

寄書
~~~~~

## 中国見聞記

— 10 か所の製鋼所，大学および研究所を訪ねて (3) —

浅田 千秋\*・田中 良平\*<sup>2</sup>・湯川 夏夫\*<sup>3</sup>

## See and Hear of Ten Steel Plants, Universities, and Research Laboratories of People's Republic of China (3)

Chiaki ASADA, Ryohei TANAKA, and Natsuo YUKAWA

## III. 大学関係

## 1. 北京鋼鉄学院

## (1) 概況

全国の6大学にある冶金関係の教官を集め、1952年に100名足らずで出発し、1953年にモスクワの鋼鉄大学にならつて創立された。1960年代には世界でも有数の設備を誇っていたが、文化大革命で発展が止まり、一部設備が破壊されたりして、その後新しい設備はほとんど入っていないが、日本製のコンピュータなど外国設備が今年末に入る予定である。

採鉱，冶金，金属材料，理科（冶金物理化学か？），機械，自動化の6学部（学科相当か）で，金属材料は材料学科と圧延学科に分かれ，前者には高合金，精密合金，粉末冶金，金相の4研究室に180名の先生と1学年120名の学生が所属している。将来は重点を「理科大学」に移すことを指向し，基礎研究学部を設けて1980年から物理専攻の学生を入れ，81年から数学，化学，2～3年後には力学の学生を入れる。

また，新大学5か年計画があり，合金材料など4つの研究所の設立を冶金工業部に申請中の模様である。

現在の教官陣容は教授38名，助教授150名，講師800名，助手クラスも含めて総計約1100名に上るが，30才代の教官がほとんどおらず，高齢化が問題とされている。教官の1/3は教育，2/3は研究に従事し，研究テーマは国家および工場の要請によつてきまる。現在のテーマには低温用鋼，高張力鋼，マルエージ鋼なども含まれている。

中国全土680大学中，金属関係の大学は11，学生総数は2万人。日本の26大学1734名（うち国公立大学

1214名）に比べて学生数はかなり多い。卒業生は全国統一的に各機関に配分される。外国への留学生は4000名，その中で日本へは500名の枠に対し現在は200名が派遣されている。その選抜テストは毎年全国いつせいに実施される。

## (2) 研究設備

主なものは次のとおり。

- 電子顕微鏡：チェコ TESLA 製 100 kV 1台 (1963年)。南京製 75 kV と 80 kV 各1台
- Cambridge Stereoscan 600 (1974年)

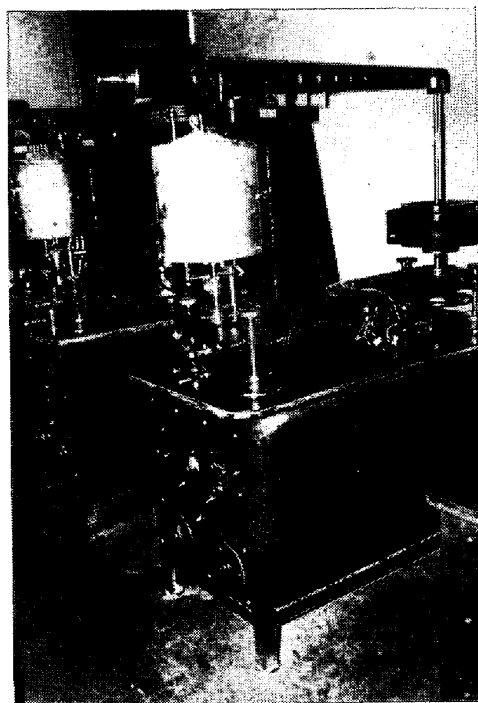


写真11 中国式卓上型クリープ破断試験機  
(北京鋼鉄学院)

昭和55年9月5日受付 (Received Sept. 5, 1980)

\* 大同工業大学 工博 (Daido Institute of Technology)

\*<sup>2</sup> 東京工業大学 工博 (Tokyo Institute of Technology, 2-12-1 Ookayama Meguro-ku 152)

\*<sup>3</sup> 豊橋技術科学大学 工博 (Toyohashi University of Technology)

- ・ X線回折装置 : Siemens 製 (1961 年), 島津製 (1966 年), 理学電機製 (1978 年)
- ・ X線応力測定装置 : 中国製
- ・ クリープ試験機 : AWPMA (Leipzig) 製 9 台, 3 t, レバー比 1 : 50, 最高 950°C. 中国製 (1958 年) 10 台, 2 t, レバー比 1 : 10, 最高 850°C.
- ・ 顕微鏡 : Zeiss (Reichert) 製など 15 台
- ・ 純酸素底吹き転炉 (Q-BOP) : 容量 100 kg, 上下より吹き込み可能 (自製) 国内に 5~10 t のパイロットプラントが 3 か所あり, 50 t 規模での実用化を目指している.
- ・ ノズル風圧分布テスト装置 : コンプレッサー 25 atm, 65 Nm<sup>3</sup>. 50 t LD 転炉の酸素フローを模擬.

## 2. 東北工学院

### (1) 概況

冶金工業部管轄下の 3 つの重点大学の一つで, 創立は 1949 年. 学科は採鉱, 鋼鉄冶金, 非鉄冶金, 金属材料, 機械工学, 自動制御の 6 つであるが, 履修コースとしては, 工学系に採鉱, 選鉱, 鉱山土木, 鋼鉄冶金, 非鉄冶金, 金属材料, 金属材料加工, 鑄造, 熱工学と熱エネルギー利用, 機械工学, 機械製造プロセス, 真空技術, 液体伝導, 工業自動制御, コンピュータ, ラジオ技術および冶金自動化計器の 17 専攻がある. 理学系には金属物理, 冶金物理化学, 応用数学, 物理学, 工業力学の 5 専攻があり, さらに科学技術外国語と工業管理のコースがある.

学生数は 6 200 名, 研究生 (大学院学生) 140 名, 進修生 (卒業後, 就職先の工場から派遣) 500 名. また助手以上の教職員は約 1 500 名.

### (2) 設備

a) イオンインプランテーション装置 以前は半導体の研究に使用していたもの. 現在は表面処理と表面硬化の研究に利用し, たとえば軸受鋼とか Fe-Al や Si などの表面に N, B, Ag などをイオン注入する研究を行っている. イオンの加速電圧は 80 000 eV, 試片の寸法

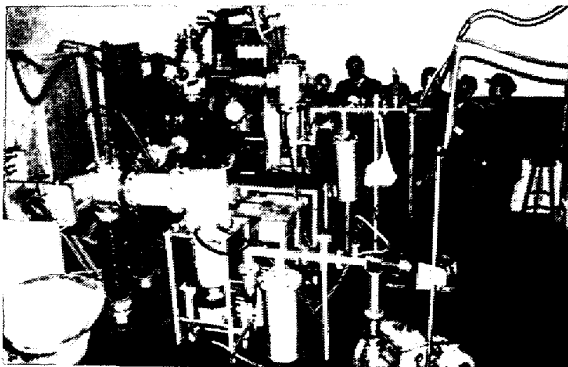


写真12 イオンインプランテーション実験装置 (東北工学院)

は 20×20 mm, 照射時間は数秒間という.

b) 疲れ試験機 容量 ±1 t, 引張りまたは圧縮のみの場合は 2 t. 自製で 60~100 Hz. 破壊力学を用い組織と破壊の関係を調べているが, 対象材料は Ti-6Al-4V, 7075Al 合金, マルテンサイト鋼, 低合金鋼など.

c) 電子顕微鏡 東ドイツ製で 65 kV, 1965 年に設置. 破面や組織をレプリカで観察し解析しているが, フィリップス社の電顕 EM 402 型 (120 kV) が近々入る予定.

d) クリープ破断試験機 北京鋼鉄研究総院と同型の卓上型 10 台 (荷重 3 t), 750~900°C でジェットエンジン用のニッケル基耐熱合金の研究に使用. 試験時間は 100~500 h 程度.

e) X線回折装置 1973 年東ドイツ製を 1975 年に輸入.

f) 剛性率測定装置 中国製, 振り振動法. 温度は -45~+85°C.

g) 鉄損測定装置

h) 職員用図書閲覧室 中国誌 10 000 冊, 外国誌 30 000 冊, 単行本 70~80 冊. 日本の鉄鋼各社の技報も数種みられた.

全般的に装置は古い, 研究としては新しい問題にも取り組んでいるという印象を受けた. 今後, 装置の近代化に伴い大きな発展が予想される.

## 3. 上海交通大学

### (1) 概況

国立の総合理工科大学で, 同種の大学としては清華大学, ハルビン工業大学, 中国科学技術大学 (合肥にある. ただし大学院は北京) などがある.

1896 年創立. 中国最古の大学の一つで, 伝統のある理工科大学として知られている. 交通大学という名称は歴史的なもので, 現在では実状に合わないが名が売れているので変えないとのことである.

理学部と工学部から成り, それぞれに属する学科は次のとおりである.

・理学部 (4 学科) ・工学部 (8 学科)

|          |           |          |
|----------|-----------|----------|
| 応用数学     | 船舶工学      | 材料科学及び工学 |
| 応用物理     | 動力機械工学    | 機械工学     |
| 応用化学     | (原子力を含む)  | 精密計器     |
| 工業力学(熱学) | 電工及び計算機科学 | 工業管理工学   |
|          | 電子工学      |          |

他に科学技術外国語があり, また材料科学研究所など 5 つの付属研究所がある.

材料科学及び工学科はその前身である冶金工学科が 1952 年に設置され, その後に鍛造・鑄造などが加えられて現在の名称に変更された. 材料科学と金属工程 (Metal Processing) の 2 つの専門コースがある. この学科と材料科学研究所の内容は次のとおりである.

材料科学及び工学科 材料科学研究所

- |            |      |
|------------|------|
| 冶金製錬       | 高温合金 |
| 金属材料       | 複合材料 |
| 複合材料       | 圧延   |
| 鑄造, 溶接, 鍛造 | 溶接   |
| 材料科学の基礎    | 金属組織 |

(量子力学, 統計力学を含む)

非金属材料 (選択科目)

セラミクス, プラスチックス

学生は大学全体で 5300 名, うち 1/3 が女子学生, また大学院の研究生 (2年, 4年コース) は 380 名.

材料科学及び工学科の学生は 500 名 (1学年定員 200 名).

大学の学生収容能力は 7000~8000 名であるが, 4人組の影響で現在はやや少ない.

大学全体の教員は研究所も含めて 1600 名 (1/4 が研究所), このうち教授・副教授は 150 名, 講師 900 名, 助手 550 名. 材料科学及び工学科だけでは教授・助教授で 8 名, 講師 147 名, 助手 50 名で, 約半数は研究所に属する. 4人組の影響で教員の昇格人事は遅れているが 今後は教授, 助教授を増やす予定とのことである.

経費のうち一般費は年間約 1000 万人民币元 (約 16 億円), 専門研究費は年によつて変わるが 1979 年は 900 万人民币元 (約 14 億 4000 万円), ただし大型設備費や特別研究費は別途に支給される. 大学自体が研究を通じて技術ノウハウの指導を行つて研究費を得ることもできるが, 国家はむしろこれを奨励している.

入学試験は全国的に行われ, 学科ごとに入学が決まる. 学部は 4 年制で, 1~2 年で基礎知識, 3 年で専門理論, 4 年で専門を教えるようになっており, 国全体として修士, 博士の学位制度を準備中とのことである.

学生の就職は国家の統一配分によるが, 配分の枠内で学生の希望も考慮される.

(2) 設備

a) 金相研究室

- 高温顕微鏡 1 台, 1965 年, 大学で自製. 通電加熱で最高 1600°C. 真空度  $10^{-5}$  torr. 500 倍. 引張応力を加えながら観察できる.
- 光学顕微鏡 東ドイツ Zeiss 3 台, Leitz (アーク灯) 2 台, Neophoto-2 2 台 (1979 年), Zeiss Epi type 1 台, ソ連製 1 台の外に上海製学生実験用の小型のもの約 30 台など.
- 電子顕微鏡 上海製 120 kV (1979 年, 約 5800 万円) 高温合金, 純鉄, Ni, Al, Nb, 各種の鋼の観察. 薄膜観察も行う. 80 万倍まで可  
南京製 50 kV (1967 年). 大学で製作した IN 100 相当合金のレプリカ観察中. 5 万倍まで可.
- X線回折 理学電機 D-6C (1966 年)  
中国製残留応力測定装置 (1976 年)

b) 溶接研究室

- 拘束溶接熱サイクル再現装置 富士電波製 Thermo-rester-W (1979 年) マイコン付きで熱サイクルに重畳させて引張圧縮を加えることができ, 低合金鋼, ステンレス鋼の溶接高温割れ, 応力除去焼なまし割れ, 熱間加工性などの研究に使用中. 真空度  $10^{-4}$  torr.

c) 強度研究室

- 疲労試験機 インストロン 1251 型 1 台 (1979 年) 英国製. 高張力鋼, 構造用鋼およびその溶接部の疲労試験, 破壊力学の研究に使用中  
中国天水製電磁共振型 2 台 (1979 年) 約 1600 万円
- クリープ関係 中国製卓上型クリープ破断試験機 16 台. 荷重容量 2 t, 最高 1000°C. 耐熱合金, 耐熱鋼などの試験に使用. 最長 3000 h. 一般には短時間試験. 試験規格の一例:  $980^{\circ}\text{C} \times 20.4 \text{ kg/mm}^2$  で 30 h 以上. Leipzig 製サイクリッククリープ破断試験機 1 台.
- 熱疲労試験機 中国製 1 台 (1965 年). タービン動翼を模擬した図 1 のような形状の試験片を, クリープ試験機と同じでこ式の定荷重装置に取り付け, 通電加熱と空気吹き付けによつて加熱冷却のサイクルを与え熱疲労クラックの発生を測定する. 最高温度 1200°C. 荷重 2 t. IN 100 相当の一方向凝固耐熱合金を試験中.

d) 船舶模型実験室 (1956 年)

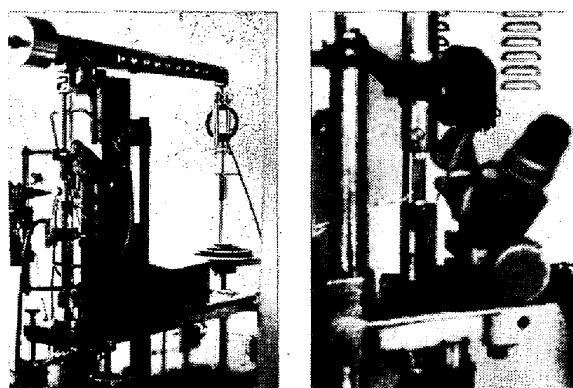


写真 13 熱疲労試験装置 (上海交通大学)

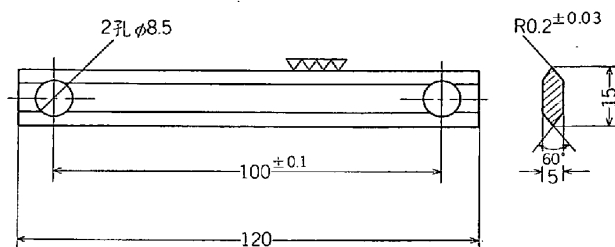


図 1 熱疲労試験片

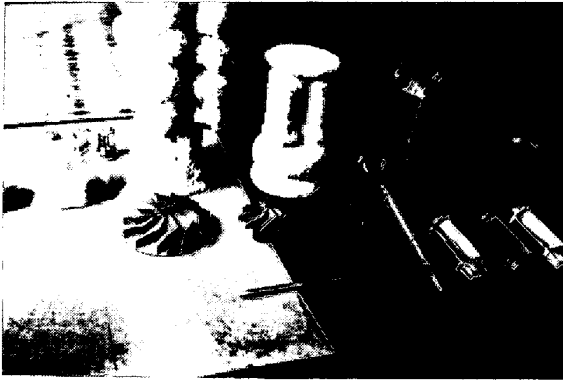


写真14 ジェットエンジン部品の精密鋳造品  
右方手前に一方向凝固による動翼が見える。

- 船舶模型試験水槽 西ドイツ製 船舶の推進、波浪試験用。
- 模型船製作機 西ドイツ製1台 木材またはろうで製作。

### (3) 研究

研究テーマは政府や工場の研究所から出されるものと自発テーマとがあり、工場との共同研究もあるが、次のようにきわめて広い範囲にわたっている。

- 材料関係：高張力鋼，構造用鋼，構造用合金鋼，超合金，疲労，破壊力学，熱処理理論および技術，相変態，双結晶と単結晶を用いた塑性変形の基礎的研究，クリープ，熱疲労，高温破壊力学，高温疲労，高温変形，強力鋼の水素中の破壊，一方向凝固など。
- プロセス関係：溶接，精密鋳造，鋳型の粘結剤，水中溶断，冷間鍛造，精密鍛造など。  
粉末冶金はあまりやっていない。プラズマによる溶接・溶射・粉末製造を研究中。上海には鉄粉工場があり，鉄粉で自動車の小部品を作っている。一方向凝固の研究も行われ，中実のガスタービン動翼が製作されている。Power Down法で急速凝固の研究も行われている。G/R：120 mm/17 min⇒300 mm/h。共晶合金の研究はまだ手がけていない。

## IV. お わ り に

以上，最近の中国における鉄鋼，とくに特殊鋼関係の代表的と思える3つの工場，4つの研究所および3つの大学の状況を見聞したままに報告した。各地において講演と討論にかなりの時間を費し，見学は比較的短い時間

であつて，中国の実状と言つてもほんの垣間見たにすぎない。しかしまさに百聞一見に如かずであり，中国のこの方面の技術と研究の水準をこの眼で確かめることができた。

研究設備の面では，クリープ破断試験機の台数が意外に多く，またインストロン試験機とかオージェなど最新式の設備も散見されたが，とくに大学では古いものも多い。中国金属学会が発行する「金属学報」の第15巻(1979)2号のトップの論文は上海交通大学林棟梁副学長らの一方向凝固 Ni 基超耐熱合金に関する研究であり，それに続く論文の3つまでがいずれも超耐熱合金をテーマとしたものである。また1980年9月に米国で開かれた Superalloys の国際会議の Poster Session も含めた68件の発表論文の中には，中国からの発表が8件もあり，これらのことからこの分野における研究の水準はかなり高いと言えるようである。その他の研究内容もわれわれが新しい分野としてとり上げつつあることは，ほとんど中国でも同様にとり上げており，やや意外の感に打たれた。

一方，工場設備は考朽なものが多く，整理整頓の面でも不十分であり，生産性や品質にも種々問題があるやに見受けられた。しかし，農業，工業，国防，科学技術のいわゆる4つの現代化が大きく唱えられ，「品質管理」のスローガンが「安全」とともに工場内にも多く見られた。また日本その他の先進工業国の助言を謙虚に期待する真剣な姿勢が強く感じられた。

5000年の歴史と10億近い国民，そして豊富な天然資源を持つ中国は，やがて工業国としても大きく発展することであろうし，日本にとって強力なライバルともなろう。国内資源に恵まれない日本の将来において世界との協調のみが唯一の選択可能な道であることは言うまでもないが，中でもお隣り中国をよく理解しそれとの友好をはかることは特に重要であろう。

3回にわたる見聞記がその中国の現状を理解する一助となれば幸いである。

最後に今回の耐熱金属材料訪中団を御招待いただき数々の御便宜を賜った中国金属学会の陸達副理事長始め関係各位に深く感謝の意を表します。またこの訪中の機会を与えられた東海日中科学技術交流協会の方々，並びに滞在中に大変お世話になつた国際貿易促進協会東海総局北京連絡事務所の成田虎三氏に厚く御礼を申し上げます。