

解説

重要度分類と災害想定

有限会社プラント地震防災アソシエイツ 稲葉 忠
(日本機械学会フェロー)

プラントの耐震設計は、地震災害の防止のために行うことは言うまでもありません。高圧ガス設備等耐震設計基準は、損傷した場合に想定される災害規模に応じて設備を重要度分けし、重要度に応じて設計地震動の大きさを変えようとしています。影響度が大きい設備ほど損傷確率を小さくし、地震災害のリスクを低減しようという考えです。重要度分類の背景には災害想定があるのですが、その過程が基準の表面に出てきません。背景を理解すると、事業所の特殊性に応じ、重要度分類に企業独自の考えを取り込んでいくことも可能と思いますので、これを概説したいと思います。

1 災害想定の基本

まず初めに、災害想定の一般的な方法を概説します。

高圧ガスの事故災害には、爆発、火災、中毒事故、環境破壊などがあります。ガスの濃度や輻射熱、爆風圧の強さを等高線図に表し、それらの影響の大きさを積分すれば、災害の大きさを定量的に評価することができます。拡散の影響については、風配図（風力と風向の分布）を利用し、確率的に評価することもできます。コンビナートにあって地震の際に事故が重畳、連鎖する可能性があれば、その影響も考慮することになります。

影響度の評価は、公衆災害の防止の観点からは事業所外の人命、財産、環境への影響を考え、労働災害の防止の観点からは従業員（来訪者を含む）の生命、健康への影響を考えます。企業のリスクマネジメントの観点からは、これらに加えて、事業所の財産、事業への影響も考えることになります。

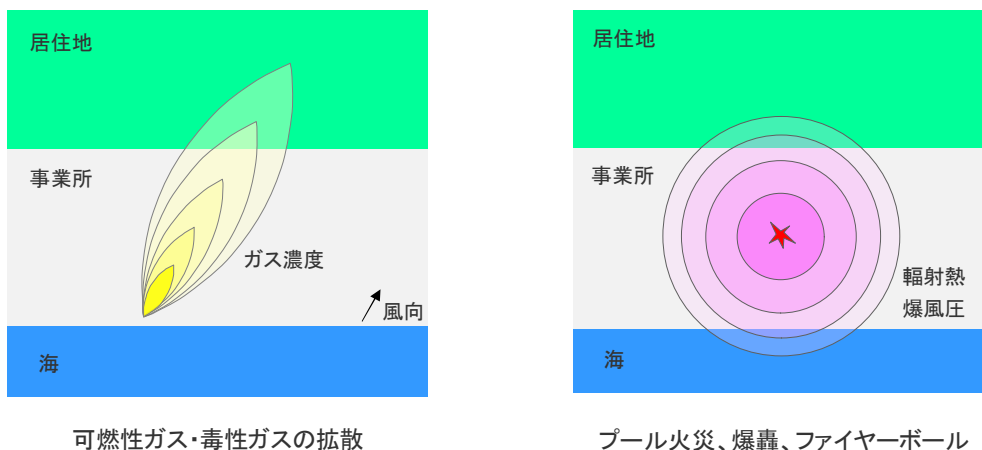


図 1 影響の強さの等高線図

2 コンビナート保安・防災技術指針の重要度分類

高圧ガス設備等耐震設計基準（以下、耐震基準という）の重要度分類の考え方を説明する前に、コンビナート保安・防災技術指針（以下、コンビ指針という）の考え方を説明します。

2. 1 重要度の定義

コンビ指針では、損傷した場合の影響度の大きさに応じ、重要度を次の6段階に分けています。元（耐震スペック研究会の提案）は“施設の損傷”でしたが、“機能喪失”に改められました。

表1 コンビナート保安・防災技術指針の重要度分類

重要度	損傷の影響度	重要度係数
クラスⅠ	その機能喪失が壊滅的な公衆災害をもたらすもの(人命、財産、施設、環境)	1.0
クラスⅡ	同上(財産、施設、環境)	
クラスⅢ	その機能喪失が多少の公衆災害をもたらすもの(人命、財産、施設、環境)	0.75
クラスⅣ	その機能喪失がプラント内に災害をもたらすもの(人命)	0.65
クラスⅤ	その機能喪失が長期にわたって生産の継続を阻害するもの	0.5
クラスⅥ	その他	—

2. 2 危険限界距離

高圧ガスの漏洩によって人、物、環境が受ける物理的な影響には、爆風圧、輻射熱、火災、中毒による影響があります。災害解析の方法は異なりますが、コンビ指針では、ガスの種類、量に応じ、人体に及ぼす影響の範囲、大きさを、危険限界距離をもって同列に評価しようとしています。危険限界距離は、損傷の大きさや気象条件を仮定し、濃度、爆風圧、輻射熱などの分布を計算し、危険限界を設定することによって求められます。

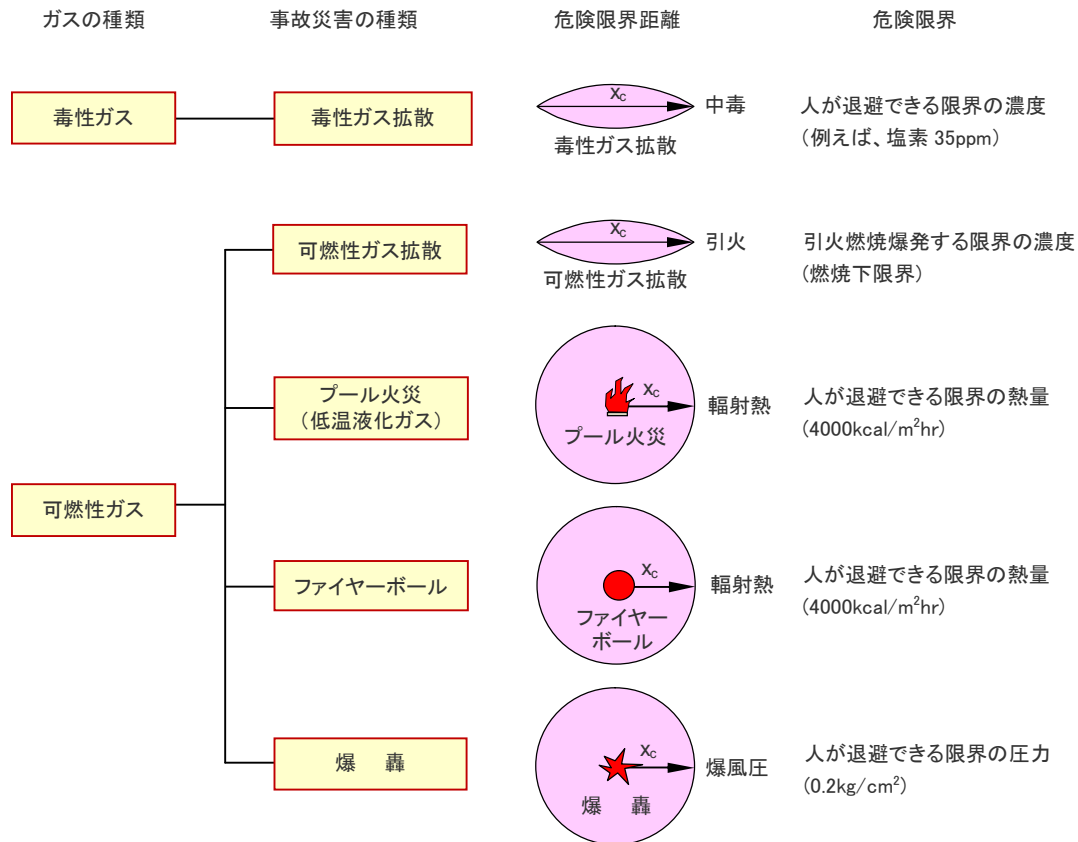


図2 災害の種類と危険限界距離

2. 3 危険限界距離と影響範囲

危険限界距離が求められますと、事業所境界線までの距離との比較により、災害が事業所内にとどまるか、それとも事業所外に及ぶかが分かります。影響度の評価方法はいくつか考えられますが、コンビ指針では、事業所内は危険限界距離までの面積、事業所外は事業所境界線を越える部分の面積をもって影響度を評価する考え方を採用しています。面積に人口密度を乗じれば人命への影響を算出することができます。影響度の評価に当たり、事業所内と事業所外とで重み付けをすることもできますし、事業所をさらに自事業所と隣接事業所とに分けることもできます。

地震時（地震の後を含む）に保安・防災設備の機能が維持され、危険限界距離を短くすることに成功すれば、影響範囲は小さくなります。また、時間的猶予があつて避難誘導が成功すれば、人口密度は著しく減少されます。災害想定は防災計画の基本です。

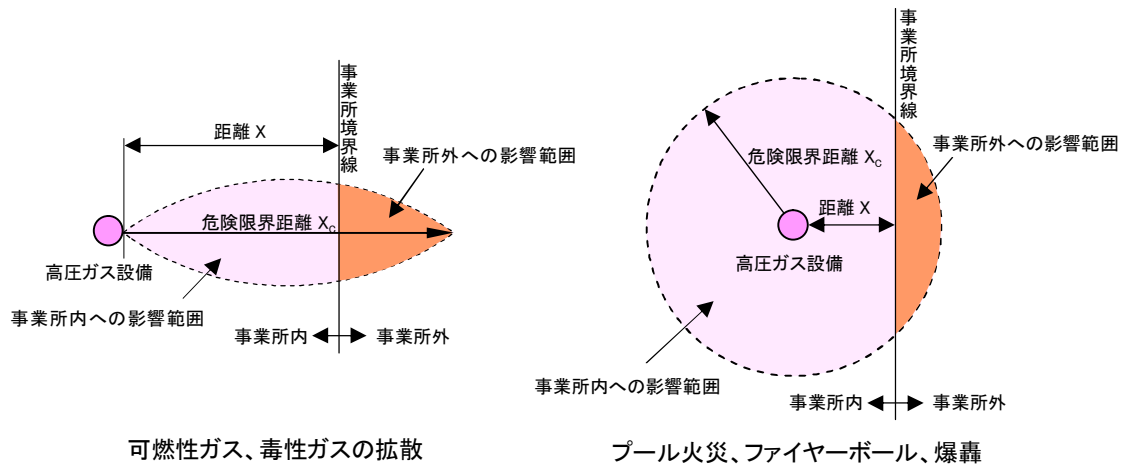


図3 危険限界距離と影響範囲

3 高圧ガス設備等耐震設計基準の重要度分類

3. 1 重要度の定義

耐震基準は、重要度をIa、I、II、IIIの4段階に分類しています。高圧ガス設備等耐震設計指針（以下、耐震指針という）の説明文を加えて表にしますと、次のようになります。“機能喪失”は“損傷もしくは機能喪失”となっています。IIの表現は“事業所内の人命を損なう恐れのあるもの”とも解釈でき、基本的にはコンビ指針の考え方が踏襲されていると考えることができます。

表2 高圧ガス設備等の重要度分類(影響度は高圧ガス設備等耐震設計指針による)

重要度	損傷、機能喪失の影響度(高圧ガス設備等耐震設計指針の表現)	重要度係数
Ia	その損傷もしくは機能喪失が、事業所外の広範囲の公衆、公共財産、環境に壊滅的損害を与えるおそれのあるもの	1.0
I	その損傷もしくは機能喪失が、事業所外の公衆、公共財産、環境に多少の損害を与えるおそれのあるもの	0.8
II	その損傷もしくは機能喪失が、事業所外の人命を損なうおそれのないもの	0.65
III	通常の耐震性を有するもの	0.5

3. 2 重要度の判定法

コンビ指針に重要度分類の1つの方法が示されましたが、設備毎に計算するのも、影響度を評価するのも、容易なことではありません。そこで、耐震基準では簡便化、標準化が図られ、高圧ガスの種類、貯蔵能力、事業所境界線までの距離に応じ、付表から重要度を判別できるようになっています。

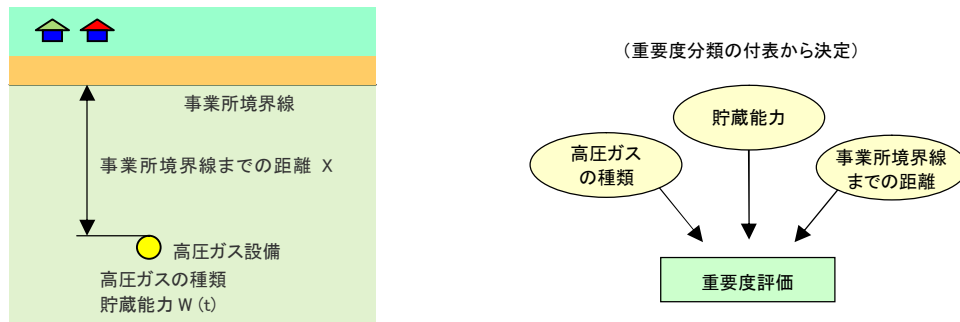


図4 高圧ガス設備等の重要度分類

3. 3 事故災害の重畳・連鎖による影響の評価

コンビナートでは、地震時には事故が同時多発的に起きたり、1つの事故の影響が他の設備に及んだりすることが考えられます。有毒ガスが拡散した場合には、隣接事業所の保安・防災活動に支障をきたすことも予想されます。耐震基準では特定製造事業所において貯蔵能力の特に大きな設備は重要度を1ランク上げることになっているのは、このようなことを考慮してのことと考えることができます。

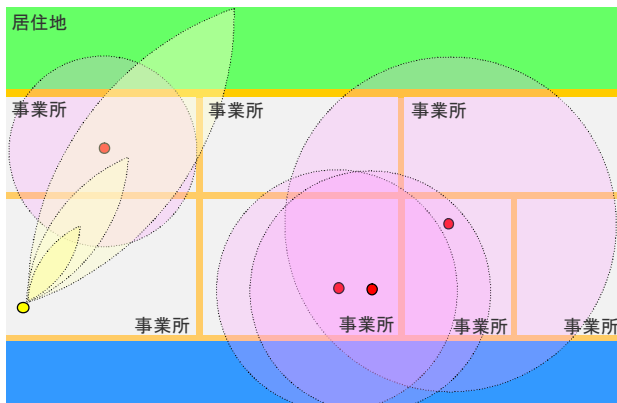


図5 事故の重畳、連鎖による災害の拡大

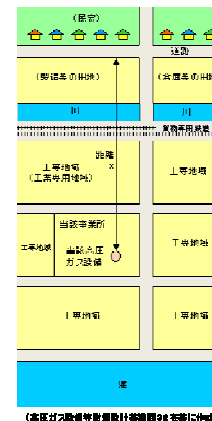


図6 距離Xの取り方の例 (コンビナート)

4. おわりに

耐震基準の重要度分類の背景にある災害想定について概説しました。耐震基準の重要度分類は公衆災害の防止を第一義的に考えていると思われ、事業所境界線までの距離が遠いと重要度が低いと感じられるときがあります。また、周辺が人口密集地であっても田畑であっても、事業所境界線までの距離が同じであれば重要度も同じになります。労働安全衛生マネジメントや企業のリスクマネジメントの観点に立った重要度は、事業所自らの判断によることとなります。また、地震災害を軽減するには、保安設備・防災設備・非常用用役設備の耐震性の確保や、事業所-保安行政間、事業所-事業所間、事業所-住民間のリスクコミュニケーションも大切なこととなります。東北地方太平洋沖地震の経験により、終局強度設計の考え方（塑性変形によるエネルギー吸収能力を高める）の重要性や、津波対策、耐津波設計の必要性が、改めて認識されました。地震災害のリスクを低減するには、耐震基準の背景を理解し、規定を最低限度の義務事項として、企業自らの考えを取り入れていくことが大切なことと言えます。

参考文献

- 1 高圧ガス保安協会 コンビナート保安・防災技術指針、1974
- 2 高圧ガス保安協会 高圧ガス設備等耐震設計指針、2007