

中部電力 正員 富樫利男

〇井上昭栄

1. はじめに

原子力発電所は、既に良く知られている通り、一般工業施設と異り、その内蔵するエネルギーの大きいこと、又放射能という問題を有するため、平和利用の立場から、安全にエネルギーを取り出すことが問題で、安全性のために払われる費用は総建設量の約65%を占めると言われ、平和利用たるゆえんでもある。この安全施設は多量局をなしており、軽水炉を例にとれば、燃料被覆材、圧力容器、各種スプレー系、空気再循環系、ボロン水注入系の外、気密、耐圧、耐熱の原子炉格納容器は、最終的、且つ独立に働くことの出来る最も信頼性のある最重要な設備である。当面我々が計画或は建設中ののは軽水炉で、格納容器の役割りは極めて重要で、その具備すべき条件その他は後述するが、最近の米口原子力発電所建設状況を見るに、この種の構築技術が習熟するにつれ、又発電所の出力が大型化するにつれ、鋼製から鉄筋コンクリート製、更にP.C.コンクリート製に移行している。その型式についても、本来の格納容器の必要性に伴い、種々の型式が考案されている。この種技術を我々に適用する場合に、我々土木技術者にとって極めて関心のある問題である。

2. 格納容器の果している役割

原子炉格納容器は、一般構築物の果す shelter としての役割の外、事故時に万一その内部に貯えられよう莫大のエネルギーが一時に放出されるようなことがあってもそれを封入する役目をする。事故時に燃料溶融により放出される核分裂生成物は、200種類以上と言われ、従業員や公衆を放射能被曝から守るため、その漏洩については厳しく規定が設けられている。又事故時の高温高压にも十分耐え、内部部品等による内外部からの衝撃、いわゆるミサイル防護としても十分安全にその目的を果すものでなくてはならぬ。コネタカソトヤンキー発電所の例によると、格納容器その他工学的安全施設が無い場合には、放射能による距離の制限がその出力は十分に抑えなくてはならないということである。従って格納容器は、原子炉と人口地帯との距離を見かけ上延ばす役割を果すことになる。格納容器は人口稠密な我々では発電所の敷地確保ということ、極めて重要な意義を有する。

3. 格納容器の構造と形式

構造上具備すべき条件は、一般構築物と多少異り、我々に色々な難しい技術的問題を提供することになる。先づ極めて大型で、多くの貫通孔を有する構造物を、完全に leak tight にする技術上の問題。又事故時の内圧、熱、地震等に対して安定であること。遮蔽性能は、一般従業員に対して防護上覆れていること、設計施工、建設費等を含めて建設技術上有利であること等々である。格納形式により分類すると、標準型、圧力遮し型、圧力抑制型、低圧型、多量型に分類される。軽水炉の格納容器として現在用いられているのは、標準型か加圧水型炉に、圧力抑制型か沸騰水型炉というようである。加圧水型炉では、その型式が単純な円筒形であり、大型化による経済性という点があるも、最近では殆んどP.C.コンクリート製に変わった。沸騰水型炉では、その形状の故に、コンクリート製にするのは現在ではむしろ、これもP.C.コンクリート製にする試みはあり、またA.E.C.の認可も与えてい

ないが、*practice* 上の問題の解決等があるため、実用にはなっていないが、いつか採用されることになるだろう。ガス型炉に於ては、大容量、高温、高压の圧力容器が P.C. で設計されており、その設計条件は更に厳しく、技術的な興味、解決すべき問題は多いが、ここで取り上げねばならないのは、当面採用される炉型式が軽水型だからで、我々は現在検討している加圧水型炉のコンクリート製格納容器について考えてみる。

4. コンクリート製格納容器の特徴

コンクリート製格納容器は、*leak tight* にするためには鋼製内張りが施されており、耐圧容器としての機能は、コンクリートが果たことになる。多くの普通鋼は、熱膨張の差を吸収するため、又漏洩防止上、二重構造となっている。コンクリート製格納容器の利点としては、①コンクリートは、生体遮蔽および *pressure barrier* として作用する、②その建設は鋼製に比べて熟練度も低く、又建設工程も短くて経済的である、③ P.S. コンクリート容器は、過大圧力に対して *ductile failure mode* を示す、④大きい格納容器になる程経済的である、⑤ *missile protection* という点も優れている、等であるが、一オの欠点は、①高温、放射線照射、脱水、収縮、クリープ、温度勾配等の不明な効果、②応力集中および大開口部の鋼束束の配置、③ *Vessel* の形状による P.S. 鋼材のファンローの摩損、④温度勾配を最小にするための防護等の問題がある。米口の例に見られるコンクリート製格納容器は、経済性のためその基礎底板部が餘りにも薄い構造となっているが、基礎地盤の餘り良くない、又地震強度の大きい我が国に於ては、そのような形式は難しいものと思われる。内筒側壁と底板部の結合方法も、*free hinge*, *slide and hinge*, *semi-slide and hinge*, *full fix* と種類があるが、我が国は世界で数少ない地震国であるので、実務に当っては、今後それらについて厳密に検討しなければならぬ。内圧は従来のコンクリート製構造物には餘り考えられなかった外力で、多軸応力状態でコンクリートの性状の究明等、新たな問題を提示するものである。P.S. 工法は、我が国に於ても、水槽等とその格納容器類似形状への実績は見られるようであるが、原子炉格納容器は、気密、耐熱、耐震等設計の重要さも異なり、設計施工には別な配慮が必要である。従来の P.S. 構造と異なり、グラウトを施さず、グリーン等を充てて *retension* が出来るようにしてあるが、そのための *access* の設計、又 *retension* そのものの考え方も一考の餘地がある。破壊という点からは、鋼材は N.D.T. の検討が必要であるが、P.S. コンクリートでは亀裂が入るとも荷重が下れば閉まるので、格納容器としては優れた構造材料と言えよう。人口稠密な我が国では、立地条件に合った通地を見つけることは、他産業との関連もあって問題が多く、又経済性という点からも発電所の都市接近ということは、基本的な要求で、鋼製格納容器に代ってコンクリート製格納容器が、その打開策の1つとなるかも知れない。現在この種の技術は、米口のコンサルタントの技術を導入しているが、地震に対する考慮の相違等が前記したように、米口での様式方法を、そのまま用いることが出来ないかも知れないので、十分な検討をして行わなければならない。

5. おわりに

P.S. コンクリート格納容器は、軽水炉の開発にとって、極めて重要な意義を持ち、土木技術者として大いに、検討、研究を怠る必要がある。以上の報告は、多少に問題点の羅列に陥ったかも知れぬが、その重要性を認識して、報告した次第である。

以上