

ICOLD をめぐる動き (第 37 報)

—日仏技術協力第 3 年度—

松 本 徳 久*

日仏「地震解析と耐震規程」に関する技術協力は2013年8月から開始され、今年は3年目の最終年にあたり、フランスで日仏2国間ワークショップとヨーロッパ地震ワーキンググループのシンポジウムを開催した。第1年度、第2年度の内容は大ダムに掲載している¹⁾。

1. 日仏ワークショップ

日本大ダム会議 (JCOLD) とフランス大ダム会議 (CFBR) のワークショップはモンサンミシェル (Mont Saint Michel) で8月29~30日の2日間開催された。ワークショップでは、論文ではなくパワーポイントを持ち寄り、口頭発表でそれぞれの持論を述べる型式である。

第1日の8月29日(月)の午前中、次の5個の発表があった。

龍岡文夫 「土の応力-歪み特性をモデル化するときのいくつかの課題」



写真—1 ワークショップの状況 (その1)



写真—2 ワークショップの状況 (その2)

龍岡文夫 「簡便法の仮定と結果に関する議論」

松本徳久 「表面遮水壁型ダムの堤頂パラペットウォールの耐震性」

曹 造延 「荒砥沢ダムの3種の解析の比較」

Philippe Kolmayer 「荒砥沢ダムのいくつかの解析からの教訓」

第1日の午後には Rance 潮汐発電所を見学した。

この潮汐発電所は、1961~1966年に建設、干満差平均8.2m、最大13.5m、堤頂長640m、10MWの発電機を24基有し計最大240MWの発電出力を持つ。技術的課題としては、①潮の干満を最適に利用して発電する運用、②流量変化が大きい(4,000~18,000m³/s) ことに対応するバルブタービンの開発、③腐食対策(カソード電極法)、④建設時の仮締め切り、⑤運用後の堆砂、がある。年間540,000,000kWhのエネルギーを発電している。

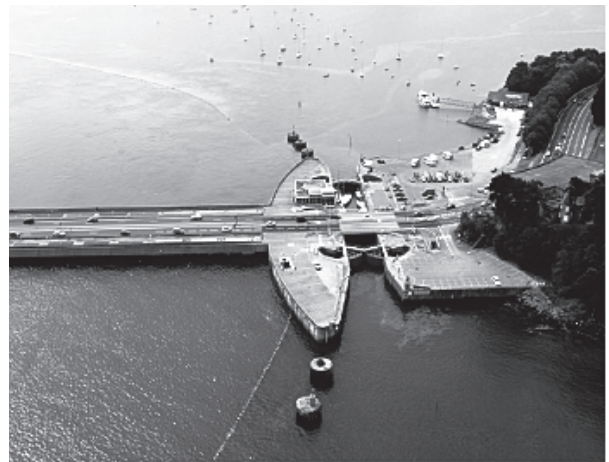
第2日の8月30日(火)には次の4発表があった。

柏柳正之 「日本におけるコンクリートダムの地震解析の現状」

Emmanuel Robbe 「田子倉ダムと黒部ダムのFEM解析とJCOLD データベースの最新の結果」

Frederic Andrian 「重力式ダムの地震解析の逸散減衰と境界条件の影響」

Eric Bourdarot 「JCOLD-CFBRの3年間の技術交流の主な結果」



写真—3 ランスの潮汐発電所 (左岸側、道路の下に発電所あり)

* 一般社団法人日本大ダム会議 専務理事

第2日の午後には Couesnon ダムを見学した。

これはモンサンミシェル島と陸の間の堆砂を押し流すためのダムである。満潮のときはオーバーフローで貯水池に潮を流入させ、干潮のときはアンダーフローで流し堆砂を海の遠くに押しやる操作をしている。2009年から

供用開始された。効果はあがって堆砂は減少しモンサンミシェルは島として存続しつつある。

日本側参加者を表—1に示す。

フランス側参加者を表—2に示す。



写真—4 当時アンダーフローで排水排砂中



写真—5 モンサンミシェル島を望む



写真—6 ダム遠望



写真—7 ダムゲート

表—1 JCOLD 参加者

氏名	所属
橋本 徳昭	(一社) 日本大ダム会議
曹 増延	株式会社 JP ビジネスサービス
Antoine Duttine	(株)複合技術研究所
柏柳 正之	電源開発(株)
中村 吉男	愛知工業大学
成田 国朝	愛知工業大学
佐々木 隆	国土技術政策総合研究所
田中 忠次	(一社) 地域環境資源センター
龍岡 文夫	東京理科大学
津國 正一	株式会社竹中土木
安田 成夫	(一財) ダム技術センター
松本 徳久	(一社) 日本大ダム会議

表—2 CFBR 参加者

Bernard TARDIEU	Académie(フランス学士院会員)
Bachir TOULEB	Artelia
Eric BOURDAROT	EDF
Jean-Jacques FRY	EDF
Marc KHAM	EDF
Philippe KOLMAYER	EDF
Emmanuel ROBBE	EDF
Antoine DES GARETS	学生 (EDF で研修中)

2. ICOLD ヨーロッパクラブ 「ダムと地震に関するワーキンググループ (EWG)」のシンポジウム

EWG シンポジウムはサンマロ (Saint Malo) にて開催され全ヨーロッパから約80名が出席した。このシンポジ

ウムは初回であり、日仏2国間の技術協力を母体として発展したと言ってよい。EWGの初代委員長は日仏2国間の仏側コーディネーターを務めてきた Jean Jacques Fry 氏である。

プログラムは下記のとおりである。

開会の挨拶	JCOLD 橋本会長	CFBR M. Lino ICOLD 副総裁
セッション 1	確率論的地震災害度評価	
S1-01	I. Grigoratos, C. Beauval, PY. Bard, M. Belvaux 「フランスにおける SHARE と PSHA を議論する」	
S1-02	C. DUROUCHOUX 「地震危険度評価」	
S1-03	K. Pitilakis 「サイト特性による増幅と減衰」	
セッション 2	表面遮水壁型ダム	
S2-04	松本徳久 「表面遮水壁型ダムの地震時挙動と解析」	
S2-05	中村吉男 「アスファルト遮水壁の耐震性評価」	
セッション 3	土の性質と簡便解析	
S3-06	龍岡文雄 「ダムの安定性に関連する締め固めた土の応力ひずみ特性」	
S3-07	龍岡文雄 「藤沼ダムの材料の性質の評価」	
S3-08	A. DUTTINE 「土の性質が劣化することを考慮した簡便法解析」	
S3-09	C. Durand 「軟弱地盤上のフィルダムの地震解析における SHARMA の方法の見直し」	
S3-10	K. Pitilakis 「斜面のすべり変形を求める簡便法解析」	
S3-11	L. H. LUU 「均一型ダムの地震変形と求める簡便法解析」	
S3-12	M. Jellouli 「フィルダムの変形を求める JCOLD-CFBR 簡便法解析の適用性」	
セッション 4	フィルダムの地震解析	
S4-13	田中忠治 「フィルダムの弾塑性解析—全応力解析と有効応力解析」	
S4-14	B. TOUILEB 「大規模なロックフィルの強い地震と余震の影響」	
S4-15	曹造延 「フィルダムの長期にわたる振動特性の変化」	
S4-16	Luc BOUTONNIER 「空気を連行する流体の圧縮性の影響解析」	
S4-17	安田成夫 「荒砥沢ダムの再現解析」	
S4-18	Marc Kham 「荒砥沢ダムの2次元解析数値モデル」	
S4-19	津國正一 「荒砥沢ダムの3次元非線形解析」	
セッション 5	コンクリートダムの地震解析	
S5-20	佐々木隆 「賀祥ダムの3次元地震再現解析」	
S5-21	E. BOURDAROT 「解析, 実験, 現場実測によるコンクリートダムの地震挙動の検証」	
S5-22	G. FAGGIANI 「モンチチェロダムの地震時挙動 解析と実測の比較」	
S5-23	E. ROBBE 「コンクリートダムの地震解析—計算と実測の比較」	
S5-24	柏柳正之 「コンクリートアーチダムの固有振動数の特性」	
S5-25	J. LEMOS 「アーチダムの強制振動の特性」	
S5-26	E. Robbe 「JCOLD データベースによるコンクリートダムの振動特性」	
S5-27	E. Koufoudi 「ダム—基礎の境界における地震動の空間分布」	
S6-28	B. Tardieu 「コンクリートダムの強い地震動をうけたときの予測」	
S6-29	P. LIGNIER 「BENI-HAROUN ダムの地震時安全性評価」	
S6-30	S. Mével 「重力ダムの簡便法解析—その必要性」	
S6-31	F. ANDRIAN 「重力ダムの基礎—堤体相互作用」	
S7-32	P. G. BOUQUIER 「ゲート設計の日仏比較」	
S7-33	D. GRAVELEINE 「ゲートの FSI 作用を含む FEM 解析と実測による検証」	

シンポジウムの最後に4名がまとめを述べた。

1. フランス農務省 Daniel Loudiere 氏：日仏協力を始めたときは、フランスの耐震規定を強化した時期だった。JCOLD は多くの専門家を派遣してくれ研究から実務まで幅広く協力してくれた。本を作るのは歓迎である

が誰でも読めるものにしてもらいたい。

2. ギリシャの Kiriasis Pitilakis 教授 (国際地盤工学会地震委員会会長)：大地震時におけるダムの強靱性評価をすべきである。また、基礎、ダム、材料のすべてを含む現地データによる解析と実測の比較が今回のテー

マとなる。

3. フランス大ダム会議の J.J.Fry 氏は10項目の結論を述べた。(1) ダム工学における主な教訓は地震でどのようなことが起こったかの観察により生まれる。このシンポジウムは地震時のダムの記録から多くのことが学べることを示した。(2) 日本はダムに多くの地震計を設置し管理している世界で初めての国である。したがって日本は地震について深い洞察力を持っている。(3) すべての実務家は JCOLD が2003年に ICOLD モントリオール大会で地震記録 No.2を配布、2015年には ICOLD スタバンガー大会で No.3データベースを配布してくれたことに感謝している。(4) 解析手法は、実測と比較して正当性を証明して初めて使える。(5) 解析と実測に不一致があれば、その数値モデルには弱点があるわけで改良しなければならない。(6) 地震数値解析の第2段階では固有周期が合わなければならない。このためにはせん断弾性係数を求める必要がある。(7) せん断弾性係数は実測加速度記録の解析、現場での物理探査、常時微動の測定などでわかる。(8) この3日間のセミナーでは減衰定数はブラックボックスのようであった。より科学的に求める手法が必要である。(9) ヨーロッパではより大きな地震動に対してダムの安全検証が求められている。多くのダムがありその所有者には十分な予算の裏づけがなく、解析方法としては簡単で安定した解析方法がもとめられている。(10) 簡単な解析も高度な解析もともに、せん断強度の評価が重要である。弱い材料のダムは地震時に繰り返し荷重で強度が低下する。この強度低下は多くの解析で無視されている。今回のセミナーではこれについての解決方法が示された。なお本をつくるに際して、論文はさらに査読にかけ改良する。10月初旬にフランス大ダム会議は本の題名と内容を理事会にかけ決定し、JCOLD に提案を送る。今回の EWG はイタリアで開く。イタリアでは8月に M6.2の地震があり死者数は300名近い。5 km以内にいくつかのダムがあったが被害はなかったとイタリア大ダム会議の G. Ruggeri 会長から報告を受けている。
4. JCOLD の松本は次のように述べた。シンポジウムの主要点は今の Jean-Jacques が10項目に要約しているので私は5点を述べる。(1) ワークショップと EWG に招待頂きありがたい、CFBR の暖かいもてなしに感謝する。(2) 今回は日本から龍岡、田中両先生に来て頂いた。お二人の知識は日本で最良のものと信じており、フランスのみなさんも楽しめたと思う。(3) フランス側は JCOLD のデータベースを数学的実用的に

高度に活用しており、この方面で大きく進歩しているのに驚いた。JCOLD は2015年にデータベースの解析結果を日仏セミナーで発表しているが、帰国したら JCOLD の解析をより洗練したい。(4) 日仏協力が2国間にとどまらず、ヨーロッパのシンポジウムとして発展したことをお祝いする。(5) 帰国したらシンポジウムの内容を JCOLD 会員に報告し、本を作る編集体制を作りたい。

日仏協力3年間最終成果は本として出版する方向が確認された。CFBR の本に関する提案は下記のとおりである。

すべての CFBR の会員はこの3年間の技術交流において共に働いてきたが JCOLD の友人に大変感謝する。われわれは日本の専門家との交流を楽しみ JCOLD の経験を学んだ。科学と文化の両面でこのような交流は果てがあるものではない。CFBR は簡便解析の検証を JCOLD と連絡を取りながら進めることを真剣に願っている。この連絡は軽い組織で実施できよう。たとえば、JCOLD-CFBR の簡便法は JCOLD のデータベースから抽出した23のダムで検証した。いくつかは低い弾性係数、いくつかは高い減衰の結果となった。これらの極値は共同で研究されなければならない。そのようなことは e-mail で連絡可能である。毎年の ICOLD の年次例会の時あるいはヨーロッパ地震シンポジウムの時半日の打ち合わせができる。CFBR は JCOLD のデータベースへ質問し、JCOLD は CFBR の解析結果について質問する。

CFBR は EWG(ヨーロッパワーキンググループ)の「地震とダム」部会に参加し、解析と地震災害評価の高度化を目指す。EC の資金獲得を視野に入れている。今回の EWG は2017年イタリアのローマで2017年2月初旬に開催される。次々回は2018年5月にポルトガルのポルトである。JCOLD がこれらに参加することを歓迎する。2015年 Bernard Tardieu 氏は日仏協力の成果のすべてを科学的地震解析の本としてまとめることを提言した。今年、JCOLD はシンポジウムの成果を本として出版することを提案した。CFBRはこの提案を歓迎し、シンポジウムの論文の他に実務家向けの参考となる本であることを願う。

2016年12月の時点で本の構成等について調整を進めており、2017年の春～夏の出版を目指している。

参 考 文 献

- 1) 松本徳久, 「ICOLD をめぐる動き (第23報)」, 大ダム, No. 224号, 2013年7月, pp.3-6 No. 225号, 2013年10月, pp.1-6, No. 226号, 2014年1月, pp.1-4,