

「3つの喪失」と「3つの多様化」

「3つの喪失」

公表された事故報告書と情報から、福一の事故が炉心溶融と水素爆発まで進展してしまったキーワードは「3つの喪失」すなわち、「電源喪失」、「水源喪失」、「ヒートシンク喪失」である。

したがって、地震と津波に対してだけでなく、さまざまな自然災害や社会災害が起因となる事故において、似たような事故の進展にならないようできる限りの対策をしなければならない。

1番目の喪失は「電源喪失」である。福一の外部電源は、約9km離れたところにある東電新福島変電所との間に発電所が受電できる送電線が6回線あり、加えて発電所建設工事用に東北電力から受電した東電原子力線と呼ばれる1回線の計7回線がある。このため、福島第一の外部電源は強いと言われてきた。しかし工事で1回線が停止していたので、残り6回線全てが、新福島変電所の損壊、送電線の短絡損傷、発電所構内の開閉所の機器の損壊、鉄塔の倒壊（5・6号機用夜の森線）、ケーブルの損傷（東電原子力線）により失われた。

外部電源喪失信号で、非常用ジーゼル発電機（以下DG）が工事中の1台を除き全て起動したが、タービン建屋と共用プール建屋に大量に流れ込んだ津波により、6号機の1台を除きDG本体が冠水あるいは付属電気機器が冠水して停止し、1～4号機においては全交流電源が喪失した。

DG室とほぼ同時に、1, 2, 4号機ではタービン建屋地下に置かれていたバッテリー室も冠水し、直流電源が喪失した。全「電源喪失」である。

しかも、広域大震災のため、外部電源の復旧は困難を極め、海水をかぶったDG、バッテリー、電気設備は使い物にならず、建屋地下に溜まった大量の海水と暗闇に妨げられ、人がそれら設備に近づくことすら困難を極めた。

2番目の喪失は「水源喪失」である。プラントはいざという時のために復水貯蔵タンク（以下CST）とサプレッションチェンバー（以下S/C）に、1号機ではそれぞれ1,900t、1,800tの、2～5号機ではそれぞれ2,500t、3,000tの大量の水を持っており、防火水槽にも水を持っている。しかしCSTと防火水槽の水は補給でき

ることが、S/Cの水は冷やせることが前提である。水は、約9km離れた坂下ダムから途中の送水ポンプが止まったにもかかわらず、重力差で発電所まで流れて来ていた。しかし、発電所構内の送水ポンプが止まってCSTと防火水槽に送水できず、防火水槽への給水車の運行もがれきに阻まれまなならず、水が尽きてしまった。S/Cの水はポンプや弁が動かさず冷やせなかった。最後の頼みは目の前の海水であるが、崩れた海辺からがれきをかわしてホースを引くのに困難を極め、消防車で継続的に注水できるまで空白時間ができてしまった。全「水源喪失」である。



3番目の喪失は「ヒートシンク（排熱先）喪失」である。海岸線に恵まれた日本の発電プラントは火力の時代からヒートシンクとして海を利用してきた。福島第一原子力発電所も、主復水器にも残留熱除去系にもすなわち常用系も非常用系もヒートシンクとして海を使っている。海以外のヒートシンクを使っているのは、1号機の隔離時復水器と3台のDGだけであった。「電源喪失」と大津波により非常用海水系ポンプが全滅して、崩壊熱を海に排熱できなくなった。「ヒートシンク喪失」である。DGはシリンダーの冷却が空冷であった3台の内6号機の1台だけが生き残った。

「3つの多様化」

「3つの喪失」に対する対策は「3つの多様化」である。発電所は立地地点によりそれぞれ立地環境が異なる。各発電所の立地環境に合わせて、電源、水源そしてヒートシンクを多様化することである。以下は多様化の例示であり、これらをやらなければならないというわけではないが、複数のできるだけ方式の異なる方法を用意することが望まれる。

第一の多様化は「電源の多様化」である。

外部電源についていえば、送電線のルートの複数化、外部電源1回線以上の地中化、発電所につながる第一変電所の耐震強化と複数化、近隣の発電所との回線の連携とネットワーク化などが考えられる。

DGについては、既に行われている空冷ガスタービン発電機、別置空冷DG、電源車等の設置である。しかしそれらの設置場所は必ずしも高い所がいいとは限らない。テロなど一部はアクセスしにくい地下の方が良い場合もあるだろうから、高い所と地下に分散して設置する方が良い。メタクラやパワーセンター等の電源盤の設置場所も同じである。

バッテリーは、別置きバッテリーや直流電源車のほかに、発電所構内は広いし海からの風を利用して風力発電や建屋屋上を利用して太陽光発電を設置し、それらのバッテリーから直流を持ってこられるようにすることも考えられる。

第二の多様化は「水源の多様化」である。

「福一の事故」では発電所まで来ていたダムの水をプラントの傍まで持って行けなかった。送水ポンプが動かない時には、タンクにまで来ている水を重力差で流す水路があればプラントの傍まで水が届くし、発電所構内を流れる川があればいざという時に堰き止めて、水路でプラントの傍へ流す方法もある。ダムの水や川の水を持ってこることができなければ、あらかじめ発電所の高台に人工の貯水池を作って、そこから取水したり、流すのも方法だろう。プラントの傍まで水

が来れば、ジーゼル駆動の消火ポンプと消防車で消火系から原子炉や使用済み燃料プールに継続的に注水できる。

第三の多様化は「ヒートシンクの多様化」である。

非常用系のヒートシンクを海にだけ頼っている状態は是非とも変えたいところである。

一部のDGのヒートシンクは大気あるいは貯水池や川にする。崩壊熱のヒートシンクには、補給水源の多様化とセットで1号機の隔離時冷却系のような設備を設けたり、崩壊熱を冷却できる容量のミニ冷却塔を設けて、ヒートシンクを大気あるいは大気と貯水池や川の水にすることも考えられる。



地震動、津波の襲来状況がそうであるように、さまざまな自然災害さらに社会災害がおよぼす影響は、各発電所の立地環境によって大きく異なる。電源、水源、ヒートシンクというプラントの3大生命線が決して断たれることのないよう、事業者が発電所ごとにそれぞれの立地環境に合わせた多様な方策を用意することを期待する。

参考資料

東京電力福島原子力発電所における事故調査・検証委員会、「中間報告」（2012年7月23日）
二見常夫；「原子力発電所の事故・トラブル～分析と教訓～」丸善出版（2012）

[保全学会会員 二見常夫]