイプですから、安全に使用できます。	8~14	50~63	丸棒 φ30×150 mm	100g	温水 50~60°C	加温超音 波洗浄	

※形状寸法および重量は、製品により多少のバラツキがあります。
注①溶剤 ②化学洗浄剤

謝辞：東京大学地震研究所の大竹雄次さんと、浅田鉄太郎さんにはジグの設計・製作過程において大変お世話になりました。いろいろと有難うございました。

文 献

- Ohnaka, M. et al, *Tectonophysics*. 277, 1-27 (1997).
Scholz, C. H., 1990, *The Mechanics of Earthquakes and Faulting*,
Cambridge University Press, New York, pp. 439.
マルトー総合カタログ, 1997, 第8版 (C)