

IEA 水力実施協定 ANNEX 11 水力発電設備の更新と増強
第二次事例収集（詳細情報）

事例のカテゴリーとキーポイント

Main : 2-b) 保護と制御に関するシステムの改良

プロジェクト名	: 大河内(おおかわち)発電所 監視制御装置他更新プロジェクト
国、地域	: 日本、兵庫県
プロジェクトの実施機関	: 関西電力株式会社
プロジェクトの実施期間	: 2008年～2015年（予定）
更新と増強の誘因	: (A)老朽化/故障頻発
キーワード	: 信頼性向上、標準システムの採用、システムの簡素化

要旨

当該地点の監視制御装置は、トータルデジタルシステムを構成し、制御LANを通じ上下部ダム・地上開閉所・地下発電所の情報を共有しているが、経年十数年が経過し障害発生が顕在化してきた。加えて1つの制御装置の作業停止時や故障時は、受け渡し情報の遮断により発電所全体のシステムに影響を及ぼす恐れがある。今回の改修においてはトータルデジタルシステムとしてのメリットを最大限活かしながら、制御装置の作業停止時や故障時において、発電所全体システムに影響を与えないことを基本方針とし、発電所・開閉所・ダムシステム分離など制御装置の全面更新を行っている。

1. プロジェクト地点の概要（改修前）

大河内発電所は、電力需要の伸びによるピーク供給力として、また昼夜の電力需要差の拡大に伴う電力システムの効率運用のため計画され、1988年に本体着工し、最大出力1,280 MW（320 MW×4台）の揚水発電所（1・2号定速機、3・4号可変速機）として、1995年に完成した。現在も、迅速な起動停止や出力調整機能のほか、揚水AFC機能を持つ可変速揚水発電システムとして、電力システムの品質維持と効率運用に大きく貢献している。発電所の位置図および諸元は図1、表1のとおりである。

監視制御装置については、トータルデジタルシステムを関西電力揚水機として初めて導入し、上下部ダム・地上開閉所・地下発電所の情報受け渡しを全て光ファイバーで構成する制御LANで実施している。改修前の監視制御システム構成は図2のとおりである。



図 1 大河内発電所位置図

表 1 大河内発電所諸元

項 目		諸 元	
		1, 2号機 (定速機)	3, 4号機 (可变速機)
ポンプ水車	型 式	立軸フランシス型ポンプ水車	立軸フランシス型ポンプ水車
	水車出力 ポンプ入力	水 車 : 329 MW ポンプ : 340 MW	水 車 : 331 MW ポンプ : 392 MW
	使用水量 (最大)	94.9 m ³ /s	95.5 m ³ /s
	有効落差 (最大)	411.2 m	411.2 m
	定格回転数	360 min ⁻¹	360 ± 30 min ⁻¹
発電電動機	種 類	直流励磁 三相交流発電電動機	交流励磁 三相交流発電電動機
	型 式	回転界磁全閉自力通風形	回転界磁全閉自力通風形
	容 量	350 MVA	395 MVA
	定格回転数	360 min ⁻¹	360 ± 30 min ⁻¹
河 川 名		小田原川支流太田川、犬見川	

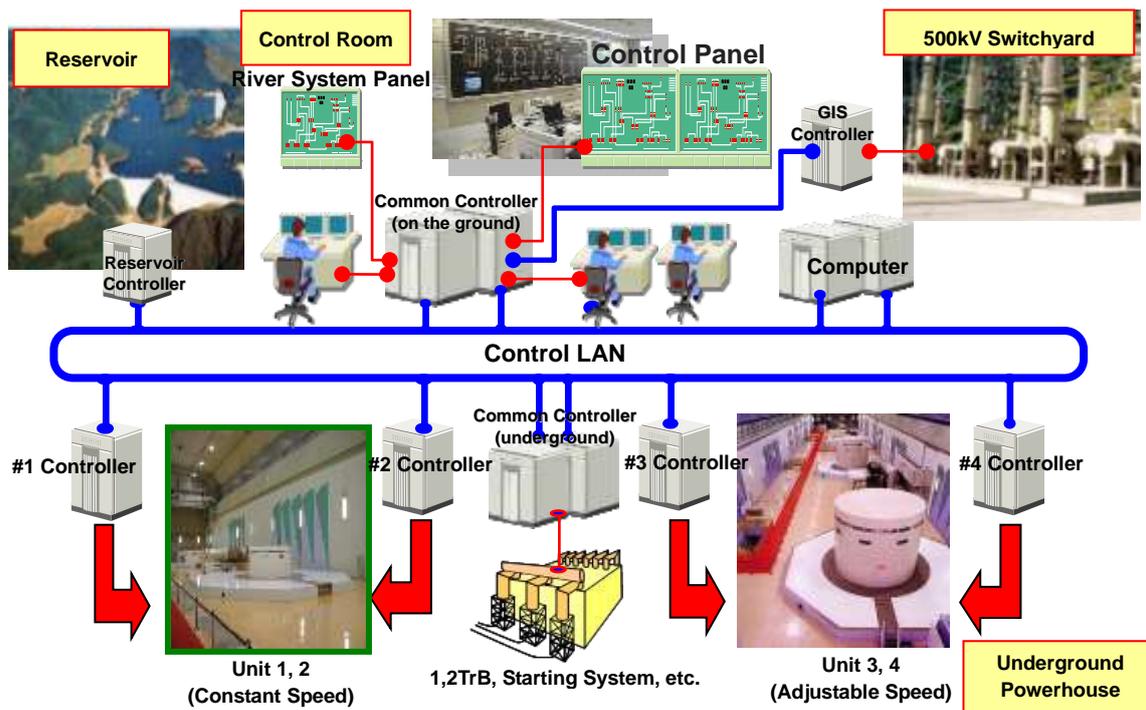


図2 監視制御システム構成（改修前）

2. プロジェクト（更新/増強）の内容

2.1 誘因と促進要因（具体的なドライバー）

① 状態、性能、リスクの影響度等

(A)―(b)(c) 老朽化/故障頻発―耐久性、安全性、信頼性向上・低コスト化

監視制御装置は経年十数年が経過し障害発生が顕在化すると共に、補修部品の供給困難などメンテナンスも難しくなっているなど発電所の安定運転に対しリスクが高まってきた。

② 価値（機能）の向上
(該当なし)

③ 市場における必要性
(該当なし)

2.2 経緯

- 1995. 大河内発電所全号機運転開始
- 2006. 本プロジェクト本格検討開始
- 2008.09 本プロジェクト工事着工
- 2010.09 2号停電着手
- 2010.11 1号停電着手
- 2011.03 1号制御関係新システム切替部分竣工
- 2011.04 2号制御関係新システム切替部分竣工
- 2012.10 500 kV 開閉所停電着手
- 2012.12 500 kV 開閉所関係新システム切替部分竣工予定
- ：
- 2015.11 本プロジェクト工事竣工予定

2.3 内容（詳細）

2-b) 保護と制御に関するシステムの改良

□改修方針

大河内発電所の監視制御システムは、運転開始時にトータルデジタルシステムを導入したが、各制御装置間の情報受け渡しを全て制御LANで実施していることから、1つの制御装置の作業停止時や故障時は、制御情報が途絶え発電所全体のシステムに影響を及ぼすため、都度仮対策が必要であった。今回の改修においてはトータルデジタルシステムとしてのメリットを最大限活かしながら、制御装置の作業停止や故障により発電所全体システムに影響を与えないことを基本方針とした。

□改修内容

今回更新する監視制御システムの主な変更箇所は、下記の通りであり、その改善ポイントを表2、監視制御システム構成を図3に示す。

- a. ダムシステムを分離したシステム構成
- b. 開閉所システムを分離し、変電部門の標準システムを採用
- c. 運転と保全システムを分離したシステム構成
- d. 系統監視盤に代わりプロジェクタを採用
- e. 操作卓はなくCRT画面での操作
- f. 遠制化対応可能設備への更新

表2 監視制御システム 改善ポイント

	項目	概要
システム 信頼性向上	発電所全体のシステム分散化	・揚水発電所、開閉所、ダムのシステム分離による各装置故障時等の発電所全体への影響回避
	号機間情報受け渡し構成の変更	・号機間、始動装置—号機間情報受渡しのハード回路追加
	CPU等装置構成の変更	・各CPUおよび各装置間通信2重化
	その他システム構成変更	・各コントローラの機能分担最適化による装置故障時の影響範囲極小化 ・重要回路（共通コントローラ等）出力の2重化
発電所の 保守性向上	作業対応時の保守性向上	・運転と保全のシステム分離による保全機能の運転システムへの影響極小化
	状態監視保全の精度向上	・状態監視保全業務に最適な保全システムを構築 ・他所への保全情報伝送、情報共通化が可能なシステム
	ヒューマンエラー防止	・操作インターロックチェックソフトを付加 ・配管系統模擬兼操作票作成機能を付加
	その他監視操作性の向上	・監視、支援内容の充実（計測、状態監視、運転ガイド、システム監視等） ・地上遠隔操作卓、地下直接操作卓のCRT化 ・系統監視盤レス、任意画面表示可能なVDP採用
将来対応	遠隔制御化対応	・将来の遠隔制御化に対応した電気所サーバ採用による遠制化費用の低減
過去の 不具合反映	地上～地下転送トリップ信号の光伝送化	・雷によるトリップ回路誤動作不具合恒久対策

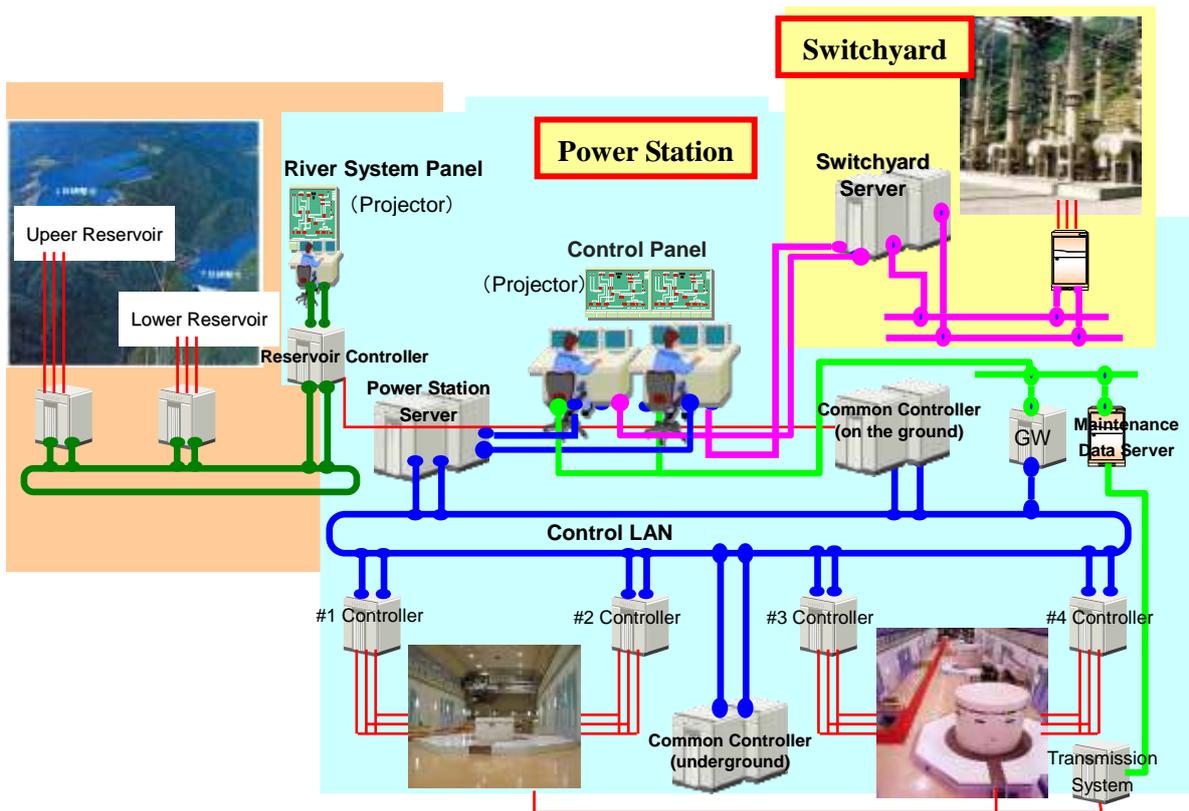


図3 監視制御システム構成（改修後）

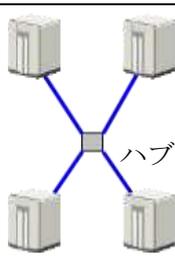
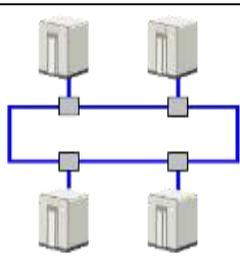
□採用技術

発電所システムは、自動制御のために複数装置間で自動制御（シーケンス制御、フィードバック制御）に係わる情報の高速サイクリック通信が必要であることから、リング型ネットワークを採用する。

一方、開閉所は、監視操作情報のみの取り扱いで発電所システムのような高速伝送は必要ないため、装置の不具合が発生しても他装置に影響が及ばないスター型ネットワークを採用する。

各制御LANの特徴を表3に示す。

表3 制御LANの特徴

トポロジー	スター型 (変電)	リング型 (揚水)
構成図・特徴	 <ul style="list-style-type: none"> ・ハブを介して全装置につなが構成。ハブという共通部がある。 ・LAN 2重化で信頼度を確保。 ・LAN異常時の通信ルート制御が単純 	 <ul style="list-style-type: none"> ・装置間をリング状につなが構成。共通部はない。 ・リング構成かつ共通部なしで信頼度を確保。 ・LAN異常時の通信ルート制御が複雑
採用箇所	超高压変電所	大規模発電所 (火力、原子力、揚水)
伝送媒体	ツイストペアケーブル もしくは光ケーブル	光ケーブル
伝送速度	10～100 Mbps 行き返り 1s 以下	100 Mbps、1 Gbps 1 サイクル 100ms 以下
プロトコル	イーサネット 1 : N 双方向通信 TCP/IP、 UDP/IP	RPR(Resilient Packet Ring) サイクリック : H/W 制御、 会話 : UDP/IP
伝送形態	イベント(SV)、サイクリック(TM)	サイクリック、会話
データ衝突	可能性あり(再送機能でリカバリー)	なし
データ欠け	可能性あり(再送機能でリカバリー)	可能性は非常に少ない
最大距離	200m、光リピータ使用時 2km	2km、長距離光リピータ使用時 20km
信頼度向上策	ネットワーク 2重化 通番管理による再送機能	装置故障時は光バイパス 断線時は高速障害迂回
備考	<p>【変電設備情報】</p> <p>監視操作情報のみであり、サーバ(またはTC)と各RS間(1:N)のやりとりで、情報に変化(イベント)があるときに処理する</p>	<p>【発電設備情報】</p> <p>監視操作情報だけでなく、各々のシーケンサ間(N:N)の自動制御情報の頻繁なやりとりもあり、情報に変化があるときに処理をしては遅延等発生するため、データ伝送ミス of 最も少ないサイクリック通信とする</p>

3. プロジェクトの特徴

3.1 好事例としての要素(注目点)

発電所・開閉所・ダムシステム分離による信頼性向上

3.2 成功の理由

発電所・開閉所・ダムシステム分離にあたって、当該地点はトータルデジタルシステムを構成し、制御LANを通じ各号機間、ダムなどの運転制御に必要な情報を共有しており、1つの制御装置更新であっても他の運用設備に影響を与えることに加え、新制御LANへの切替途上において長期にわたり新制御LANと既設制御LANが混在することから、発電所の運用に支障が出ない改修方法が求められる。

そこで、系統への影響を最小限とするために、以下の切替の流れのとおり更新機以外は営業運転を継続しながら、順次更新する方法をとった。改修途上の一例として、2011年1月、2号機更新断面のイメージ図を図4に示す。

□切替の流れ

- ① 新制御LANを別位置に構築
- ② 既設制御装置をGW（ゲートウェイ）とし新制御装置を既設制御LANに接続、既設制御LANにて仮運用（監視・操作は既設システムで実施する）
- ③ 共通系改修に合わせ新設制御LANに一括切替

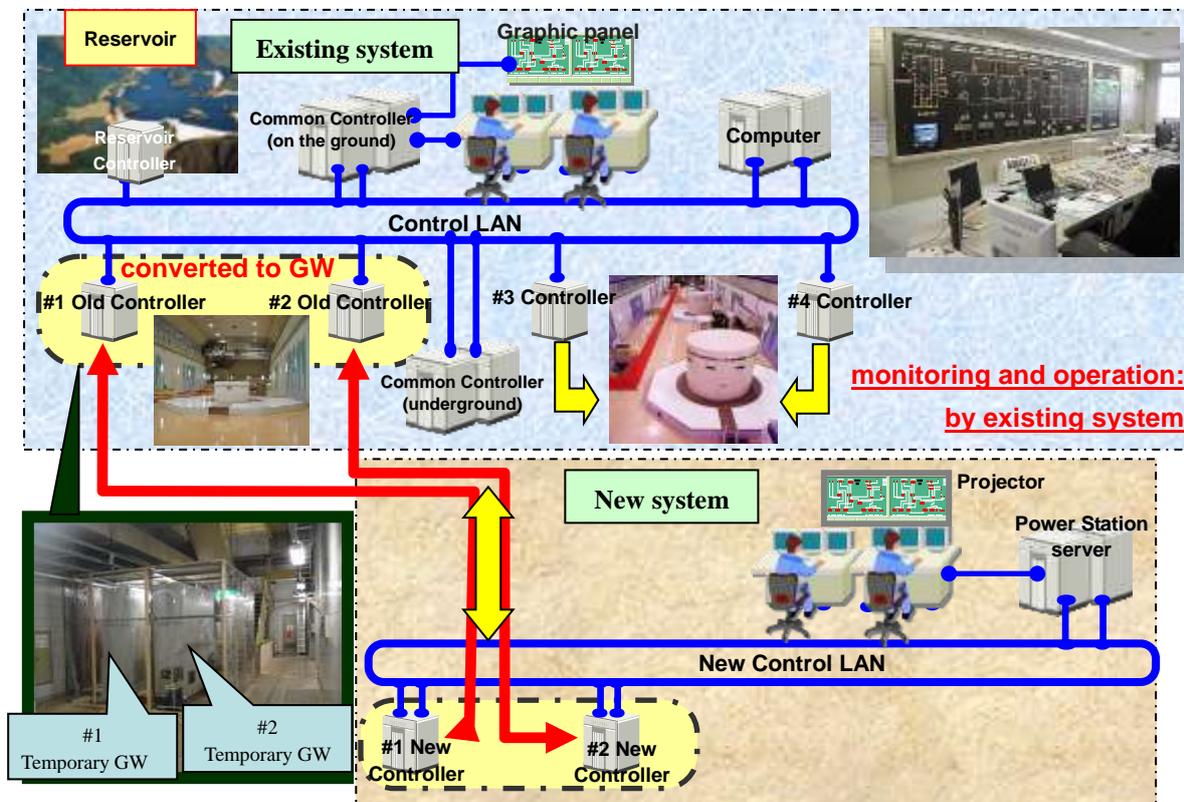


図4 1, 2号機更新断面のイメージ図

4. 他地点への適用にあたっての留意点

大容量揚水発電所の制御装置を全面更新する大規模プロジェクトであるため、水車発電機分解点検などの自所協調作業や他揚水発電所の大型工事を勘案の上、最適な改修時期を計画する必要がある。

また、当該地点のように4台の水車発電機を1つの共通コントローラで制御する場合、共通系の更新時に4台停止が必要となる。発電所全体の停止期間を極力短くする観点から、各地点に合ったシステム構成、各コントローラの機能分担が必要である。

5. その他（モニタリング、事後評価）

なし

6. 参考情報

6-1 参考文献

なし

6-2 問合せ先

会社名：関西電力株式会社

URL：<http://www.kepc.co.jp>