

戦後日本の発電用大ダム施工新技術の発展と大学同窓生による技術コミュニケーション
Development of Japan's Mechanized Dam Construction Method, and Technology Communication
among Graduates of Tokyo University Civil Engineering Department

馬渕浩一^{**}, 今尚之^{***}

by Koichi MABUCHI, Naoyuki KON

Abstract

第二次大戦後の発電用大ダム機械化施工において新技術が次々と導入された。本論文は、トンネルの全断面掘削工法とダム本体コンクリート打設のためのパイプルドーザの2つの新技術が、事業主と施工請負の違いを越えて、短期間に改良され普及し発展していった要因の一つを考察するものである。建設記録映画の分析結果に関する既往研究結果と新たな文献調査ならびに関係者ヒアリングを総合し、大ダムの機械化施工における新技術発展に、東大土木1936年卒業生を介した人的ネットワークが貢献した可能性が高いことを指摘した。

1. はじめに

トンネル全断面掘削工法とダム本体コンクリート打設を機械化するパイプルドーザの2つの新技術は、第二次世界大戦後のわが国において、発電用大ダム施工の機械化未完成部分を埋める重要な役割を果たした。本論文は、この2つ技術の導入経路と多くのダム施工現場への急速な伝搬を支えた土木技術者の人的ネットワークについての一つの推論を示すものである。

戦後、堤高100mを超える大ダムが次々と建設された。ダムが建設される際、仮排水、導水路のためのトンネルが掘られる。そこでは、地質等の条件を勘案しつつ、工期短縮のために在来工法から機械を使った全断面掘削ならびに覆工に転換されるようになった。特に、佐久間ダムの仮排水トンネルでは、米アトキンソン社の指導によって多数の削岩機を固定した大型のジャンボを使用し、断面積104 m²の全断面機械化掘削が行われた。わが国のトンネル技術史上、これが画期となったといわれている¹⁾。

その後、全断面機械化掘削は、有峰、奥只見、黒部ダムなどにも継承された。有峰ダムの導水路トンネルでは、佐久間ダムの導水路トンネルと同様、掘削のみならず覆工も機械化された²⁾。佐久間ダムと有峰ダムでは、事業主と施工請負が、それぞれ電源開発と北陸電力、間組・熊谷組と佐藤工業と異なっており、しかもごく短期間に新しい工法が伝搬したことが興味深い。

他方、ダム本体打設の機械化で画期的であった点はパイプルドーザの導入である。パイプルドーザとはパイプレータをブルドーザに固定し、ブルドーザの操作によってコンクリートの締め固めを行う試みであり、スイスのダム施工現場での実績を踏まえ、最初、有峰ダムで導入さ

れた³⁾。資材運搬、骨材製造などがいかに機械化されても、最終のコンクリート締め固め作業が人力によるパイプレータ操作であり、リフト上での省力化が不十分であったため、これを解決したのがパイプルドーザであった。パイプルドーザはその後改良され、奥只見、黒部ダムへと継承された。

有峰ダム、奥只見ダム、黒部ダムの事業主とダム本体施工請負は、それぞれ北陸電力と前田建設、電源開発と鹿島建設、関西電力と間組と異なっている。事業主と施工請負の違いを越えた技術情報の伝搬は、このパイプルドーザでも認めることができる。

本論文では、建設記録映画の分析による既往の研究成果を踏まえつつ、新たに文献調査および関係者ヒアリングなどを実施し、それらを総合する。これによって、戦後の発電用大ダム建設におけるトンネル全断面掘削工法の伝搬に関して、東京帝国大学工学部土木工学科(以下、「東大土木」とする)同窓生による技術コミュニティを介した技術伝搬を推論し、短期間における技術発展の原因を検討しようとするものである。

2. 既往研究

水越⁴⁾、松浦⁵⁾はわが国のダム施工技術の発展に関する通史を示している。しかし、新技術が最初どのダムに導入されたのかを重視した記述である。通常、新しい技術は、導入された後、数度の試行錯誤を経て確立していくものである。戦後の発電用大ダム施工における新技術の試行錯誤の過程を論究した既往研究はほとんどないといってもよい。

著者は、建設記録映画を基本史料として分析し、大ダム施工技術の発展過程を考察した⁶⁾。佐久間ダムと有峰ダムの圧力トンネルにおける全断面掘削と覆工の機械化を比較分析した結果、有峰ダムの圧力トンネル施工は佐久間ダムでの経験、特にコンクリートポンプを活用した機械化覆工を研究し、十分に咀嚼した上で計画されていた可能性が高いことを指摘した。本研究の起点となるものであり、以下に簡単に示す。

*keywords: ダム, 全断面掘削, パイプルドーザ, 野瀬正儀

**正会員 博士(工学)名古屋市科学館 主任学芸員
(〒460-0008 名古屋市中区栄二丁目17番1号)

***正会員 博士(工学)北海道教育大学 准教授
(〒002-8501 札幌市北区あいの里5条3丁目1-1)

佐久間ダムでは、米製コンクリートポンプとコンクリートプレサを用いた機械化覆工が行われた。この試みを参考に、有峰ダムでは、側壁とインバートは人力によるシュート打設で、アーチ部分は石川島製コンクリートポンプによる機械化覆工を行った。在来工法と国産コンクリートポンプによる新技術を組み合わせ、より堅実な方法が模索された。

バイブルドーザの導入に際しても試行錯誤が看取された。まず有峰ダムでは、ブルドーザの廃土板を取り除き、6本のバイブレタを固定した機構で試みられていたが、バイブレタの垂直挿入の原則が確保されず、次の奥只見ダムでその問題が解決された。奥只見ダムではフォークリフトのような垂直昇降機がブルドーザに取り付けられ、そこにバイブレタが固定された。この試みは黒部ダムでも踏襲されたことが明瞭に記録されていた。

事業主と施工請負の異なる工事現場に、なぜ短期間に新技術が伝搬したのか、大きな疑問が生じた。本論文は新たに関係者ヒアリングや文献調査を行い、この疑問を解決しようとするものである。経験蓄積を基とする土木技術の確立と発展のメカニズムを考察しようとするもので意義あるものと思われる。

3. 全断面機械化掘削—新たな文献研究の結果—

3.1. 全断面掘削工法的事例

ダム便覧、建設工事誌などから、戦後の発電専用ダムで堤高100mを超えるダムのうち、トンネルの全断面掘削工法が採用されたのは、佐久間、奥只見、有峰、黒部の4つである。これに、成岡が全断面掘削工法の先駆として指摘し、『日本土木史』⁷⁾にも記述のある東上田発電所を加え、5つのトンネル工事に関する文献の記述を整理する。

(1) 東上田発電所：導水路トンネル

佐久間ダムでの全断面掘削工法の採用は土木技術史上、画期となったが、わが国に初めて導入された事例ではない。成岡によると⁸⁾、全断面掘削工法が初めて用いられたのは、東京電力・幸知水力発電所の水路工事であり、中部電力・東上田水力発電所の導水路トンネルで本格的に機械化が図られた。このとき加納儉二が渡米して工法を導入したことが示されている。これがトンネル施工における機械化導入の契機となった。

加納は京都帝大を卒業後に鉄道省に勤務し、関門鉄道トンネルの工事に関わった。その間、数々のトンネル工事を計画し、施工に関与した。その後、1949(昭和24)年、熊谷組に入社し、専務、副社長を務めた⁹⁾。

加納が加わった熊谷組は1953(昭和28)～56(昭和31)年にかけて中部電力・東上田水力発電所の第4号トンネル(3644m)において全断面掘削を試みた。さらに、同トンネルには部分的に米国式伸縮型枠、すなわちスチールフォームが使用され、コンクリートプレサを用いて覆工も機械化された。

熊谷組による第4号トンネルが含まれる第1工区に隣

接した第2工区は佐藤工業が施工を請け負っていることが判明した¹⁰⁾。佐藤工業には、間近に全断面掘削工法を目にする機会に恵まれていたことが示唆される。

(2) 佐久間ダム：仮排水・導水路・鉄道(大原)トンネル

佐久間ダムでは仮排水トンネル、導水路トンネル、国鉄飯田線の付け替えに伴う大原トンネルにおいて全断面掘削工法が採られた。仮排水トンネルでは両坑口部および上流方開削部の約500mのみ覆工された。導水路トンネル、大原トンネルではコンクリートポンプによって機械化覆工された。

米アトキンソン社の指導の下、仮排水トンネルの掘削は間組が請け負った。他方、発電所に付属する導水路トンネルならびに国鉄飯田線の水没区間の付替えに伴う大原トンネルの掘削は熊谷組が請け負った。伊東は¹¹⁾、導水路トンネルや大原トンネルの現場に関西電力が急ぎ見学に来たことを明らかにした。黒部ダムへの継承を示唆している。

(3) 奥只見ダム：第5工区第13号トンネル

鈴木には¹²⁾、奥只見ダムで資材搬入用に道路が整備され、第6、10、13号トンネルで全断面掘削工法を採用したことが示されている。最長は第5工区13号トンネル(長さ3029m、幅6.5m、高さ4.8m)である。奥只見ダムの事業主は佐久間ダムと同じ電源開発であり、資材搬入道路第5工区の施工請負は大成建設であった。

さらに鈴木は、第13号トンネルが全断面掘削工法で施工された際、佐久間ダムの飯田線付け替え工事の際に用いられたコンウェイ100型ショベルローダー2台が転用されており、掘削機械は電源開発の所有であったことを示している。大成建設は大阪機械研究所において11ブームのジャンボおよび6m³積ダンプカー30台を新たに製作し、持ち込んだと示されている¹³⁾。電源開発という同一の事業主を介して新技術の伝搬が行われたことが示唆される。また、熊谷組以外の施工請負業者も全断面掘削工法を行うまでになっていたものと推論される。

(4) 有峰ダム：和田川第1、第2発電所導水路トンネル

有峰ダムの仮排水トンネルは、戦前の1937(昭和12)年、在来工法で着工した。戦争によって工事は中断したが、戦後、ダムの嵩上げが行われ、和田川第1、第2発電所に導水する圧力トンネルが1956(昭和31)年10月に掘削開始され、1958(昭和33)年3月に完成した。直ちに覆工作業が始まり1958(昭和33)年10月に終了した。この第4号トンネル下口において全断面掘削工法が選択され、かつ覆工も機械化された。ダム本体は前田建設が請け負ったが、導水路トンネルは佐藤工業が請け負ったことが工事誌に示されている¹⁴⁾。

(5) 黒部ダム：関電トンネル、黒部トンネルおよび導水路トンネル

黒部ダム建設の人員、資材、機器などを輸送する目的で関電トンネルが計画された。工事誌によると¹⁵⁾、全長を4トンネルに分割し、最大の長さは第2号トンネルの3527.14mである。破砕帯に苦しめられたことで知られて

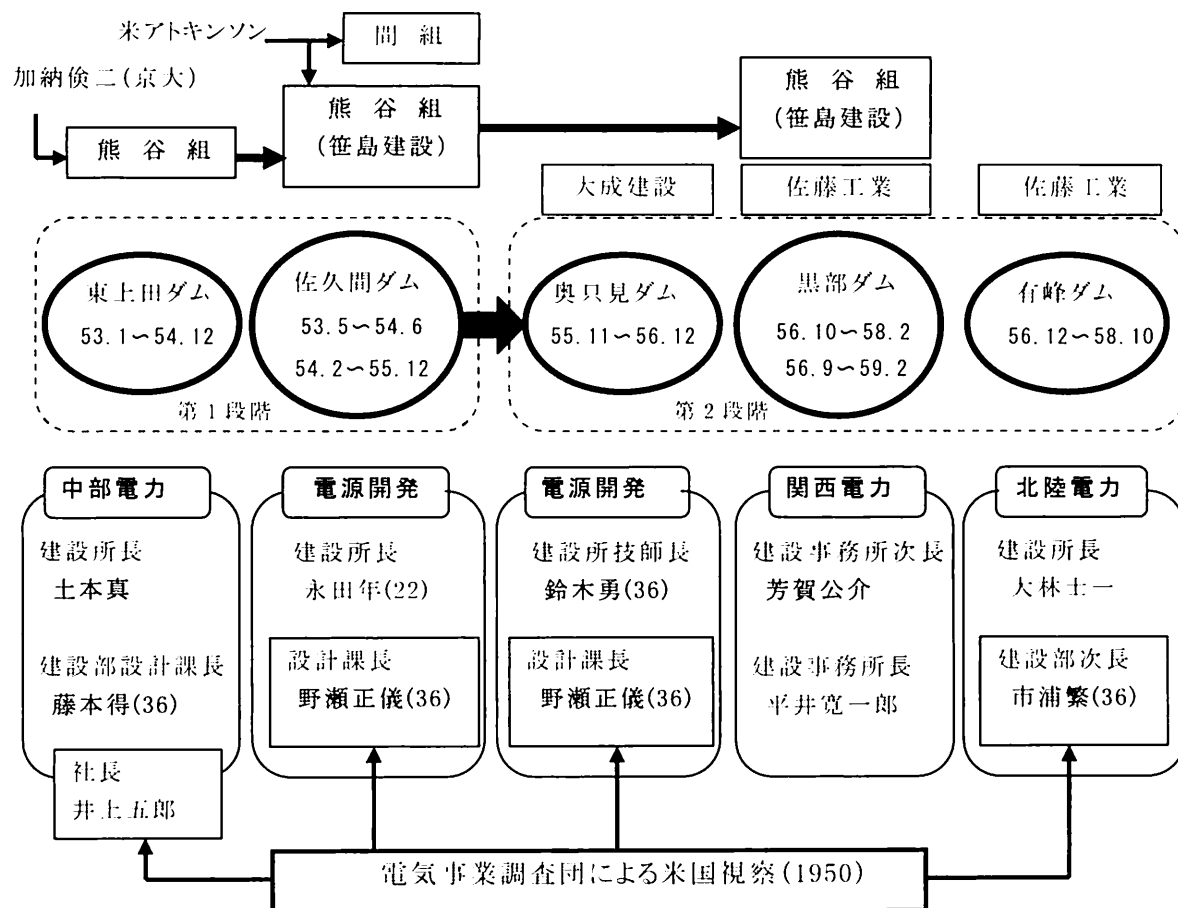


図1 全断面機械化掘削工法の伝搬

注) 建設工事記録、社史などから作成した。ダム名の下に全断面掘削が行われた時期を示した。佐久間ダムでは仮排水トンネル(上)、大原トンネル(下)の掘削時期を、黒部ダムでは関電第2号トンネル(上)、黒部トンネル(下)の掘削時期を、さらに有峰ダムでは和田川第一、第二発電所への導水路トンネルの掘削時期を示した。事業主側のキーパーソンを示した。報文執筆者はゴシックで表した。東大土木卒業生の場合、カッコ内に卒業年を示した。芳賀公介は名工高の卒業である。また、電気事業調査団として米国視察した人物は枠で囲った。

いる。この施工は熊谷組が請け負い、実働隊として笹島班が担当した。

発電所への輸送路トンネルとして黒部トンネルも計画された。全長 10193.82m を上流側 3527.13m、下流側 6666.69m に分割して掘削作業が行われた。前者は熊谷組、後者は佐藤工業が請け負った。一部を除き、ほぼすべて全断面掘削工法が採用されたことが工事誌に示されている。

全長 10327.07m の導水路トンネル掘削の大半は佐藤工業が担当した¹⁹⁾。圧力トンネルであり、内径 4.80m の円形トンネルが掘削された。第1~4トンネルに分けられたが、一部を除き全断面掘削工法が採用された。

3. 2. 文献情報の整理

以上の文献情報を整理し、東上田発電所、佐久間、奥只見、黒部の各ダムにおいて全断面掘削工法が採用されたトンネルの施工時期を事業主、施工請負などとともに図1にまとめた。

東上田発電所と佐久間ダムはわが国に全断面掘削

工法が導入された最初期の施工案件に該当する。これを第1段階とする。東上田発電所・導水路、佐久間ダム・仮排水トンネルおよび大原トンネル掘削の時期を示した。これに対し、奥只見ダム、黒部ダム、有峰ダムは第1段階での実績を検討し採用した第2段階に該当する。奥只見ダムにおける輸送路、黒部ダムでの関電トンネルおよび黒部トンネル、有峰ダムにおける導水路(圧力)トンネルの全断面掘削時期を示した。

第1段階での施工は熊谷組が技術導入の先導役となった。第2段階では、黒部ダムで熊谷組の他、佐藤工業が、奥只見ダムでは大成建設なども全断面掘削工法を行うまでになっていた。黒部ダムに関しては、少なくとも関電2号トンネルでは、技術蓄積に先行する熊谷組を介して、また、奥只見ダムでは事業主である電源開発を媒介として大成建設への全断面掘削工法の伝搬が読み取れる。佐久間ダムでの使用機械を転用した事実がその証左である。しかし、有峰ダムにおける北陸電力と佐藤工業への伝搬は媒介者の脈絡がなく、やや説明

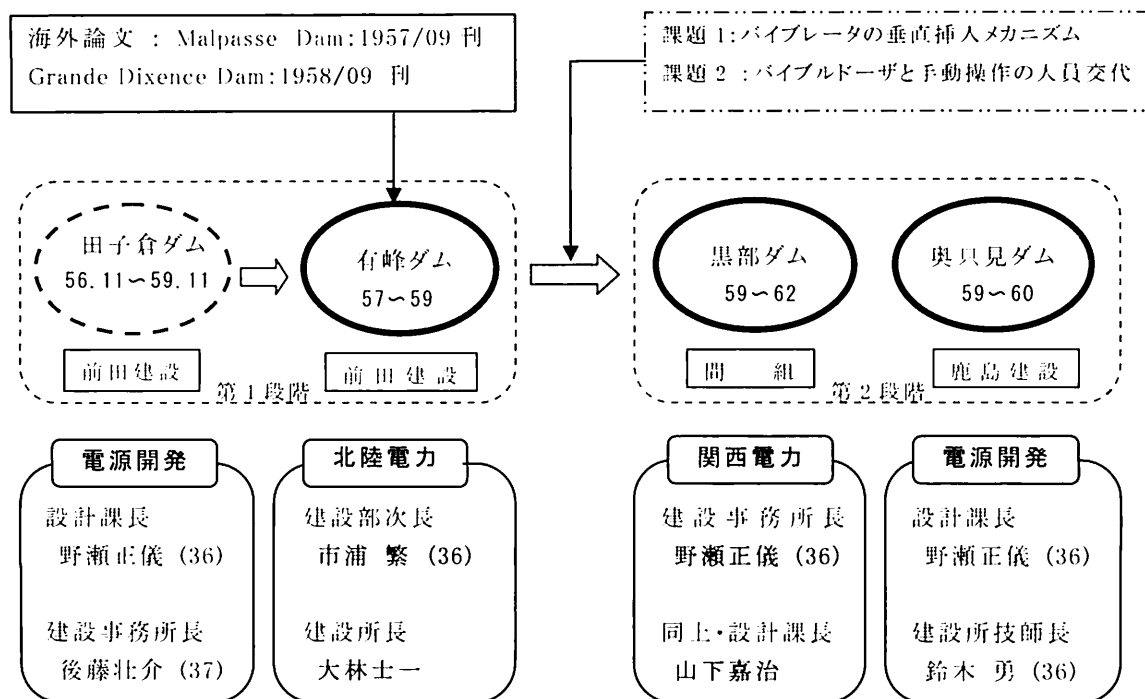


図2 バイブルドーザの導入と改良改善

注)建設工事記録、報文などを基に作成した。ダム名の下にバイブルドーザ使用期間を記載した。ただし、田子倉ダムではダム本体施工期間である。事業主側のキーパーソンを示した。報文執筆者はゴシックで表した。奥只見ダムの場合、野瀬、鈴木ともに1959年に転籍しているため、バイブルドーザとの関わり方が正確にはわかっていない。キーパーソンが東大土木卒業生の場合、カッコ内に卒業年を示した。

が難しい。

3.3. バイブルドーザの試行錯誤

(1) 有峰ダム

工事誌には¹⁷⁾、バイブルドーザの使用開始時期は正確に記載されていない。しかし、バイブルドーザの使用が25tケーブルクレーン使用時の効率化を目的としていたことが明記されているため、25tケーブルクレーンを使用した1957(昭和32)年7月から1959(昭和34)年10月がバイブルドーザの使用期間であると推測される。

1959(昭和34)年1月刊行の大林・市浦による報文には¹⁸⁾、セメントの輸送、骨材の製造と輸送などがいかに機械化されても、最後のコンクリート打設が人力によるバイブレータ操作では効率的な施工とはならず、この最終工程の機械化を実現するバイブルドーザを重要視したことが示されている。このバイブルドーザはスイスのMauvoisinダム(1957年竣工)、Grande Dixence(執筆当時工事中)ダムでの使用情報を入手して、有峰ダムへの導入を決断した。このとき、D-30ブルドーザの廃土板が取り外され、そこにバイブレータ6本が固定された。

大林・市浦報文には、有峰ダムでのバイブルドーザ導入にあたって、田子倉ダムでの試行結果を参考にした事実も示されている。田子倉ダムの事業主は電源開発であり、ダム本体の施工は有峰ダムと同じ前田建設が請け負っていたことが幸いしたことも示されている。

(2) 奥只見ダム

工事誌によると¹⁹⁾、奥只見ダムでは、フォークリフトタイプのインターナショナルTD-9とD-50ブルドーザを改造し、バイブレータ6本を固定したバイブルドーザを、1959(昭和34)年末から1960(昭和35)年にかけて使用した。トラクターのような垂直昇降機がブルドーザに固定され、バイブレータの垂直挿入が担保されている。有峰ダムで顕在化した機械上の問題の解決がここでなされていることが示されている。

他方、クーリングパイプに近い第1層のコンクリート打設、および型枠に近い部分などではバイブルドーザは不適で、締め固め場所によって人力によるバイブレータ操作とバイブルドーザ操作の切り替えが必要であったが、これに伴う人員配置の転換が難しかった。その結果、1年でバイブルドーザの使用を停止したことが記述されている。機械としての完成度は高まったが、オペレーションに問題が生じたことが示されている。

(3) 黒部ダム

野瀬・山下は²⁰⁾、黒部ダムでのバイブルドーザの実績について1961(昭和36)年6月刊行の報文で詳細を著している。これによると、1958(昭和33)年8月に、有峰ダムと同じブルドーザの廃土板を外してバイブレータを固定したバイブルドーザのテストを開始していることが示されている。「この試験では満足できるものは見当たらなかったが、しかし、若干の改良を施せば十分実用化できる見通しをつかむことができた」と記述されている。

その改良点の一つは、フォークリフト型のブルドーザを採用し、パイプレータの挿入と引き抜きの角度、速さの調節が行われていることが示されている。具体的には、インターナショナル社製 TD-9 の廃土板の代わりにフォークリフト式フレームを取り付け、そこにパイプレータを固定している。奥只見ダムでの試みと同一である。奥只見ダムとの情報共有が暗示されている。

工事誌によると²¹⁾、インターナショナル社製 TD-9 は 1958(昭和 33)年の時点ですでに選択されていたことが示されている。このことから判断すると、8 月の試用の時点でパイプレータの挿入、引き抜き角度に関する問題は解決されていた。有峰ダムで認識されていた問題点は黒部ダム関係者に伝搬していたことが推測される。また、建設記録に記録された月別コンクリート打込み数量表から、実際のパイプドーザの使用期間は 1959(昭和 34)9 月から 1962(昭和 37)年秋までと推測される。とするなら、黒部ダムは奥只見ダムよりも早い時点で、もしくは奥只見ダムとほとんど同じ時点でパイプドーザ改良の解を得ていたことが示される。

3. 4. 文献情報の整理

パイプドーザの使用時期、改良と改善の事項も含め、図 2 に示した。

田子倉ダムにおけるパイプドーザ使用についての詳細は工事誌にも記述が見られない。そのため、田子倉ダムのみダム本体打設期間を示した。この実績を電源開発、前田建設から得て有峰ダムでの実用化が企図された。有峰ダムでのパイプドーザ試用期間は 1957(昭和 32)～1959(昭和 34)年と推定されることは前述のとおりである。この二者は先行第 1 段階といえる存在である。ここで 2 つの課題、即ち、(1)パイプレータの垂直挿入メカニズム、(2)手動操作との人員交代、が生じた。

第 2 段階である奥只見ダムと黒部ダムはこの第 1 段階での実績を踏まえ、ほぼ同時期にまず(1)を解決した。黒部ダムで解決され奥只見ダムに伝えられた可能性も否定できない。また、(2)は黒部ダムでは解決したが、奥只見ダムでは解決できず使用を断念した。

4. 報文を執筆した土木技術者の属性

4. 1. トンネル全断面掘削工法

学会誌などに掲載された報文の執筆者を調査することで、5 つの発電所ないしダムの施工にあたり、事業主側におけるトンネル掘削のキーとなった人物の所属の抽出を試みることにする。ダム名もしくは発電所名で CINH および国立国会図書館の OPAC を用いて検索し、トンネル掘削に関する論文を博搜した。トンネル工事に関する名称の論文がない場合、全体計画等の論文の中からトンネル工事の記述のあるものを選択した。その結果を表 1 に示すとともに、図 1 にこれらキーパーソンと思われる人物の名を追記した。

佐久間ダムに関する報文は、ダムの規模、意義に比して少ない。佐久間ダムでは建設事務所長の永田年の

貢献が知られているが、佐久間ダムの計画を立案したのは当時電源開発計画課長・野瀬正儀であることが示されている²²⁾。

4. 2. パイプドーザ

パイプドーザの試みを記述した報文は 2 本に限定された。有峰ダムでは前述の大林士一・市浦繁が論述している²³⁾。大林は有峰ダムの建設所長であり、市浦はダム建設部次長である。この報文の中で田子倉ダムでの試用を参考にしたことが示されている。田子倉ダム建設所長は後藤壮介であった。

奥只見ダムでの試用実績に関する報文は見当たらない。トンネルの報文を執筆した鈴木勇・建設所技師長は 1959(昭和 34)年に東京電力に転籍しているため。パイプドーザの試行錯誤に関与した確証はない。ただ電源開発本店における奥只見ダム設計担当は野瀬正儀であり、野瀬の関与も否定できない。

黒部ダムでのパイプドーザの使用に関して、野瀬正儀・山下嘉治が寄稿している。野瀬が建設事務所長として赴任したのは 1959(昭和 34)年 3 月であり、1958(昭和 33)年 8 月のパイプドーザ試用は建設事務所土木課副長の山下である。

彼らがパイプドーザの導入と改良改善に関わったキーパーソンであると思われる。

5. 考察

5. 1. 熊谷組を介したトンネル全断面掘削工法の技術伝搬

鉄道省において数々のトンネル工事の経験を有する加納儉二がアメリカから導入した全断面掘削工法は、熊谷組に伝えられ、幸知水力発電所水路工事を経て東上田発電所水路工事に結び付いた。その技術は、米アトキンソンの指導を受け、佐久間ダムの仮排水トンネル、圧力トンネル、および国鉄飯田線大原トンネルにおいて大型化し一層の発展を見せた。佐久間ダムの仮排水トンネルが掘削されるほぼ同時期に、国鉄飯田線水没区間の付替え工事が行われたが、熊谷組は大原トンネルに全断面掘削工法を採用した。関西電力は佐久間ダムの導水路掘削工事ならびに大原トンネル掘削工事を視察、調査しており、黒部ダムの関電トンネルにおける全断面掘削工法の採用を検討した。佐久間ダムでの技術蓄積は、黒部ダム関電トンネルに継承された。

この事実に基づくと以下の 2 点が演繹される。第一に、全断面掘削工法は佐久間ダムにおいて初めて導入されたものではなく、すでに施工業者にある程度の経験蓄積があったこと。第二に、それを最初に導入した加納儉二と熊谷組を軸として佐久間ダムから黒部ダムに全断面掘削工法が継承されたことである。この時期、熊谷組のトンネル分野における技術発展の貢献は大きい。

熊谷組以外の施工業者への技術伝搬はどう考えるのか。笹島は、国鉄飯田線大原トンネルの施工中、国鉄、建設省、電力会社、ゼネコンなどから多数の見学者の

表1 トンネル全断面機械化掘削施工に関する学会誌報文とその執筆者

執筆者	執筆時の所属と役職	報文タイトル	掲載誌
藤本 得	中部電力 建設部計画課長	東上田発電所トンネル工事の機械化施工について	日本機械学会誌 Vol. 56, No.413, pp.90-93, 1953年6月
上本 真	中部電力 東上田水力建設所長	東上田水力発電所建設工事に於ける隧道の機械化施工について	発電水力 No.12, pp.24-35, 1954
野瀬正儀	電源開発 副総裁	佐久間ダムにおける大規模機械化施工の実現の経緯	建設の機械化 No.351, pp.10-13, 1979年5月
鈴木 勇	電源開発 奥只見建設所技師長	奥只見発電所新設道路工事について	発電水力 No.29, pp.17-38, 1957年7月
鈴木 勇	電源開発 奥只見建設所技師長	奥只見工事用資材の輸送について	建設の機械化 No.108, pp.7-16, 1959年2月
市浦 繁	北陸電力 建設部次長	有峰ダム工事計画について	土木学会誌 Vol.43, No.6, 1958年6月
市浦 繁	北陸電力 建設部次長	有峰常願寺川発電計画概要	発電水力 No.32, pp.11-16, 1958年1月
市浦 繁	北陸電力 建設部次長	有峰常願寺川発電計画概要Ⅱ（有峰ダム、和田川第1および第2発電所工事において）	発電水力 No.33, pp.1-13, 1958年3月
芳賀公介	関西電力 黒部川第四発電所建設 事務所次長	トンネル破砕帯の処理について	発電水力 No.34, pp.37-54, 1958年5月
芳賀公介 村上 功	関西電力 黒部川第四発電所建設 事務所次長・土木課長	大町第二号トンネル掘削特に破砕帯工事について -1-	土木技術 Vol.13, No.7, pp.31-39, 1958年7月
芳賀公介 村上 功	関西電力 黒部川第四発電所建設 事務所次長・土木課長	大町第二号トンネル掘削特に破砕帯工事について -2-	土木技術 Vol.13, No.8, pp.41-52, 1958年8月
芳賀公介 村上 功	関西電力 黒部川第四発電所建設 事務所次長・土木課長	大町第二号トンネル掘削特に破砕帯工事について -3-	土木技術 Vol.13, No.9, pp.40-44, 1958年9月

（出所）CINIL 国立国会図書館で検索した学会誌などから作成

訪問が頻繁にあったことを明らかにした（注 1）。伊東が示した関西電力だけが見学者ではなかった²⁴⁾。また、笹島は、見学が許可されたすべての団体に対し、一様に重要な技術情報を公開したわけではないことを指摘した。こうした見学許可と技術情報の開示の管理は、事業主や建設事務所長の権限で行われた。事業主側の建設事務所長と所長に指示を出した本店の施工管理部門の担当者への関心が高まる。

5. 2. 東大土木同窓生の貢献

5. 2. 1. トンネル全断面掘削工法と東大土木卒業生

熊谷組を介した技術伝搬だけでは、特に佐久間ダムから有峰ダムへの技術伝搬は説明し難い。何か別の伝搬媒体の存在があったことが示唆される。そこに関わった「人」への省察が欠かせない。一つの解釈として、大学同窓という技術コミュニティの役割を検討したい。

表 1 に示した野瀬正儀、市浦繁、藤本得、鈴木勇はいずれも東大土木の卒業生である。東大土木同窓会への調査によると、市浦は 1935（昭和 10）年の卒業であるが、他の 3 名はいずれも 1936（昭和 11）年卒業の同級生である。1936（昭和 11）年卒業者のうち電力会社に入社し水力開発に関わった者を、同窓会名簿から抽出し表 2 にまとめた。

（注 1）2010 年 3 月 4 日、ヒアリング実施。

（注 2）井上五郎は本邦初の中空重力式である井川ダムの建設にも大きく関与している。

浅尾格は 1932（昭和 7）年に入学したが、卒業は 1 年遅れ、1933（昭和 11）年卒業となっている。多くは地域の電力会社に就職し、その後日本発送電に在籍した。戦後、市浦と藤本はそれぞれ商工省、経済安定本部に在籍し、その後、日本発送電分割後の電力会社で地域の電源開発に関わるようになっていった経緯が表 2 に示されている。彼らが計画、施工に関与したダムの形式と特徴を考慮すると、浅尾（御母衣：ロックフィル）、鈴木（奥只見：重力式で堤高が日本一）、田代（上樵葉：初の本格的アーチ式）、野瀬（佐久間：重力式、黒部第四：アーチ式で堤高日本一）、藤本（井川：初の中空重力式）と、戦後の発電用大ダムの画期となった事業を、それぞれが新記録、新技術を競うように手掛けていることに気がつく。

市浦繁と 1936（昭和 11）年卒業組との関係は、学年が異なることもあり希薄な印象を与えるがそうではない。特に、市浦は野瀬と深い親交がある。野瀬と市浦は 1950（昭和 25）年 1 月から 90 日間、GHQ が組織した電気事業調査団の一員として渡米している²⁵⁾。この視察団総勢 16 名のうち、野瀬と市浦は水力設計・建設班として同一行動をとり、Hoover ダムをはじめ、コロンビア川 Grand Coulee ダム、開拓局の研究所、建設重機の Euclid 社、TVA などを見学している。視察団の中には、経営班の一人として中部電力社長・井上五郎の名前を見ることが出来る（注 2）。

表2 水力電力の開発に関わった東京大学土木工学科卒業生－1936年卒業生を中心にして－

卒業生名	入学年	卒業年	所属(1936年)	所属(1948年)	所属(1959年)
市浦繁	1932	1935	大同電力	商工省電力局施設課	北陸電力 建設部次長
浅尾格	1932	1936	朝鮮総督府内務局 京城出張所	日本発送電 三沢工事事務所	電源開発 御母衣建設所長
鈴木勇	1933	1936	東京電灯 発電計画課	日本発送電 梓川電力所土木課長	東京電力 建設部次長
田代信雄	"	"	東邦電力	日本発送電 九州支店土木部工事課長	九州電力 土木部長
野瀬正儀	"	"	富士電力	日本発送電 建設局土木部設計課	関西電力 黒部川第四建設所長
藤本得	"	"	矢作水力 第二土木課	経済安定本部 建設局産業施設課	中部電力 工務部次長
水越達夫	"	"	大日本電力 秋田事務所	日本発送電 関東支店水路課長	東京電力 建設部調査役

(出所)東大土木同窓会名簿を基に作成

野瀬は、衣食住すべてに困窮したこの時期に行われた米国視察が、強烈な印象を与えたことを強調するとともに、米国で見聞した情報を基に佐久間ダムにおける施工法を立案したと述懐している²⁵⁾。市浦も同様に強い感銘を受けたことを示している²⁶⁾²⁷⁾。いまだサンフランシスコ平和条約が締結されておらず、戦後の傷痕が払拭されない時期に、水力発電の先進国におけるアメリカを訪問し、そして大型重機を使った機械化施工を目にする機会を得たわずかな日本人の中に、野瀬、市浦、井上らの名を見ることができる。

もともと市浦は商工省勤務時代、各電力会社におけるダムおよび発電所の新技術導入に関して指導的な役割を果たしてきたことも看過できない。米国視察はから帰国後、土木施工における機械化の重要性を啓蒙する論文を連載で掲載している事実もある²⁸⁾²⁹⁾³⁰⁾。

市浦と野瀬という、大学の同窓でかつ1年先輩後輩の関係、さらには強烈な印象を与えた米国視察団の同行者という濃密な関係を注視すると、野瀬と市浦を介し、佐久間ダムの経験蓄積が有峰ダムに伝搬したのではないかと推論できる。佐久間ダムの工事現場に有峰ダム関係者が訪問し、技術情報を得たのではないかとする仮説を立てることは蓋然性があるものと思われる。傍証ではあるが、当時、北陸電力土木部に勤務していた稲松敏夫も佐久間ダムを二度訪問したと述べている³¹⁾。

5. 2. 2. バイブルドーザ導入における東大土木同窓生

トンネル全断面掘削工法の伝搬における東大土木同窓生による技術コミュニケーションの蓋然性は、ダム本体打設におけるバイブルドーザの技術情報共有に関しても示されている。

バイブルドーザが初めてわが国で試みられたのは有峰ダムである。1957(昭和32)～58(昭和33)年にかけて使用された。1959年1月に刊行された大林・市浦論文によると³²⁾、田子倉ダムでの試用実験の成果を参考に

したことが示されている。市浦らは両ダムに前田建設が共通していることも幸いしたと述べている³³⁾。田子倉ダム事業主である電源開発と施工請負である前田建設両者の技術蓄積を引用したことが暗示されている。

現場での新技術導入の指揮を執るのは建設所長である。田子倉ダム建設所長は後藤壮介であった。後藤も1937(昭和12)年東大土木の卒業生である。

有峰ダムの試み、特にバイブレータの垂直挿入を確保する点はすぐに具体化した。奥只見ダムは、フォークリフトのような垂直昇降機が取り付けられ、1959(昭和34)～60(昭和35)年にかけてバイブルドーザが使用された。有峰ダムの試みからわずか1年後に問題点を解消していることに刮目すべきである。しかし、型枠に近い部分の締め固めなど、従来の人力操作に依存せざるを得ない場面との転換、特に人員交代に難があり、結局挫折することとなった。奥只見ダム建設技師長は鈴木勇である。鈴木も東大土木1936(昭和11)年の卒業生である。さらに、電源開発本店で奥只見ダムの設計を担当したのは野瀬正儀である。

バイブルドーザの技術が確立するのは黒部ダムであるが、野瀬・山下による1961(昭和36)年1月の報文では、1958(昭和33)年8月からバイブルドーザのテストを行っていることを示している。ただし、野瀬が黒部ダムに赴任したのは1959(昭和34)年3月のことであるから、最初のバイブルドーザのテストは山下を中心に行われたはずである。野瀬は、バイブルドーザの試行錯誤の経緯の中で、コンクリートのスランプとの相性に関して、東大・吉田徳次郎、國分正胤に助言を求めたことを示している³⁴⁾。國分もまた東大土木1936(昭和11)年の卒業生である。

6. 結論

大ダム会議、土木学会、論文・文献などの技術媒体によって当時の土木技術者は最新の土木技術情報を

人手していたものと考えられる。しかし、それだけでは戦後の発電用大ダム建設時代の技術伝搬を説明するには不十分であると思われる。各ダム施工現場における試行錯誤の知識蓄積が、事業主や施工請負の違いを越えて短期間に伝搬した事実を鑑みると、そこには大ダム施工現場で悪戦苦闘する建設事務所長を中心とした現場スタッフ、および彼らをバックアップする立場の電力会社本店の計画立案責任者を加えたネットワークを介し、技術情報の共有があったと見た方が妥当である。

その人的ネットワークには、東大土木 1936(昭和 11)年卒業生が多数含まれていた。わが国最高学府の頂点に立つ東京帝国大学の卒業生として最高の頭脳を有していたことはいうまでもないが、卒業後およそ 20 年の経験を重ね、技術者として最も能力発揮する年代に達していた。

なぜ、1936(昭和 11)年卒業生だったのか。この人的ネットワークは各人が対等な関係であったというより、野瀬正儀を中心としたものであったと考えることで説明が可能である。

野瀬は、戦後の傷痕が払しょくできない 1950(昭和 25)年に渡米し、最新のダム技術に最初に触れた日本人技術者の一人であった。彼が帰国後、近代的機械化土木施工による大ダムの嚆矢ともいえる佐久間ダム建設を計画立案し、またその後、黒部ダムにも関わった。このような経緯を基に、新技術の導入と試行錯誤の情報交換を重ねる中で、野瀬を核とした技術者コミュニティが形成されていったのではないかと推測する。

7. 謝辞

本研究は平成 20～21 年度科研費「映像史料分析による昭和 30 年代のダム建設技術の革新」の一部を基にしている。笹島建設株式会社名誉会長・笹島信義氏には格別のご配慮でインタビューの機会を頂いた。東大土木同窓会事務局山智則准教授には資料閲覧にご高配を頂いた。感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 土木学会日本土木史編集委員会編:『日本土木史』, pp.1508-1510, 1973 年
- 2) 北陸電力:『常願寺川有峰発電所計画工事誌』, p.343, 1964 年
- 3) 上掲 2), p.207-212
- 4) 水越達雄:「コンクリートダムの施工方法の変遷」, 土木学会論文集, Vol.384, pp.1-7, 1987 年
- 5) 松浦茂樹:「コンクリートダムにみる戦前のダム施工技術」, 土木史研究, Vol.18, pp.569-578, 1998 年
- 6) 馬淵浩一, 今尚之:「建設記録映画の分析による戦後日本の発電用コンクリートダム建設技術の発展」, 土木史研究講演集, Vol.29, pp.115-126, 2009 年

- 7) 上掲 1), pp.840-842, 1973 年
- 8) 成岡昌夫:『新体系土木工学 別巻土木資料百科』(土木学会編), 技報堂出版, p.179, 1990 年
- 9) 大塚本夫:「加納俊二」(土木学会誌訃報記事), 土木学会誌, Vol.69, No.6, p.52, 1984 年 6 月
- 10) 「東上田発電所の概要」(中部電力内部資料)
- 11) 伊東孝, 大沢伸生, 「土木技術の革新 佐久間ダム」, 『ダムをつくる』, p.231-233, 1991 年
- 12) 鈴木勇:「奥只見発電所新設道路工事について」, 発電水力, 通号 29 号, pp.17-38, 1957 年
- 13) 上掲 12)
- 14) 上掲 2), p.600
- 15) 関西電力:『黒部川第四発電所工事誌』, p.871
- 16) 佐藤工業 110 年史編纂委員会:『110 年のあゆみ』, p.324-328, 1972 年
- 17) 上掲 2)
- 18) 大林士一, 市浦繁:「有峰ダムにおけるパイプロードーザによるダムコンクリートの締固めについて」, 建設の機械化, No.107, pp.28-31, 1951 年
- 19) 鹿島建設奥只見出張所:『奥只見ダム工事誌』, p.3-26, 1962 年
- 20) 野瀬正儀, 山下嘉治:「黒四のパイプロードーザについて」, 建設の機械化, No.136, pp.32-36, 1961 年 6 月
- 21) 上掲 15), p.764
- 22) 野瀬正儀:「佐久間ダムにおける大規模機械化施工実現の経緯」, 建設の機械化, No.351, pp.10-13, 1979 年 5 月
- 23) 上掲 18)
- 24) 上掲 11)
- 25) 『電力調査団 25 周年』, 1975 年 12 月(関係者配布資料)
- 26) 市浦繁:「米国水力発電所視察旅行の印象」, 土木技術, Vol.5, No.7, pp.33-35, 1950 年
- 27) 市浦繁:「米国における最近のダム工事について」, 建設の機械化, No.29, pp.9-14, 1952 年 7 月号
- 28) 上掲 25), pp.31-34
- 29) 市浦繁:「電源開発を促進する土木機械(1)」, OHM, Vol.40, No.10, pp.833-836, 1953 年 8 月号
- 30) 市浦繁:「電源開発を促進する土木機械(2)」, OHM, Vol.40, No.11, pp.833-836, 1953 年 9 月号
- 31) 稲松敏夫:「電力土木の歴史ー第 2 編ー電力土木人物史(その 6)」, 土木史研究, Vol.18, pp.303-308, 1998 年
- 32) 上掲 25), pp.8-11
- 33) 上掲 18)
- 34) 上掲 20)