

台湾出張報告

技術室
三浦 勉

1. はじめに

2004年8月2日から8日までの7日間と10月20日から30日までの11日間の2回にわたって、台湾台中にある車籠埔断層掘削サイトに出張した。1回目は、巨大災害研究センターの川方裕則助手、2回目は、川方助手、地震予知研究センターの松尾成光研究支援職員、人間環境学研究科の高橋輝雄技術員と同行した。そして、レーザー干渉型地殻応力測定装置の開発と実用化に向けた実地テストを行ってきたので報告をする。1回目に持ち込んだ2号機（写真1）、2回目に持ち込んだ3号機（写真2）ともに、南アフリカ金鉱山での測定¹⁾を行うために開発した1号機の改良版である。2号機は、接触式の測定を可能にした装置で、3号機は、非接触による測定を可能にした装置である。文化的な面での報告は、技術室通信²⁾にて報告しているので今回は、技術面についての報告を行う。



写真1 2号機



写真2 3号機

2. 車籠埔断層掘削サイト（TCDP）

車籠埔断層掘削サイト（写真3）では、直径約83mmの岩石コアを掘削し、その岩石の表面観察により地質学的な情報を記載し、風化等による劣化を防ぐ形で保管している。以下にその作業の流れを報告する。



写真4 掘削された岩石コア



写真3 車籠埔断層掘削サイト

- ① 掘削（写真4）：写真3にある鉄塔が掘削装置で、地下約2kmまで掘削する。掘削は、24時間体制で行われている。
- ② 測長（写真5）：写真4にある掘削されたコアを洗浄し、長さを簡易測定する。測定は、メジャーによって行われる。

- ③ 写真撮影（写真 6）：岩石コアの掘削された深度等データとともに撮影する。
- ④ 切断（写真 7）：地殻の状態によって異なるが、通常岩石コアは、約 3m 単位で掘削される。しかし、そのままでは保存用のコア箱に収納できないので約 1m 単位で切断する。
- ⑤ 洗浄（写真 8）：切断後、再度岩石コアの表面を洗浄する。洗浄は、水を含ませたスポンジを用いて綿密に汚れを落とす。
- ⑥ 目視による観察（写真 9）：洗浄後、岩石コア表面の水分を蒸発させ、目視により地質情報の記載を行う。（検層）
- ⑦ 写真保存（写真 10）：観察後、デジタルカメラにより写真保存される。円筒試料を回転させることで全側面が全て自動で撮影される。
- ⑧ 保管（写真 11）：熱収縮チューブにより外気との接触を断った状態でコア箱に収納し保管する。



写真 5 岩石コアの測長



写真 6 写真撮影



写真 7 切断



写真 8 洗浄



写真 9 目視による観察



写真 10 写真保存

3. レーザー干渉型地殻応力測定装置の原理

スリットを通るレーザー光の干渉と回折に関する光波の性質を利用し、回転する供試体とエッジが構成するスリット幅を逐次検出し、供試体の変形を捉えるもので

ある。



写真 11 保管

具体的には、図 1 のように、幅 a のスリットに単色レーザー光を入射し、スリットの後方、距離 L に設置したラインセンサーを用いて回折波の干渉による強度分布を測定する。この干渉波は、スリットに対し直角に入射してくる入射光に対し、角度 θ をもって回折されると、スリット端の原点 S から発する光路と距離 x はなれた点 T から発する光路とは、ラインセンサー上の点 P までの距離において、点 T から発した光

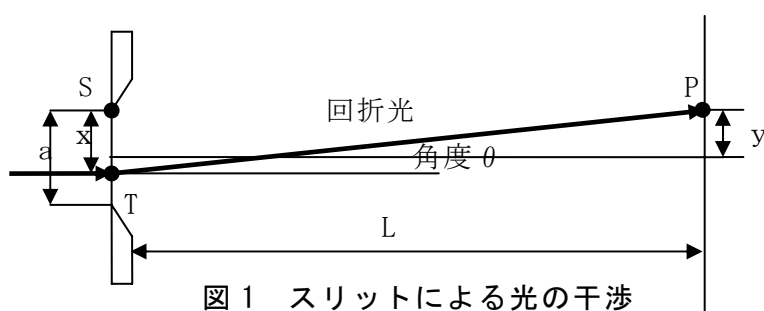


図 1 スリットによる光の干渉

路のほうが $x \sin \theta$ だけ長い。そして、 $2\pi x \sin \theta / \lambda$ (radian) だけ位相が遅れてラインセンサー上に達する。この原理で、スリット間のすべての部分から発する波

の合成波は、

$$\phi = C \exp(i\xi) \int_0^a \exp\left(-2\pi i \frac{x \sin \theta}{\lambda}\right) dx = -\frac{C\lambda \exp(i\xi)}{2\pi i \sin \theta} \left[\exp\left(-2\pi i \frac{a \sin \theta}{\lambda}\right) - 1 \right]$$

と表され、 $a \sin \theta = m\lambda$ のとき、 $\phi = 0$ となる。スリット-ラインセンサー間距離 L が十分離れた位置であれば、 $\sin \theta \approx \tan \theta$ となり、干渉光の強度が 0 になる位置 y は、次式で表される。

$$y = \frac{m \lambda L}{a}$$

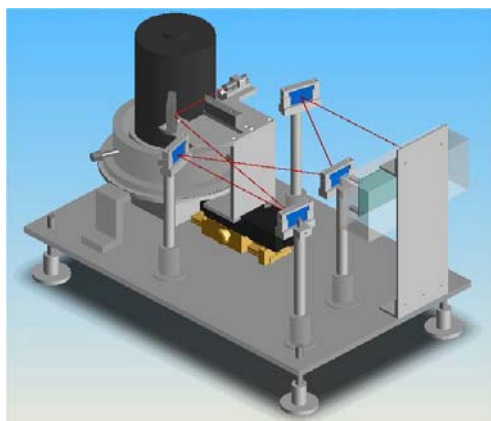


図 2 3D 図面

これによってラインセンサーで記録される干渉光の谷の間隔 $\lambda L/a$ からスリット幅を知ることができる。3 号機では、図 2 のように図面を作成した。この装置が、写真 2 のように 75L (W750×D370×H370) のクーラーボックスに収められ、外に制御用 PC と電源ユニット等を配し、持ち運びを可能にした。制御用 PC と電源ユニットを除く測定器自体の重さは、約 15kg でポータブル化もできた。

4. レーザー干渉型地殻応力測定装置による測定

実機による測定は、次の手順で測定される。

① 供試体（写真 12）のセット

供試体は、クーラーボックスへの収納の関係で、高さが制限される。その為、

写真 12 のように高さ約 160mm で切断をしなければならない。

② 測定及び自動解析

測定には、**写真 13** のような治具を用いて供試体を固定し、接着剤が硬化するまでの数分間放置する。測定は、写真 2 のように、最初、初期設定を PC でしておけば、自動で測定と簡易解析を行う。



写真 12 供試体（岩石コア）



写真 13 治具

③ 手動解析

簡易解析は、測定を行うための手段であり、別途手動による解析を要する。結果、台湾車籠埔断層掘削サイトでは、36 時間以上のデータサンプリングを 4 回行うことができた。現在はデータの解析中である。

5. レーザー干渉型地殻応力測定装置で得られるデータ

実機に、供試体相当のステンレス製ダミー供試体を設置し、無変形円筒試料のプロファイル測定を 3 回実施した結果、この測定装置は、 $\pm 4 \mu\text{m}$ 以内（直径 80mm の試料の場合、 10^{-4} ひずみに相当する）の繰り返し誤差に抑えられることがわかった。

6. 最後に

今回の台湾出張は、私個人にとって初めての海外出張であり、また、今年度からの法人化によって国家公務員ではなく、1 技術員としての海外出張でもあった。その為、準備段階から大変貴重な経験をさせていただいた。また、地震予知研究センターの MORI 教授、伊藤久男客員教授をはじめ、関係者の皆様方にも大変お世話になったので、感謝する。

7. 参考文献

- 1) 『レーザー干渉型岩石コア残留応力測定装置の開発－南アフリカ金鉱山での測定－』 平成 15 年度防災研究所研究発表講演会資料（川方裕則，三浦勉，松尾成光，渡辺雅之（京大院人環），鉄尾実與資（京大院人環），小笠原宏（立命館大理工），竹内淳一（立命館大理工））
- 2) 台湾出張報告 ～町並み探訪～ 技術室通信 N0.109（三浦勉）
- 3) 物理学実験テキスト 2002 年版（京都大学総合人間学部物理学教室編）