

# ダムコンクリート国際小委員会について

正 員 工学博士 国 分 正 胤\*

## INTERNATIONAL SUB-COMMITTEE ON CONCRETE FOR LARGE DAMS

(JSCE Jan. 1956)

*Dr. Eng., Masatane Kokubu, C.E. Member*

**Synopsis** The author attended the International Sub-Committee on Concrete for Large Dams held as a part of the regular event of the 5th Congress of the International Commission on Large Dams. The present author describes in this paper about the meeting.

### 1. ダムコンクリート国際小委員会の沿革および現況

私は、第5回国際大ダム会議に、日本学会議代表として参加した。この会議の一行事としてダムコンクリート国際小委員会 (International Sub-Committee on Concrete for Large Dams) が開かれたが、中条金兵衛氏<sup>1)</sup>と私とは、日本の代表としてこれに出席した。この委員会は、日本、アメリカ、イギリス、ドイツ、フランス、インド<sup>2)</sup>等 21カ国の代表 42名で組織され、現在のわが国の代表は藤井光蔵氏<sup>3)</sup>および永田年氏<sup>4)</sup>である。

この委員会の前身は、1933年の第1回国際大ダム会議<sup>5)</sup>でスウェーデンの B. Hellström 氏が提案した事項にもとづいて組織されたものであつて、特殊セメント国際小委員会 (International Sub-Committee on Special Cements for Large Dams) といい、1934年に発足し、わが国も参加していた。委員会の主目的は、ダム用セメントの製造に関する研究であつて、ダム用セメントとして備えるべき特質その他についての各国の研究成果を検討し、審議を重ねた結果、ダム用セメントの一般的な規格を定めたり、この規格に対する各国の意見を徴したりしていた。

なお、水和熱、収縮、透水、等の試験方法の試案も作つた。このように、ダム用セメントの進歩発達に貢献していたが、今次大戦により 1939 年以降は活動を中止した。1948 年に再開したが、このときに、研究範囲を拡大して広くコンクリート部門に及ぶこととし、委員会の名種をダムコンクリート国際小委員会と改めたのであつて、現在の委員長はイギリスの F.M. Lea 氏である。以後、各国で行つた研究結果を持ち寄つて、年に 1~2 回会合し、ダムコンクリートの研究を推進しているのであつて、コンクリートの研究を目的とした国際会議は、これが唯一のものと思う。終戦後、会合に出席された方々は、1953 年<sup>6)</sup>(パリ)に徳善義光氏、丸山三郎氏および高野稔氏、1954 年(パリ)に吉井豊藤丸氏および平田昌三氏、である。

この委員会で最近に行つた事業のおもなものは次のようなものである。

#### (1) ダムコンクリートに関する、既往の研究結果を集録したこと

ダムコンクリートに関して、すでに、きわめて多くの研究論文が発表されている。各国の研究者が、これらの論文を参照するのを容易にするため、1936~1950 年間に発達した論文の目録を各国ごとに作製し、この委員会で取りまとめて印刷した。これは国際大ダム会議の会報第 9 号 (Bulletin No.9) である。

#### (2) ダムコンクリートに関する用語を定め、報告書に記載する項目を統一したこと

従来発表されたコンクリートダムの工事報告は、用語、配合の表わし方、その他がまちまちであるために、相互の比較に不便であり、ある場合には他の国の技術者には理解しにくいものもあつた。それでこの委員会で審議し、ダムコンクリートについて報告するときに必ず記述すべき項目を定めるとともに、それらの項目の示し方を統一したのである<sup>7)</sup>。

#### (3) ダムコンクリートにおけるセメント使用量についての調査研究を推進したこと

\* 東京大学教授、工学部土木工学教室

1) 日本セメント株式会社研究所課長

2) これら 6 カ国以外の国名は、オーストラリア、オーストリア、ベルギー、チェコスロバキヤ、デンマーク、フィンランド、インドネシア、イタリー、ニュージーランド、ノールウエー、ポルトガル、スウェーデン、スイス、ヴェトナム、ユーゴスラビヤ、である。

3) 日本セメント技術協会会長

4) 電源開発株式会社理事

5) スウェーデンで開催された。

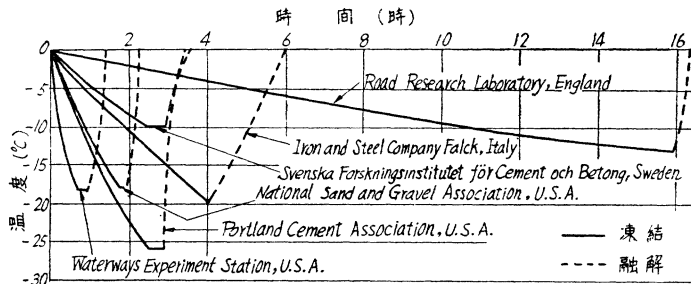
6) 終戦後、わが国が国際大ダム会議へ正式に加入したのは 1953 年である。

7) 第 5 回国際大ダム会議への提出論文、"R. 70; Report on Frost Resistance of Concrete and on the Defintion of Concrete Mixes." の p. 96 参照。

AE コンクリートの発明、骨材粒度の管理方法のいちじるしい進歩等によつて、最近では、セメントペーストの使用量をいちじるしく減じたコンクリートでも、容易に安全に打ち込みうるようになってきた。ダムコンクリートにおいて、所要の、ウオーカビリティー、強度、水密性および耐久性が得られる範囲で、セメント使用量を減ずることは、硬化熱を少なくするためにぜひ必要である。この委員会では、各国のダムにおけるセメント使用量の実情についての報告を求め、ダム技術の進歩に貢献しようとした。それで今回の大ダム会議の論題として、「各種ダム<sup>8)</sup>におけるコンクリートの施工に及ぼすセメント使用量の影響、ならびに、セメント使用量がコンクリートの水密性および耐久性に及ぼす影響」を提案した。この論題に対して 20 編の論文が提出され、各国の実情が述べられているのであつて、(i) 各国ともに AE 剤あるいはウオーカビリティー剤 (workability aid) を用いて好結果を得ていること、(ii) ポゾラン<sup>9)</sup> を活用しているところが多いこと、(iii) 重力ダムのコンクリートにおける単位セメント量<sup>10)</sup> は表面部で 223~367 kg、内部で 135<sup>11)</sup>~223 kg であること、(iv) アーチダムのコンクリートにおける単位セメント量を 165 kg にしている国もあること、等が明らかにされている。

図一 各研究所の凍結融解試験における凍結および融解の温度

(本図は温度を変化させる程度の概要を 0°C を基準として示したもので、供試体温度の変化を正確に示したものではない。)



<sup>8)</sup> 重力ダム、アーチダムおよび扶壁ダムのことであつて、重力ダムにおいては表面部と内部の両部分のコンクリートについて記すように要望されている。

<sup>9)</sup> 混和材料の 1 種で、それ自体には水硬性はほとんどないが、微粉にして用いると、コンクリート中の水酸化カルシウムと常温で徐々に化合して、不溶性の化合物を造るようなシリカ質物質を含んだ材料をいう。

<sup>10)</sup> コンクリート 1 m<sup>3</sup> に用いるセメントの量をいうのであつて、ポゾランを併用したダムコンクリートではポゾランおよびセメントの量をいう。

<sup>11)</sup> 特別な例として 111 kg のものもある。

#### (4) 気象作用に対するコンクリートの耐久性の研究を推進したこと

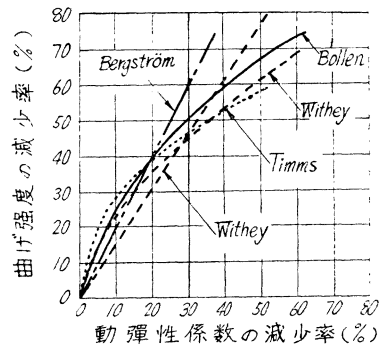
気象作用に対して耐久的なコンクリートを造ることはきわめて重要なことであるので、この委員会では耐久性を研究題目に選び、3 年前から研究を推進している。しかし、各研究者ごとに使用材料や試験方法が異なるので、得られた結果がいちじるしく相違することもあり、結論を導くのが困難な場合もある。たとえば、スランプを一定とし、単位セメント量を変えて造つた数種のコンクリートにおいて凍結融解をくり返して耐久性を比較した結果は、多くの実験では単位セメント量が大きくなるほど耐久となつてはいるが、ある実験では単位セメント量がある程度より大きくなると、かえつて耐久性が減じている。また、他の実験には、単位セメント量が大きくなるほど、凍結融解にともなう弾性係数の減少程度がいちじるしくなつたものもある。

それで、この委員会では、各国の主要研究所に照会して試験方法を調査した結果、非常な相違のあることがわかつた。その一例は次のごとくである。

(i) 供試体の寸法は 7.5×10×40 cm 程度のもが多いが、2×5×25 cm のものや 20×20×60 cm のものまである。

(ii) 凍結融解試験を開始するときの材合は、非常

図二 凍結融解をくり返した場合におけるコンクリートの動弾性係数の減少と、曲げ強度の減少との関係



にまちまちで、3~90 日と相違していた。

(iii) コンクリートを水中に浸したままで凍結し、また融解する場合もあるが、空気中で凍結し水中で融解する場合が多い。凍結および融解を空気中で行う場合もまれにはあつた。

(iv) 凍結する場合の冷却速度は、図一のごとく研究所によつて非常に相違している。また 1 日に行う凍結融解のサイクル数は 1/2~12 の範囲で相違していた。

各研究所で共通していた事項は、凍結融解のくり返しにもなるコンクリートの弱り方を動弾性係数で測っている点だけであつた。この動弾性係数による測定方法はきわめて便利な方法であつて、信頼度も相当にある。たとえば、凍結融解をくり返した場合における、コンクリートの動弾性係数と曲げ強度との関係を図示した一例は 図-2 のごとくであつて、数名の研究者の実験が大体において一致している。

ダムコンクリートの耐久性を試験する場合には、現場のコンクリートが受ける気象作用と関連性のあるような試験方法を選ぶことが必要である。それで、各国が引続き試験方法を研究している。委員会では、これらに対する参考とするために、ダムの表面コンクリートの温度を冬期に連続して測定することを要望し、イギリス、フランス、イタリー等からは、すでに二、三の実測結果が報告されている。これらの実測例が多数集まれば、ダムコンクリートに相当した試験方法を定めるためのめやすが得られるかも知れないのであつて、わが国からも報告書を提出したいものである。

## 2. ダムコンクリート国際小委員会の本年の会議

6月3日、午後3時より5時30分までパリーの化学会館<sup>12)</sup>で本年の会議が開かれた。出席者は15カ国の代表48名であつて、Lyse (ノールウエー)、Price (アメリカ)、Blaine (アメリカ)、Ros (スイス)、Lafuma (フランス)、Mary (フランス)、等日本でも相当に名を知られている諸氏も参加していた。大ダム会議本会議の集会は準備はゆきとどいていたが、多分に形式的なものであつた。しかし、この委員会の集会はそれと正反対のものであつた。会場には、300名くらい収容できる講演用の部屋が割当てられていたが、定刻になつても会場係は現われぬ。やむを得ず、委員が机を動かし椅子を運んで会議を始めた。議題を記した印刷物も用意されておらず、議事の進行は、「さあ始めましょう。第1議題に対する御意見はありませんか? ……次は第2議題ですが、〇〇さん、この前の会議で

話しておられた試験は、その後どうなりましたか?」というような委員長の発言によつて運営されるのであつて、きわめて自由で活潑な論議がなごやかに行われ、よい会合であつた。外国の主要な委員は毎年の会合に出席し、互いに顔なじみとなつており、議事も前年からの引続き事項であるから、上記のような形式の会合となるのは当然であると思われる。しかし、私どもは馴れない上に、重要な議題だけしか知らされていなかつたので、いささかまごついた<sup>13)</sup>。

今回の会合における主要議題は、(1)気象作用に対するコンクリートの耐久性、(2)今後の研究題目、であつた。

### (1) 気象作用に対するコンクリートの耐久性について

1. (4) に述べたように、コンクリートの耐久性の試験方法は、各国ごとにいちじるしく相違している。委員長は、まず、現場コンクリートの受ける気象作用と関連性のあるような、実験室の試験方法について、各人の意見を求めた。これに対して、一部の人は「そのような試験方法を定めることは容易ではないが不可能ではない」と主張したが、多くの出席者は「現状ではきわめて困難である」と結論していた。なお、「実験室の試験方法を統一し国際的な方法を定めたい」と提案した人もあつたが、「時期尚早である」と却下された。

ついで「ダムコンクリートが実際にどの程度の凍害を受けるか?」ということが論じられたが、70才以上と思われる白髪のノールウエーの代表は「1911年以來観測しているが、わが国では、ダムコンクリートの凍害はほとんど認められない。私は凍結融解試験の価値を疑う」と発言し、奇異の感を与えた。これに対しては、スウェーデンの代表が「わが国のダムでは、明らかに凍害が認められる」とやり返し、笑いをさそつた。このノールウエーのおぢいさんは他の会合でもときどき横紙破りめいた発言をして注目を浴びていた。Price はアメリカにも凍害を受けたダムの実例は相当にあると述べ Arrowrock dam<sup>14)</sup> および Owyhee dam<sup>15)</sup> の名をあげた。そして、凍害は Arrowrock dam のように sand-cement を用いた<sup>16)</sup> ものだけに起つたのではなく、ポルトランドセメントを用いたダムにも起つていると付言した。この Price の発言に対して二、三の質問が行われたが、「売り言葉に買い言葉」のようになり、「AE コンクリートは貧配合のものでも耐久性に富んでいる。従つて、ダムの表面部と内部とで配合を変えることなく、ダム全体に貧配合の AE コンクリートを用いようとする傾向もある」というような注

<sup>12)</sup> 大ダム会議の本会議もこの会館で行われた。

<sup>13)</sup> 今後この会議に出席する方へ……

会議前に委員長から各国の代表へ出す連絡文は、私文のようなもので会議の直前に到着するようである。日本のような遠隔地では、よほど注意しないと連絡不十分になるおそれがある。

<sup>14)</sup> Bureau of Reclamation の、高さ 349' の重力ダムである。1916年に竣工したが、1936年に表面の部分を補修した。

<sup>15)</sup> Bureau of Reclamation の重力ダムである。1932年に竣工し高さは 417' である。

<sup>16)</sup> この工事現場では、花崗岩を砕いたものとポルトランドセメントとを 0.45 : 0.55 の割合で混ぜ合せ、これを微粉碎して造つたセメントを用いたのである。

目すべき返答も行われた。

また、あるフランス人は、凍結融解によつてコンクリートが損傷を受ける機構から説き始め、講義調で長時間にわたつてましくたて、得意になつていたが、うんざりしたのはどの人も同じとみえて、この講義に対する論議は全く行われなかつた。

### (2) 今後における研究題目について

この委員会の今後における研究題目については全員が深い関心を持ち、毎年の集会ごとに、各国それぞれ、自国の立場から最も重要と思われる題目を主張してきていた。1954年の集会では、この題目として14の題目が提案されていたのであつて、これらのうちから一、二の題目を選ぶことになつた。

この審議に入つたときには、すでに相当の時間が経過し、会議を終了すべき時刻が迫つていた。それで、委員長は「時間がないから」と前置きして、14の題目の中から2題目を選び、これに2題目を追加して、次の4題目を候補題目として選び、これに対する意見を徴した。

- (i) 混和剤 (AE 剤, Plasticisers 等) の使用方法
- (ii) 水平打継目の施工方法
- (iii) ポゾランの試験方法および使用方法
- (iv) 気象作用に対する、コンクリート耐久性 (継続)

<sup>17)</sup> circular letter は 10 月に到着した。国際大ダム会議日本国内委員会では、審議の結果「混和材料 (AE 剤, Plasticiser, ポゾラン等) の使用方法の研究」を希望する旨回答している。

この審議は紛糾するのが当然であり、「時間切れ」に導いた委員長は、なかなか老巧なものと思われた。上記4題目に対して、支持する者、反対する者、また、「コンクリートの熱的性質の研究」、「細骨材の粒度、特に微粒分の管理方法の研究」、等を新たに提案する者、があつてまともになかつた。そこで委員長は、「circular letter を各国に送り<sup>17)</sup> 回答を求めたのち、研究題目を決定する」と結び、閉会したのである。(iv) の題目は(1)に述べたように、継続の題目であつて、これに関する各国のその後の研究成果は1956年の集会で報告することになつている。

なお、今回の集会は1956年6月22~23日にウィーンで開くことに決定された。その席上で第6回大ダム会議(1958年にアメリカで開くことに決定している)におけるコンクリート関係の論題が審議される予定である。その論題について、「なるべく広範囲のものを希望する」との強い発言が、今回の集会で、すでに行われていた。

### 3. 結 び

この委員会の今回の会議は、短時間のものではあつたが、各国一流のコンクリート研究者が一堂に会し、活潑な論議をかかず会合であつたので、諸国における最新の研究動向を察知することができ、きわめて有益であつた。今後、わが国からも会議ごとに代表を送り、委員会の各委員との連繫を密にし、コンクリート技術の向上をはかり、あわせて国際親善に寄与したいと念願する次第である。

## ヨーロッパのダムの設計施工について

正 員 工学博士 畑 野 正\*

### DESIGN AND EXECUTION OF DAM IN EUROPE

(JSCE Jan. 1956)

Dr. Eng., Tadashi Hatano, C.E. Member

**Synopsis** The present author attended the 5th Congress of the International Commission on Large Dams held in Paris, France from May 31st to June 4th, 1955.

This paper is a report on the characteristic features of the design and execution of new dams in various European countries such as France, Italy, Switzerland and Germany where the author went on an inspection trip following the congress meeting.

### 1. 緒 言

第5回国際大ダム会議におけるフランス国内のダムの見学旅行に参加し、これに引続いてイタリー、スイ

ス、ドイツの各国の新しいダムを見学することができたので、限られた小数の例であり、きわめて短時間の視察ではあつたが、その設計施工上の特長のあると思われるものを抜き出して紹介し、わが国における状況とくらべて感想を述べてみたい。

\* 電力中央研究所土木部