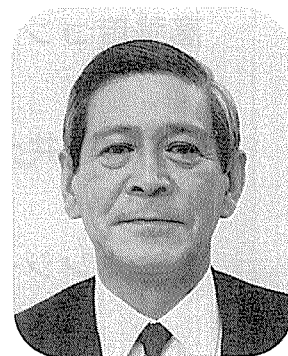


電力施設と PC



石井 清*

平成5年の巻頭にあたり、電力における PC 適用状況の一端と将来への期待について申し述べ、ご挨拶とさせていただきます。

我が国の最近の電力需要は、主として夏の冷房需要に代表される民生用の伸びが著しく、最大電力は電力9社計で約400万kW/年増加し、これに対応した電源・流通設備などの開発投資額は4兆円/年を超えております。

電力施設は、水力・火力・原子力発電所、架空あるいは地中送電線、変電所など多種多様であります。これら施設への PC の適用例としては、一般的な道路橋梁のほか、火力発電所や変電所での軟弱地盤上の構造物基礎としての PC 杭、火力発電所の燃料用タンク、原子力発電所での原子炉格納容器・圧力容器などが挙げられます。原子炉圧力容器は、我が国ではまだありませんが、格納容器については日本原子力発電の敦賀2号機（昭和62年完成）に初めて採用され、その後も実用化が見られます。

さて、筆者は永年水力発電所の建設に従事してきましたので、この分野での PC 適用の一端を少し述べてみたいと思います。

水力発電所は大きく分類すると、自流式水力と揚水式水力に分けられます。自流式水力は河川に流れている水の落差を利用して発電する方式ですが、揚水式水力は発電所をはさんで上下に2つのダム調整池を造り、この間の落差を利用し、電気の需要の少ない夜間に下池から上池にポンプで水を汲み上げ、昼間の電気の需要の多い時に、この水を上池から下池へ落として発電する方式です。

我が国の電源設備の変遷をみてみますと、戦後しばらくは自流式水力が主体でしたが、高度経済成長とともに火力発電所が替わって主体となり、やがては原子力発電も大きな割合を締めるようになりました。この間、電力の使われ方も、昼夜間格差や夏・冬と春・秋の季節間格差が増大し、需要のピークが尖鋭化してきました。このピーク電力用に大型揚水発電所の必要性が高まり、昭和40年代には河川の自流も利用した混合揚水式発電所を建設し、さらにその後は地点の制約もあるため、高落差大容量化を追究した純揚水式発電所の開発を進めてきており、現在も盛んに建設中であります。

このような背景のなか、東京電力では長野県梓川上流に3つのアーチダムを設け、合計出力86.8万kWの混合揚水式発電所（昭和45年完成）を造りましたが、ここでは最上流部に設けた奈川渡ダム（高さ155m）のアバット部に岩盤補強工として岩盤アンカーを採用しました。総計167本、鋼棒延長約12千m（平均約70m/本）、平均緊張力240t/本の岩盤アンカーは、当時、先進的試みでありました。

* Kiyoshi ISHII : 本協会理事, 東京電力(株)取締役

その後、混合揚水式の新高瀬川（長野県、出力 128 万 kW、昭和 56 年完成）、純揚水式の玉原（群馬県、出力 120 万 kW、昭和 61 年完成）、今市（栃木県、出力 105 万 kW、平成 3 年完成）といった大規模発電所を建設し、現在は蛇尾川揚水（栃木県、出力 90 万 kW、平成 7 年完成予定）、葛野川（山梨県、出力 160 万 kW、平成 11 年運転開始予定）の 2 つの純揚水式発電所を建設中です。

これらの地点は環境保全にも配慮し、いずれも発電所を地下深部に設けておりますが、空洞規模は 14～21 万 m³ と非常に大きく、空洞掘削時の周辺岩盤のゆるみを抑えるために多数の岩盤アンカーを採用しております。

特に蛇尾川揚水発電所は既設地点に比べて地質が悪いため、地下発電所空洞（19 万 m³、高さ 51 m、幅 28 m、長さ 165 m）の建設にあたっては、天井アーチから下部への掘削を進めるのに合わせ、側壁に長さ 10～25 m の岩盤アンカーを延べ 2 600 本打ち込み、約 100 t/本の力で締めつけることにより、掘削を完了しました。

その他、以下のような適用例があげられます。

大容量高落差化に伴って、地下に設けた内径の大きな水路の覆工鉄筋コンクリートには高い内水圧が加わりますが、一般にはこの内水圧のかなりの割合を周辺の堅硬な岩盤が負担して鉄筋コンクリートに加わる引張応力が抑制されます。しかし、上述の蛇尾川地点の導水路は、内径 8 m、掘削径では 10 m 近い大空洞であり、内水圧が最大約 12 kgf/cm² と高いのに加え、地下発電所同様地質が悪く周辺地盤による岩盤負担割合が減るので、鉄筋コンクリートを覆工後、周辺から高圧グラウチング（25～30 kgf/cm²）を実施し、コンクリートにプレストレスを加え一種のポストテンション PC としての機能を付加させています。この方法は岩盤の亀裂性状や変形特性によりグラウチング仕様をきめて細かく変えていく必要があり非常に手間のかかる作業であります。無事所期のプレストレス導入が達成できました。海外では、覆工コンクリートと岩盤との間に予めスリットを設けここに高圧グラウチングする空隙グラウト工法を適用している例もあります。一方、覆工コンクリートの円周方向に鋼製ケーブルなどを通し、これをコンクリート強度発現後に緊張しプレストレスを導入することも考えられます。この方法は、通常の堅硬な岩盤における RC ライニングと地盤不良部における鉄管ライニングとの間に位置付けられるものと考えられ、局所的な地質不良部への対策工としても有効と考えられます。我が国では、1 例適用が見られますが、海外では、1971 年以降比較的多くの施工例が報告されています。

また岩盤とは関係しませんが、地下発電所の水車ランナーやドラフトチューブ付近のまわりには高い内水圧や振動に対処するため狭い範囲に大量の鉄筋を必要としますが、配筋や充填コンクリートの施工性を考慮すると、PC の適用は今後の研究課題の 1 つと考えられます。

これら、水路の覆工コンクリートやドラフトチューブまわりなどへの PC の適用は、作業員の省力化につながる可能性もあり、最近の建設業界における労働力不足、熟練技術者の高齢化、労働時間短縮などの問題を考えた場合、時宜を得た研究課題でありましょう。

21 世紀の社会生活は現状よりもさらに高水準の利便性、クリーン性、安全性を求め、その結果、電力消費はますます増大していくものと考えられます。その一方で、揚水に限らず、地質条件が不利であったり、立地条件に制約の多い地点での電源開発が増えていくことが予想されますので、電気料金安定化のため設備投資におけるコストダウンを今後ますます積極的に進めていくことが重要であり、確実に安価な PC の研究開発が大いに期待されます。