日本の衝撃超高圧力研究-1980年以前

Very High Pressure Research Utilizing Shock Wave
Techniques in Japan - Before 1980

澤岡 昭

Akira Sawaoka

The first study of shock very high pressure in Japan started at Defense Academy of Japan in the latter half of 1950. About 1970, there was a movement to establish National Very High Pressure Laboratory, which ended unsuccessful. Science and Technology Agency, however, performed research and development on shock very high pressure as a project in 1972-75 and 1977-79. The project was the start to introduce a remarkable progress in shock experiment technology in Japan.

はじめに

日本において衝撃超高圧力研究が組織的に開始されたのは1970年代の頃です。これに先立つ60年代には既に先駆的な研究が行われていました。60年代に活躍した研究者が、最近次々と退職されて、このあたりの歴史が不鮮明になろうとしています。幾人かの退職された諸先輩からヒアリングを行うことができました。

第2次世界大戦後、日本の衝撃波研究は長い空白の時代を経験しました。特に固体中の衝撃波の研究はほとんど行われませんでした。工業用爆薬の開発と安全性の確保という視点から東京工業試験所(現化学技術研究所)が爆発衝撃波の研究を行っていたものの、材料開発への応用にまで着手していない50年代後半、日本で最も早く、固体の衝撃圧縮の研究を開始したのは防衛大学校においてでした。ここでは材料の衝撃残留効果、粉体のダイナミックコンパクションと材料合成が研究の対象にされました。

日本の衝撃超高圧力研究の特徴の一つは軍事研究との関連なしに発展したということであり、防衛大学校における研究でさえ、軍事研究と全く無縁のものでありました。60年代前半には日本油脂と旭化成工業が金属板の爆発成形、接合(クラディング)の実用化研究を開始しました。後半には熊本大学が爆発を利用した衝撃圧力利用の研究に着手しました。1971年には熊本大学工学部付属衝撃エネルギー実

験所が設立されました。この頃、東北大学金属材料研究所では秋田県道川の実験所で固体の衝撃処理の研究を開始しました。

1970年代の最も大きな出来事は、超高圧力発生手段として衝撃波を利用する研究が組織的に行われたことです。科学技術庁の科学技術特別研究調整費による超高圧力の研究が1972~75年度と1977~79年度に行われました。このプロジェクトは静的超高圧力と動的超高圧力を含む総合研究として行われました。動的超高圧力チームには、東北大学、東京工業大学、京都大学、東京工業試験所、繊維高分子材料研究所、無機材質研究所、東急車輛製造が参加しました。

72年の科学技術庁プロジェクトはどのようにして企画実行されたのでしょうか。実はこの裏には国立日本高圧力総合研究所設立の熱心な働きかけがありました。このことは日本の高圧の歴史にとって重要な出来事であるにもかかわらず、現在ではほとんど知られていないので、本稿ではまずこのことについて述べます。

幻の日本高圧力研究構想

1970年ごろ日本に総合的な高圧力の研究所が必要であると多くの人が考えました。日本学術振興会では高圧力についての産学協力の委員会(第138委員会)が活発な活動をおこなっていました。この高

東京工業大学工業材料研究所

Research laboratory of Engineering Materials, Tokyo Institute of Technology

〒227 横浜市緑区長津田町4259 Nagatsuta, Midori-ku, Yokohama 227

圧力委員会は国立研究所設立を政府機関へ働きかけることを決議しました。委員長の安並三男氏(神戸製鋼所顧問、故人)が中心となって熱心に政府機関への陳情が行われました。その度に安並氏のカバン持ちとして、陳情の仕方を学んだことが筆者にはなつかしく思い出されます。

まず安並氏は、学振の茅会長に働きかけ、文部省への手がかりを捜しましたが、むしろ科学技術庁が適当であるとのアドバイスを受け、科学技術庁に足を運びました。しかし、反応は鈍く、思わしいもの

ではありませんでした。科学技術庁側は同氏の熱心に断り切れず、当時発足したばかりの特別研究調整費による超高压力の発生と利用に関する総合研究を行って様子をみようということになったのだと思います。3年間のプロジェクトが終る1975年を前に安並氏は急逝され、国立研究所設立の動きはおとろえました。1973年に第1次石油危機が起きたため、国の財政もそれどころでなかったことも別な大きな理由であったと思います。以下に科学技術庁へ提出した当時の国立研究所構想の骨子を示します。

<資料1> 国立高圧力総合研究所設立要望の科学技術庁宛、第1回説明会の概要

(1) 日 時 昭和46年3月10日(水)

16:00~17:00

(2) 場 所 科学技術庁 研究調整局長室

(3) 出席者 庁 側 石川研究調整局長、
学振側 茅会長、安並委員長、
斎藤幹事、箕村幹事 他

(4) 説明要旨

(4-1) 茅会長：学振の第138委員会(高圧力)で国立の高圧力総合研究所を緊急に設立する必要があるということを議決したので、学振としてこれの実現に努力してほしいとの希望を委員長、ならびに幹事より私に報告申出てきた。

私は世界の研究開発現況よりその必要性を知っており、このような議決、申出はむしろ、遅いくらいに考えていたので、賛意を表し、吉識理事長とも協力して実現に努力する旨答えた。その後先般、貴庁原子力局長と別件会談する機会があったので、その折に上記の要望を簡単に話し、科学技術庁では全然取り上げ不可能な問題であろうか、と全く個人的な立場でたずねてみた。その答えは全く否定的な問題としては考えられないので、担当局である研究調整局に陳情説明してみてもどうか、とのことであった。したがって、本日は、以上の用件のために要望者の直接の声を詳細に聴取して頂きたく、当該委員長、幹事を帯同して参上したわけである。幸に御賛同が得られて、実現段階にはいる場合の具体的方法については私もこれまでの経験より多少考えもあるが今日は第1回のことであるので、先づ「設立の緊急な必要性」についての説明をきいてほしい。

(4-2) 委員長、各幹事

(イ) 高圧力研究所を何故緊急に必要とするか。

▶ 人類の福祉増進に極めて能率よく役立つことが、

Bridgman教授へのノーベル賞授賞(1946年)以来一般に知られている。

▶ 高圧力による研究開発は全く近年の新しい問題であるので成果としての果実が得られやすく、又その質も見事である。例えば、ポリエチレン、人造ダイヤ、ボラゾン等々の新材料、ならびに、新塑性加工法、新粉末形成法等がある。

▶ 近年の原子物理学の発展が高圧力の有効性に理論的な根拠を与えている。高圧力により原子間距離を縮めることはその物質の物性変化に直ちにつながる。

▶ 欧米先進各国は十数年前より、高圧力研究に多くの人材と国費を投入し既に着々と成果を挙げている。

▶ 日本のこの面の現状は、大学、および国公立、企業の一部で極く少数の熱心な方々によってばらばらに細々と行われていて、殊に衝撃圧については、これにより生産された粉末ダイヤが多量に輸入されているにもかかわらず、日本では未だその可能性すら実験的にも立証されていない。

▶ 国策として今後の研究開発問題の大テーマとして取り上げられている原子力発電や海洋開発も、高圧力の科学的理解、技術的応用の助力なしでは到底その見事な成功は望みがたい。

▶ したがって現状のままに放置すれば数年後には、宇宙問題や原子力利用問題と同様に先進国との間に親子程の科学技術的断層が生じ如何ともしがたい不幸を招くことは明かである。

これが緊急を要する所以である。

(ロ) 何故国立総合研究所の必要があるか。

▶ 研究開発の装置とその使用、維持に多額の費用を必要とし、到底企業や公立団体ではその負担にたえられない。大いなる成果を求めれば求めるほど前人未踏の基本的問題に立ち入らなければならぬことに

なり、上記の感は更に深く、国立でない限りどうにもできない。

▶高圧力には必ず使用上の危険が同居しているので、発生測定装置の開発には部品ならびに組立、または運転に原子力利用の場合と同等の入念さ、厳格さを必要とする。

▶圧力は温度と共に生活環境の二大要素であるので、理工学関係だけではなく、生物学、医学、農学、微生物学等のあらゆる科学技術の各分野に深い関連を持ち、殊にこれら各分野の境界領域に能率よく開発できる果実の豊富なことは研究者間では衆知のことである。(したがってここでいう高圧力とは各分野

でその意味する圧力範囲は異なっている。)

▶前述のとおり先進各国はこのような研究所を十数年前より整備し、研究成果の蓄積も相当量に達した関係により、最近はこの分野の国際会議、シンポジウム、講習会がひんばんに開催されることになったが、これに対応すべき国としてまとまったものが何もないので、このままに推移すれば国際的に取り残される。現に数年前、日米科学技術協定にしたがって米国より高圧力分野の共同研究の可能性打診のため数名の権威者の来日を見たが、その結果の不成功に終わったのはこの実例の一つである。

防大における衝撃圧力を利用した研究

防衛大学校で行われた最初の衝撃実験は、1957年野村羊親教授と飛澤昌太郎氏によって行われた材料の衝撃圧縮残留効果に関するものでした。その後爆発加工や成形についての研究が行われました。そして同大学校の木村康之氏が加わって粉体のダイナミックコンパクションの研究へと発展しました。

これらの研究は1972年までに四十数編の報告にまとめられていますが、その中から主なものを資料2にまとめて示します。

粉体の衝撃固化と合成の研究は70年代にソ連で大規模に行われ、80年代にはアメリカ、日本でも精力的な研究が行われました。したがって防大の研究はこれに先立つものであり、まさにこの分野のパイオニアとしての役割を果たしました。

60年代後半から70年代前半の衝撃研究

防大での衝撃研究は比較的閉じたグループの中だけで行われ、独自の発展を遂げました。1960年代後半には熊本大学清田堅吉教授が中心となって、爆発エネルギー利用の研究が開始され、71年4月には工学部に附属衝撃エネルギー実験所が設置されました。70年代にはダイヤモンドの合成、金属板の爆発成形、接合などの研究が幅広く行われ、現在にいたっております。最近ではこの実験所を学内の共同施設としてばかりでなく、全国の共同利用施設として活用すべく、藤田昌大教授が中心となって、概算要求のための計画が検討されています。

東北大学で本格的な衝撃実験が開始されたのは1971年でした。スタンフォード大学で衝撃技術を学んで帰国した庄野安彦助教授(当時)が中心になって、秋田県道川の実験場で爆発を利用した衝撃回収実験

が行われました。しかし、その後不幸な人身事故のため、金属材料研究所はすべての爆発実験を停止し、その後発射薬を使った実験を78年より金研建物内で行って数多くの成果を挙げております。

東京工業大学では1971年に発射薬を使った一段式の火薬銃による衝撃実験を開始し、73年には本格的な二段式軽ガス銃が稼働しました。この二段式

資料2: Explosive processing of Materials at National Defense Academy of Japan

Year	Materials	Note	Reference
1961	Zn and Cd Ferrites	Compaction	[1]
1962	Fe, Ti	Compaction	[2]
1963	Ti+Carbon Black	Synthesis	[3]
	ZnO+Fe ₂ O ₃	Synthesis	[4]
	Graphite	Compaction	[5]
	Co, Ti, Fe	Compaction	
	ZnS (Cu, Cl)	Use of temp. Indicating	
1964	(Ti, W, Al) + C	Synthesis	[7]
	ZnO+SiO ₂		
	MnCl ₂ ZnO + SiO ₂		
	Acetylene Black	Activation	[8]
1965	Ferrites, Glass	Crushing	
	BaTiO		[9]
	ZnS (Cu, Cl)	Magnetic Susceptibility	[10]
1966	Acetylene Black	Magnetic Susceptibility	[11]
	Quartz	Magnetic Susceptibility	[12]
1968	Ti+Acetylene Black	Synthesis	[13]
1969	(Ti, Si, Zr)+Carbon	Synthesis	
	ZrO ₂ +C	Reaction	
	Zr, Si ZrO ₂	Compaction	[14]

軽ガス銃は1972-75年度科学技術庁の特別研究調整費による総合研究の一環として行われたものです。

順序が逆になりましたが、60年代の企業における爆発衝撃の利用研究は特筆に値するものがあります。デュボン社の金属板接合、ダイヤモンド合成の工業生産のニュースに接した日本の爆薬メーカーはそれぞれ独自の研究を開始しました。最も活発な研究を行ったのは、日本油脂と旭化成工業です。現在、前者は高密度型窒化ホウ素の衝撃合成、後者は金属板の爆発接合を商業的にを行っています。

1972年に筆者が日本油脂武豊工場を訪ねたとき、昭和電工のチームが同工場の衝撃合成研究施設に滞在しており、ダイヤモンド合成の共同研究が行われていました。日本油脂は1970年代に新技術開発事業団(現在新技術事業団)の委託を受けて高密度型窒化ホウ素を成分とする切削工具の開発を行いました。東京工業大学の斎藤進六教授と筆者はこの開発に参加するとともに、他の物質の衝撃合成についての共同研究を日本油脂の荒木正任博士と行うことができました。

70年代の総合研究

1972~74年度の総合研究は高圧力総合研究所設立の働きかけの結果生まれたものであることは既に述べました。予算規模から見るとこの総合研究の2/3が静的超高圧力、1/3が動的超高圧力に関するものでした。動的超高圧力のグループは東京工業大学が材料合成用の二段式軽ガス銃の開発、東京工業試験所が液体爆薬を使った平面衝撃波を発生させるための爆薬レンズの開発でした。東急車輛製造では、圧縮空気によって加速したピストンで水を瞬間的に圧縮して得られたエネルギーを利用する二段式軽ガス銃の開発を行いました。合成を担当したのは東北大学です。

その後、1977~79年度に京都大学、繊維高分子材料研究所、無機材料研究所が加わり、動的超高圧力だけを対象とする新しい総合研究が行われました。これらの二つの総合研究を通して、日本の衝撃超高圧力研究は随分実力をつけたと考えております。その結果、1980年代には材料や地球科学の分野で日本はユニークな研究成果を挙げることができました。

参考文献

- [1] 木村康之: 粉体および粉末冶金 **8**, 16-20(1961), “爆薬によって成形した金属酸化物の二三の性質”
- [2] 野村羊観: 工業火薬協会誌 **22**, 321-326(1962),

“爆発加工の応用第6報 爆轟による金属粉末の圧搾”

- [3] Y.Horiguchi, Y.Nomura: Bull. Chem. Soc. Japan, **36**, 486(1963), “An Explosive Synthesis of Titanium Carbide.”
- [4] Y.Kimura: Jpn. J. Appl. Phys., **2**, 312(1963), “Formation of Zinc Ferrite by Explosive Compression.”
- [5] 野村羊観, 堀口義一: 工業火薬協会誌 **24**, 26-29(1963), “爆発加工の応用第9報 グラファイト粉末の爆轟圧搾”
- [6] 堀口義一, 野村羊観: 理化学研究所報告 **39**, 257-260(1963), “爆発衝撃を加えた硫化亜鉛蛍光体の挙動”
- [7] 野村羊観, 堀口義一: 理化学研究所無機化学研究会講演予稿, 昭39.4.23, 1-16(1964), “化学領域における動的超高圧の応用”
- [8] 木村康之, 山本富戈, 佐藤耕吉, 青木正明: チタン酸バリウム実用化研究会年報 **12**, 66-404(1964), “金属酸化物の衝撃圧力による粉碎”
- [9] 堀口義一, 野村羊観, 舟山勉: 工業化学雑誌 **68**, 910-914(1965), “爆轟衝撃によるアセチレンブラックの活性化”
- [10] Y.Nomura, S.Tobisawa: Appl. Phys. Lett., **7**, 126-127(1965), “Anomalous Paramagnetic Susceptibility of Shocked ZnS Phosphor.”
- [11] S.Tobisawa: Mem. Defense Academy Japan, **VI**, 493-500(1967), “Effect of Explosive Shock on Magnetic Property of Acetylene Black.”
- [12] S.Tobisawa: *ibid.*, **VI**, 485-492(1967), “Magnetic Property of Explosively Shocked Powder of Artificial Quartz.”
- [13] 堀口義一, 野村羊観: 工業化学雑誌 **71**, 1419-1422(1968), “接触爆轟法による炭化チタンの合成”
- [14] 鈴木弘茂, 吉田浩, 木村康之: 窯業協会誌 **77**, 36-44(1969), “粉体におよぼす爆轟衝撃波の効果”

(1993年1月3日受理)