

サンオノフレ原子力発電所閉鎖の影響

原子力カグループ 西田直樹

サンオノフレ(San Onofre: SONGS)原子力発電所のオペレータであり、約 78%の所有権を持つ Southern California Edison(SCE)社は 2013 年 6 月 7 日、サンオノフレ 2,3 号機を閉鎖することを発表した。閉鎖の理由は、原子力規制委員会(NRC)の再稼働に向けた審査に時間を要していること、代替燃料や再稼働準備のためのコストなどを鑑みたものであるという。アメリカでの原発閉鎖は、今年に入ってからクリスタルリバー3号機(2月)、キウオーニ発電所(5月)に引き続き 3,4 基目となる。これらの廃炉決定は、いずれも経済性やトラブルによるものであるが、今回のサンオノフレの閉鎖は特に、三菱重工(MHI)が納入した蒸気発生器(SG)での漏洩に伴うトラブルの影響との側面が大きい。本稿では、サンオノフレの SG トラブルの経緯と今後の展望を概観したい。

サンオノフレ発電所の 2 号機は 1983 年、3 号機は 1984 年に運転を開始した、112.7 万 kW の電気出力を持つ 2 ループ型ツインユニット PWR であり、設計は CE(Combustion Engineering)社である。国内外の PWR 型発電所では、100 万 kW 超となると 4 ループ程度、すなわち SG を 4 基持つ設計としている場合がほとんどであるが、同炉は大型の SG とすることで、ループ数を 2 ループと削減していることが設計上の大きな特徴である。

この頃までの PWR プラントでは、SG 細管に熱処理(TT 処理)の施されていないインコネル 600 が採用されていたが、細管の減肉と漏洩が国内外で多数発生していた。日本の美浜発電所 2 号機で、SG 破断から安全注入系が動作したのも SG 漏洩の一例である。そのため、より耐食性に優れた、TT 処理を施したインコネル 690 が開発され、新たに建設されるプラントで採用されると共に、多くの PWR 発電所で SG の交換が実施されてきた。三菱重工(MHI)は、これまで取替 SG について多数の製造・納入実績を持っており、サンオノフレ発電所 2/3 号機についても 2009 年と 2010 年に設計・製造し、納品しているほか、フランス、ベルギーなどの諸外国にも多数 SG を納入している。

今回の SG 細管減肉については、2012 年 1 月 31 日に 3 号機で SG からの漏洩が原因となる警報が発信したことに端を発する。3 号機の停止後に、細管の検査を実施したところ、多数の細管減肉が発見されるに至り、1 月 10 日より燃料交換停止していた 2 号機でも細管の全数検査が行われ、同様に細管減肉が発見されることとなる。このことを受けて NRC は、状況措置確認書(CAL)を発行し、両基で過度に磨耗しているか、磨耗の疑いのある細管を全数施栓するように命じていた。その後、MHI が NRC に提出した根本原因調査報告書¹によれば、面内流力弾性不安定(FEI)と呼ばれる現象が、細管減肉の主な原因であると特定されており、SCE 社は 2012 年 10 月、NRC に対して 2 号機を FEI が発生しないとされる 70%出力で 5 ヶ月間運転し、その後に SG 細管を検査するという運転計画を提出していた。この運転計画の妥当性について、NRC による審査が行われていた。

サンオノフレの閉鎖理由については、SCE 社によれば、2 号機の出力を下げて運転を再開する計画は、年末までに許可が得られなければ経済性がないとする費用便益解析に基づくものであり、NRC の認可会議が、運転再開作業について公衆が聴聞会を請求する権利を有しているという裁定を下したため、年末という期限に間に合う確率が半分以下に下がったという結論に至ったためであるという。また、2 号機の運転認可は 2022 年に失効するが、運転認可更新には相当な時間と費用を要する見込みであることや、福島事故対策で新たな要件

¹ Root Cause Analysis Report for tube wear identified in the Unit 2 and Unit 3 Steam Generators of San Onofre Nuclear Generating Station, ML13057A013

が付加されたことなども廃炉の決定に影響しているという²。このほか、カリフォルニア州選出のボクサー上院議員が再稼働に反対の姿勢を示しており、政治的な支持を得られていないこと、カリフォルニア州当局が運転認可更新に関するコストを回収する条件として地質調査を義務付けているように、州当局の監督が厳しいといった問題も無視できなかったのであろう。

さて、今回のトラブルの発端となった取替 SG であるが、取替 SG を製造した MHI の責任はどのようになるのであろうか。先に述べたとおり、サンオノフレは 100 万 kW 級の 2 ループ型 PWR と特殊な設計であり、SG も超大型である。MHI はこれまでに通常サイズの SG に関して多数の納入実績があり、これらで顕著なトラブルは確認されていないが、MHI がかつて技術提携していた Westinghouse (WH) 社製ではない、CE 製プラントの特殊な SG、という点で、設計には相当程度困難があったのであろう。しかし、そのような問題は納品する前から判っていたことであり、それでもなお、受注した以上は、MHI には健全な製品を納品する義務があり、それを守れなかったことは大きな失点である。同社のプレスリリースでは、「当社がこれまで設計・製作してきた SONGS 以外の国内及び他国向け SG は、伝熱面積及び重量が大きく異なり、また長期間の運転実績でこの様な不適合は生じておりません。したがって、類似事象が発生することはないと考えております。」と述べており³、現に今回の細管減肉はサンオノフレ特有の問題ではあると言い切って問題なからう。しかし、電気事業者から見れば機器設備類であれば MHI でなくとも、Areva や WH に発注すれば良いのであり、入札交渉で不利に働く可能性は否定できない。

また、MHI への直接的な影響として、SCE が MHI に賠償を請求しており、交渉が進められているという点が挙げられる。SCE の親会社である EDISON International 社の 2012 年 Annual Report によれば⁴、契約上の責任上限額は 1.38 億ドルであり、2012 年末までの分として SCE は 1.06 億ドルを MHI に請求している。MHI は請求の一部に異議を申し立てているが、既に MHI は 4,500 万ドルを支払っているという。また、先の MHI のプレスリリースによれば、「契約上の当社の責任上限は約 1 億 3,700 万米ドルであり、代替燃料コストを含め間接損害は排除」されている、としているが、SCE は一つかそれ以上の例外が適用され、賠償上限額は 1.38 億に制限されないと考えているという。このことを SCE は MHI に通知したが、MHI は異議を申し立てており、最終的には国際的な仲裁も含む、契約に定める紛争解決手続きが行われることになる、と Annual Report に示されている。賠償額が最終的にどの程度になるのかは判らないが、MHI の設計瑕疵があったこと、既に賠償額の一部を支払っていることなどを考えると、相当額の賠償金支払いを要する可能性が否定できない。

結局のところ、MHI は「チャレンジして、特殊な SG 設計・製造に乗り出したのは良いが、失敗した」ということになるだろう。サンオノフレの SG は設計が特殊であるため、必ずしも MHI の技術力が無かった、もしくは低下したために起きた問題ではないと筆者は考えているが、発注者側である電気事業者の立場からすれば、今回の事象が今後の発注で無視できるものかどうか難しいところである。今のところ、MHI の技術力などに疑義が生じて受注が撤回された、もしくは、受注を逸した、といった話は聞いていないが、電気事業者らの冷静な対応が望まれると共に、今後の動向には注目する必要があるだろう。

お問い合わせ : report@tky.ieej.or.jp

² ニュークレオニクスウィーク日本語版、2013/6/13

³ 米国サザンカリフォルニアエジソン社 サンオノフレ原子力発電所廃炉について(重要なお知らせ)、2013/6/12,
http://www.mhi.co.jp/notice/notice_130612.html

⁴ 2012 ANNUAL REPORT TO SHAREHOLDERS , http://www.edison.com/files/AR_2012.pdf