

小水力発電に関する HIDROENERGIA2006 コンファレンス

新エネルギー財団水力本部国際部

2006.7.10

2006年6月7-9日に英国スコットランドにて開催された少水力発電に関する HIDROENERGIA2006 コンファレンスに参加する機会を得たので、その中で行われたプレゼンテーションの一部を紹介する。

1. HIDROENERGIA について

HIDROENERGIA は、小水力発電に係わる関係者を対象として EU 加盟国内で隔年毎に開催されている会議である。ヨーロッパ小水力協会 (ESHA: European Small Hydropower Association) が中心となり、会議開催地の国内水力発電事業団体・協会や企業との共同主催という形を取っている。1989年に開催された第1回会議から数えて今回は第8回目となり、毎回平均して約 30 ヶ国から 250 名程の参加者と 20 社程の展示が行われている。

2. HIDROENERGIA2006

今回は、「New Opportunities, New Solutions, New Image」をテーマに掲げ、次の3つのセッションの下でのプレゼンテーションおよびワークショップが行われた。

- (1) エンジニアリング
- (2) 環境と計画立案
- (3) 政策と新たな機会

コンファレンス・プログラムを資料-1 に添付する。

3. セッションでのプレゼンテーションの紹介

3.1 エンジニアリング

1) 超低落差タービン発電機 (Mr. Leclerc, フランス)

フランス研究・教育省、環境エネルギー管理庁 (ADEME) 及びカナダ天然資源局 (NRCan) から補助金を受けて実施された超低落差タービン発電機の研究開発が紹介された。水力先進国においても、数多くの超低落差地点が未利用で残されているが、その理由の一つに、経済的競争力のある超低落差タービン発電機を製作できるメーカーがなかったことや、現在の超低落差発電機はタービンの上下流に大規模な土木工事が要求されるために更に経済性が損なわれことが挙げられる。

紹介された機器は、低速回転 (34rpm)、大型ランナー径 (3.55~5.50m)、小さい流速 (2m/s 以下)、完全な水中型、並びに土木工事の最小化という特徴を有している。研究は実用化の段階に入り、最初の実証機は Millau (南フランス) で設置が予定されている。その実証機 (ランナー径 4.5m、落差 2.5m、出力 450kW) は現在製作中で、既存の取水路 (幅 6m) を利用して設置される。

2) 低落差小水力タービンのシステム化のための CAD ツール (Mr. Denis, スイス)

水力地点毎で固有のタービン設計に関して、CAD(エクセル表計算ソフトや 2・3 次元図化機など)を用いて設計を体系化する試みが紹介された。

EC やスイス政府の補助金を受け 2001 年から 2006 年まで行われた研究(SEARCH LTH:Small Efficient Axial Reliable Compact Hydro Low Head Turbine)を通じて開発された低落差タービン設計自動化技術は、地点データの収集、エクセル表計算ソフトによるタービン特性の計算、タービンの図面化からなり、実際のブレードは CNC(数値制御)機械を用いて製作される。この研究プログラムによって2つの発電所が運用中である。ヨーロッパでは数多くの旧式水力発電所で改装が求められており、この CAD 設計技術の利用が期待されている。

3) ピコ水力(5kW)用タービンの設計 (Dr. Simpson, 英国)

開発途上国では落差 2-10mの水力地点の多くは、適切なタービンがないために未だ未開発に残されたままである。英国 Nottingham Trent 大学で行われている開発途上国の小工場でも製作可能な簡素化されたピコ水力(約 5kW)タービンの研究が紹介された。

大学の研究では、低落差ピコ水力用の最も有力な型式は渦巻きケーシングと閉鎖型固定プロペラ水車(closed-type fixed-geometry propeller turbine)の組み合わせであるとの結論に達した。同型式で若干大型の 25kW 用プロペラタービンの実証試験が、ペルー国の Las Juntas 発電所において実施され設計どりの効率(83%以上)が確認された。

発表では、タービンの効率を解析、向上させるために用いた計算流体力学(CFD)によるモデル化とその結果が紹介された。

4) 変速運転可能な水中型タービンの開発プロジェクト (Mr. Bard, フランス)

欧州委員会運輸・エネルギー総局(EC DG TREN)の補助を受けて実施された、ギヤレス式の可変速運転可能な水中型タービンの研究開発が紹介された。この研究は、永久磁石式同期発電機(PMSG)を用いて既存タービンの概念を修正したものである。

これまで小水力での可変速は実用的でないとわれてきたが、水中ポンプ用タービンをベースに全構成要素が検討された。CFD を用いて様々なランナー形状検討され実験室でテストされた。2005 年になって、50kW の実証試験用タービンが製作され、Finland のある発電所でテストされ(450,600,700rpm の回転数、3.37, 3.81, 4.44m の落差)、計算された効率が確認された。

5) ミニ水力(650kW)の改装 (Mr. Jonathan, 英国)

新設発電所に設置されたクロスフロー・タービン(636kW)が設計性能を達成できず、設置後 5 年で代替されたという事例が紹介された。

当該タービンは 2001 年に設置されたところ、非常に大きな騒音を発生させ、かつ仕様の出力、効率、信頼性を満足できず、事業者はその代替を考慮せざるを得なくなり、種々の検討が行われた結果、フランシスタービンの採用が決定された。既存発電所建屋を最大限利用して大きな土木工事を避けて機器類の配置が検討された。改修工事は 2004 年 10 月に始まり、2005 年 6 月に発電所は運転を再開した。発電所は SCADA システムによって遠隔監視されている。

6) 小水力用のロープ式除じん機の開発 (Mr. Doujak, オーストリア)

ウィーン工科大学で実施されたロープ式除じん機的设计ツールの開発が紹介された。既設の多数の古い小水力発電所では各種機器類の取替え時期を迎える中で、既存の土木構造物に最新の機器類を設置することが求められる。従って、除じん機という特殊な機械についても柔軟性ある設計ツールに関心が寄せられた。

自動除じん機には、「robotic rake, grab & lift cleaner, coanda screen, hydraulic jib system, rope-operated trash rake. etc.」など多くの型式があるが、小水力用の当該設計ツールの対象には、サイズの柔軟性、コンパクトさ、景観等の理由からロープ式が選択された。CAE 技術を活用した設計ツールは、各地点ごとに異なる取水口寸法などのパラメータを変えるだけで最も経済的なモデルを出力でき、様々な代替案の比較が容易に行えるものである。

7) 揚水発電所での入口弁(Main Valve)の改装 (Mr. Frank, 英国)

スコットランドに位置する Cruachan 揚水発電所で 2004 年末から実施された入口弁の改装工事が紹介された。1960 年代に建設された当発電所では 1、2 号機と 3、4 号機とでは異なるメーカーの機器を採用していたところ、先に 1、2 号機のバルブ(径 1.67m)が新品と交換され、その旧バルブ(径 1.67 m)を改装して 3、4 号機のバルブ(径 1.80m)に転用するという複雑な改装工事であった。

改装バルブはペンストックと渦巻きケーシングの間に設置されるが、改装バルブの両側にはテーパー管を挿入する必要がある、計算流体力学(CFD)を用いた詳細な検討及び現状についての非破壊検査が行われた。

8) ECOBulb(タービン一体型発電機) (Mr. Duflon, イタリア)

VA TECH が開発した新型のタービン一体型の発電機(商標登録名“ECOBulb”)が紹介された。ECOBulb は、出力 500~5,000kW、有効落差 3~15m で適用可能で、最新の球形型のタービン及び永久磁石励磁発電機を採用している。

ECOBulb(出力 300~4,000kW、回転数 144~300rpm)は、3 年以上前からフランスとカナダで背地され順調に運転中である。更に最初の縦置型 ECOBulb(1,400MW、有効落差 11m)が、昨年、イタリアで設置された。既設土木工事への影響を最小限に維持し、かつ現状の放流量を確保しながら、設置作業が行われた。非常にコンパクトな形状、単純な構造、軸方向の自由度が高いという特徴が生かされた。

ヨーロッパやカナダでは低落差のプロジェクトが増加している中で、高効率かつインパクトの少ないタービンの需要が増えることが予想されている。

3.2 環境と計画立案

1) エネルギー資源としての河川 (Mr. Fitzgerald, アイルランド)

アイルランドの Tralee 工業大学で実施されている小水力開発に関する研究プログラムが紹介された。この研究プログラムは、アイルランドでの小水力開発の最適手法を明示し、小水力発電計画を意図している開発事業者や小規模地方自治体に水力開発のガイドラインを提供することを目的としている。研究では、流況の評価手法が比較検討され、マーケットにある種々なマイクロ発電機やタービンが調査され、更に環境影響の緩和策が検討された。

アイルランドでのミドルロード電源は、既に 30 年を越える発電所が多く、効率が低下して経済性が悪くなっており、新たな柔軟性あるクリーンな電源が求められているとの感想が述べられた。

2) 流況及び生態系に対する水力発電の影響 (Mr. Sabas, リトアニア)

水力発電所での頻繁な運転・停止によって、下流域の生態系、流況の変化、河道の侵食が生じていることが報告された。これらの弊害は発電停止中でもタービンを通じて放流を行えば避けられるのではないかと、という点から、タービンの回転数を変えることによってタービン容量の幅を大きくする可能性についての研究プログラムが Kaunas, Vilnius 両大学で実施されたことが紹介された。

3) 魚の回遊を考慮したタービン (Mr. Upadhyay, 英国)

タービンを通過する魚の生存率の向上を目指したタービンの研究が紹介された。英国環境法 (Environment Act) の改正により、新たな水力発電所では回遊魚 (サケ、ウナギ) の安全性を確保する義務が生じることになるので、タービンを通過する魚の生存率を向上させる必要がある。従来のタービンは魚の通過を考慮したものではなかったため、かなりのダメージを与えていたからである。

英国炭素基金 (Carbon Trust) は「魚に優しいタービン」の研究プロジェクトを支援している。そのようなタービンは、ヨーロッパのマーケットを主導できるし、環境に敏感な河川での水力開発機会を増進できると考えられている。

研究プロジェクトでは、既設タービンでの魚のダメージの原因を分析し、水理的・機械学的な改善研究を行っている。新しい設計は計算流体力学 (CFD) に基づくもので、その結果は既存タービンと互換性を保ちつつ改善効果を高めることを目指している。

4) ダムプロジェクトが禁止された河川 (Mr. Punys, リトアニア)

リトアニアでは、2002 年に作成された“National Energy Strategy”で、国内最大の 2 河川での水力開発を強調していたのだが、2004 年の“Water Law”の改正によって国内の大河川および大部分の中小河川でダムプロジェクトが禁止された、という国内政策が紹介された。

発表者は、例外のない禁止が、河川の利用 (舟運、灌漑、漁業、洪水調整、発電など) を損なう結果になっていることを、2 つの河川について定量的に説明することを試みた。まず、全面的禁止の科学的・経済的・環境的なバックグラウンドが不十分であり、全面的な禁止措置ではなく、環境影響評価 (EIA) の適用を考えるべきだと指摘した。小規模な貯水池を設けることで、洪水リスクが低減され、また水力発電の開発によって大気汚染の減少が図られる、との見解が述べられた。

3.3 政策と新たな機会

1) 小水力の将来：補助なき料金？ (Mr. Albanel, フランス GPAC 協会)

再生可能エネルギー起源の電力に対する固定価格制度 (FIT: Feed-in Tariff) が適用されている小水力に関して、この FIT 契約の終了時点でも、小水力発電の経済性が確保できるかという点に関して懸念が示された。ヨーロッパでの電力市場が完全自由化(料金の流動化、売電契約の短期化など)に向かう中で、小規模水力発電事業者が淘汰されるのではないかと、危惧されている。

フランスの電力料金システムでは、FIT 契約が適用される第1期(15-20年)の後の第2期売電契約は、FIT 制度の適用を受けず、マーケットの変動に追随するためにより短期間(3-5年)で更新される。同じ地点で部分的な改修や新たな環境規制に対応するためのコストを必要とする小水力による電力供給の拡大を推進していくためには、このような価格変動条項のみでは不十分であり、新たな施策が必要ではないか、との見解が示された。

2) 小規模 CDM (Dr. Penche, スペイン)

COP8(2002)会議において小規模 CDM プロジェクトについて簡略化された様式と手続きが承認され、小水力(15MW 以下)がこのカテゴリー(1D)に含まれることになったことが紹介され、簡略化された手続きに関して、プロジェクト設計書(PDD)における要件緩和、ベースライン方法論の簡略化、モニタリング計画の簡素化などの概要が紹介された。

CDM 理事会は、2005年10月に最初の認証排出削減量(CERs)を発行したが、そこには2つの水力発電プロジェクトが含まれている。現在、小水力に係わる小規模 CDM として7件が申請済みである。EU 排出権(EUA)価格は従来27-30€であったが、4月末に12€にまで暴落した。世界銀行(WB)が公告する CERs 価格は約5€であって EUA 価格よりもかなり低いことも紹介された。

3) 英国における独立系小規模水力の電力取引 (Mr. Middleton, 英国)

電力取引の自由化に加え、英国で設立された再生可能エネルギーのための新たなマーケットが紹介された。

小水力による収入動向は複雑で、少なくとも4種の交渉可能な要素からなっている。すなわち、標準的電気料金、新エネ等電気相当量(証書)、気候変動賦課控除証書(Climate change levy exemption certificate)及び利益(embedded benefits)であり、それぞれは異なったレベルのリスクを有している。利益の最大化及びリスクを受容し得るレベルに管理するためには、細部に至る交渉や取引活動が必要となる。マーケットは広く開放され透明性が確保されているため、適切な支援があれば、小水力事業者も新たなプロジェクトへの投資機会も確保し得る、との見解が示された。

4) ノルウエーにおける小水力導入策 (Mr. Erik Juliussen, ノルウエー)

ノルウエーにおいて2002年に導入された小水力発電の促進プログラムが紹介された。水資源・エネルギー管理庁(NVE)は、小水力の企画段階から建設・運開までの全過程を改善するというプログラムのために過去4年間に3M€(約4.5億円)を投入した。プログラム内容には、許認可手続きの簡素化、新規事業者への免税措置、技術革新のための研究開発を始め、ガイドブック

(財)新エネルギー財団水力本部

の作成やセミナーなどの広報活動を通じて小水力に関する知識の普及が含まれる。小水力開発に適した地点の多くは小規模農家の所有地内にあり、従って、開発事業者は当該農家あるいは農家の集団が考えられ、NVE は、潜在的な小規模水力事業者を対象に、過去2年間に25回の1日セミナーを実施してきた。

NVE は小水力の許認可権限を有しており、現在 200 以上の申請を受理しており、その内の約半分が簡略化手続きによるものである。

【 NVE のウェブサイト: www.nve.no】

5) 維持流量:義務から好機へ (Mr. Papetti, イタリア)

水資源管理を取扱った EC の主要な政策である「水枠組み指令(WFD: Water Framework Directive)」の発効(2000.12)は小水力事業にとって大きな関心事であることが紹介された。現在の維持流量の流量が増大するかも知れないというリスクは新規開発を難しくするかもしれないが、一方で「維持流量」を発電電力量の損失ではなく別の観点から考えるべき、との見解が述べられた。維持流量の放流に際して、もし「水頭」があれば、とりわけ、山岳地の高いダムからの少量の放流や平野部の低い堰からの比較的大きな放流は新たな開発地点とも捉えられる。それぞれに該当する2つの地点での水力開発事例が紹介された。

6) 次世代の水力技術者養成 (Dr. Harrison, 英国)

英国エジンバラ大学では、学部第2/3 年次学生を対象に水力発電課程が設けられていることが紹介された。再生可能エネルギーとしての水力に新たな関心が寄せられている昨今、水力発電分野の将来の需要に応えるために、若者を惹きつけるものが必要であり、当該課程では、外部の実業界から講師を迎えて学際的なグループ化を特徴とした広範な講義が提供されていることが述べられた。

7) 英国のマイクロ水力 (Mr. Paish, 英国)

英国で2002年に導入された再生可能電力購入義務(RO: Renewable Obligation)をきっかけに、英国のマイクロ水力(一般に200KW以下)事業が再生したことが紹介された。ROは、1989年に始まった非化石燃料義務(NFFO)に代わって施行された施策である。

現在の状況下で実施可能となった3つのマイクロ水力開発事例が紹介された。その一例は、テムズ河上流に位置し、小麦粉製造に使用されていた落差 1.5mの水車で、当該水車の脇に、Derwent Hydro 社の設計による「サイホン式スクリュー水車(16kW)」が2005年9月に運開した。その発生電力は小麦粉製造場内の照明、レストラン等に使用され、再生可能エネルギー証書(ROCs)と余剰電力の売却で収入を得ていることが紹介された。

【 www.british-hydro.org 】

4. ワークショップ

4.1 「水枠組み指令(WFD)と小水力」

2000年に発効した「EU-水枠組み指令」を受けて、スコットランドでは、水環境の保全に関する新たな計画を定めた水環境・水事業法(WEWS(Scotland) Act, 2003)を制定し、「水枠組み指令」が立法化された。当該立法を受けて、スコットランド環境保全庁(SEPA)は、水環境の保全や改善、効率的な水利用の促進などの業務を担当することとなった。2006年4月から、表面水・地下水の取水、河川や湿地での貯水、河川工事等について許可制度が導入された。許可制度は、リスクの程度に基づき3つのレベル(General Binding Rules, Registration, License)に分けられている。水道事業、水力発電、灌漑・工業用水などの水資源利用は、最も厳しいLicenseが必要となる。

【詳細は、SEPA ウェブサイト:www.seps.org.uk を参照】

5. その他

コンファレンスで行われた発表要旨は、近い将来にヨーロッパ小水力協会のウェブサイトに掲載される予定である【www.esha.be】。

以上