

水爆・水素爆発・水蒸気爆発の違いについて

木藤技術士事務所 木藤 茂

はじめに

物騒なタイトルで恐縮だが、特に言葉の似ている水素爆発と水蒸気爆発の違いを説明したかったわけである。ついでに産業界でたまに起きる粉塵爆発についても説明したい。

1. 水爆とは？

水素爆弾 (Hydrogen Bomb, H-Bomb) の略になる。したがって、水素爆発 (Hydrogen Explosion) を水爆と略することは出来ない。原爆 (原子爆弾: Atomic Bomb, A-Bomb) と水爆はどちらも核反応に基づくものだが、原爆は核分裂反応であるのに対し、水爆は核融合反応になる。

ウラン型原爆には ^{235}U が使われるが、通常のウランにはわずか 0.7% しか含まれず、大半が ^{238}U になる。そのために濃縮 (篩い分け) を行い、 ^{235}U の濃度を核燃料には 2~5% に、原爆には 90% まで濃縮する必要がある。なお、原発では各種核分裂反応が起きるが、大半は ^{137}Cs を経て、最後には Pb に落ち着くが、10 万年を要するとされ、高レベル放射性廃棄物の処分場がないのが問題とされる。

もう一つの問題は、 ^{238}U に中性子がぶつかり、 ^{239}Pu が出来ることである。高速増殖炉もんじゅで使用するとのものであったが、既に頓挫している。MOX 燃料で ^{235}U に混ぜて使うべしであったが、フクシマ事故以降、原発自体がほとんど動いておらず、これも計画どおりに進んでいない。核燃料というもの、ウラン、プルトニウム共に酸化物になる。MOX の M は Mix、OX は Oxide で、混合型酸化物になる。

そして、 ^{239}Pu の問題なのは、濃縮せずとも、容易に原爆が出来ることである。終戦直前に日本に 2 発の原爆が落とされたが、広島はウラン型、長崎はプルトニウム型であった。これは何を意味するのか？

ここで水爆の話に戻る。1954 年に第 5 福竜丸がビキニ環礁付近で死の灰の餌食となったが、あれが水爆であった。女性の水着にビキニがあるが、ショッキングという共通項で命名されたとか。

核融合反応の代表的なものに、D-T 反応があり、重水素 D と三重水素 H による反応であり、ヘリウムが絡んでおり、太陽エネルギーもこの核融合反応になる。



この ${}^4\text{He}$ と n がまた次の反応にかかわり、膨大なエネルギーが次々と連続して生まれる。

核分裂・核融合ともその膨大なエネルギーは、アインシュタインの有名な式そのものである。

$$E = mc^2 \quad (c : \text{光速})$$

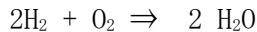
つまり、核分裂・核融合いずれも反応が進む過程で、質量 m が減少する (ここでは、重量とか目方が減ると言っただけ)。核分裂・核融合では、質量不変の法則が成立しないわけである。

2. 水素爆発とは？

現役時代、水素爆発をやらかしたことがある。水素還元炉を使っており、立ち上げ時、窒素を十分に流してから、水素に切り替え、終了時は水素を止めてから窒素を十分に流し、バルブを締めることになっている。定時が迫り急いでいる際に、窒素が不十分で水素が残っていて爆発したのだが、やや大きな音がしただけの小爆発で済んで幸いであった。

フクシマ事故では、水素爆発が 1, 3, 4 号機で起き、大惨事となったが、炉心溶融が起きても水素

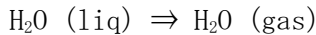
爆発まで至らなかったら、もう少しましであったと思う。建物が立派過ぎて、水素の抜け道がなかったのも原因であろう。水素は軽いので溜まらずにどんどん抜けていく。2号機では偶然らしいが、壁が1枚外れて、そのおかげで爆発を免れた次第である。



この式においても爆発限界があり、空気中では4~75%となっている。筆者が起こした失敗は下限に近く、一方、フクシマでは上限に近かったのであろう。

3. 水蒸気爆発

これは、金属溶解炉の周辺でよく起こる事故になる。元になる式は、次のとおりである。



これだけであるが、18g (1モル) の体積を考えると、標準状態でも、18cc が 22.4L となる。つまり、1200 倍以上となる。テレビでたまに出てくる間欠泉がこれである。見るだけだとスリルがあって楽しいが、金属工場の事故は恐ろしい。

よくやるのは、雨で出来た水たまりの上にノロ・余った溶湯を捨てる。この時、熱水だけでなく、1000℃以上の高温の塊・溶融物が飛んできて大事故となるが、通常は人にあたらず事故にならない。

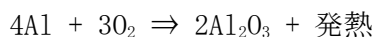
また、判断が難しいのは、ほんの小さな水溜まりであれば爆発しないであろう。また、逆に大型のプールであれば、爆発しないであろう。

水素爆発と同様に爆発限界があるのだろうが、普段の慣れが良くないと言える。

4. 粉塵爆発

これも金属粉工場・研磨工場でたまに起きる。金属工場以外でも、炭鉱、穀物のサイロ、木粉等でも起きる。金属でよく起きるのは、アルミ、マグネシウムである。銅、ニッケルでは絶対に起こらない。但し、最近流行りのナノパウダーは別で通常は液中保存である。

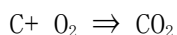
研磨工場でもそうだが、バッグフィルターが一番危ない。粉塵爆発も同様に爆発限界があって、丁度バッグフィルターがその濃度に常に入っていると言える。爆発原因は色々ある。モーターのブラシ、マグネトリレーの接点、静電気等である。もちろん、タバコの火は厳禁である。防爆対応の電気製品も各種出ている。聞いた話では、鉄製ドアを閉めた途端に爆発したらしい。



金属アルミから酸化アルミになる際に莫大な熱エネルギーが発生し、粉末の場合、これが連続的に生じ、大事故となるが爆風による被害がもっとも大きい。しかし、不思議なのは、酸素が左にあるので、この式からは減圧反応になる。どこで超音速の爆風が生じるのか不思議でならない。

珍しいと言ったら、叱られるが、2年前にはシリコン粉碎時に発生した。最近東北地方で起きた亜鉛工場の爆発も粉塵爆発かなと思っている。

炭鉱、小麦粉、木粉等の場合も同様に炭素による次式が原因になる。



アルミ・マグネに関して、技術者は危険と認識しているが、食べ物である小麦粉・スターチ等の粉末も粉塵爆発を起こす。特に油断しているわけではないだろうが、火花の原因となるものはないか、注意が必要である。

まとめ

工場災害において、爆発事故は重大災害につながる可能性が高く、注意が必要である。怖いのは慣れである。常日頃 24 時間、神経を張り巡らすのも、正直大変なので、安全パトロールと称して、社内外の安全対策専門家にチェックしてもらうのも一案であろう。 ご安全に！