

公衆審査におけるご意見と対応

2009年9月11日
 (社) 日本原子力学会
 標準委員会

対象標準：発電用原子炉施設の安全解析における放出源の有効高さを求めるための
 風洞実験実施基準

No.1
(氏名) 長江 博 様
<p>(ご意見)</p> <p>「1.適用範囲」について</p> <p>「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の「VIII.風洞実験」では大気安定度が中立である場合のみを対象として風洞実験を実施することに限定してはいないことを明示しておくべきではないかと思いたしますがいかがでしょうか。</p> <p>また、現状の記載のままでは、中立の風洞実験によりすべての気象条件をカバーしているものと誤解される懸念があるため、非中立の大気安定度に対する風洞実験を対象外としていることに関する考え方を説明するべきではないかと思いたしますがいかがでしょうか。</p>
<p>(対応)</p> <p>・本標準で参照している”発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針”の”本文VIII.風洞実験及び解説IX.風洞実験”には大気安定度について明記されていませんが、高さ方向の温度分布も模擬する必要がある不安定状態及び安定状態の大気安定度を再現することは、現時点でも研究レベルに留まっております。気象指針に記載されているような大型拡散風洞を用いる必要がある原子炉施設の風洞実験は中立で実施せざる得ないことから、気象指針は風洞実験を中立で行うことが前提になっていると考えられます。</p> <p>従って、気象指針の解釈を本文に記載する必要はないですが、中立で実験を行っている背景が分り難いため、大気安定度に関連している解説 5(別添)に前述の主旨を追記します。</p> <p>・本標準では大気安定度が中立の風洞実験で得られた放出源の有効高さを、他の大気安定度の拡散評価にも適用することを記載しています。これは、中立以外の大気安定度の風洞実験が未だ研究レベルであるためですが、関連事項として、中立の気流条件の風洞実験で求めた放出源の有効高さをを用いた大気拡散評価結果と現地拡散試験結果、気象モデルを用いた数値シミュレーション結果を比較したときに前者の方が特殊な場合を除き概ね保守的に評価されていることを解説 5に記載しています。本標準は、今後とも定期的に改訂を実施することにより、新技術の開発内容や新知見を取り入れるように努めていきます。</p> <p>なお、火力発電所の地形影響等の予測でも中立条件を対象とした風洞実験が実施されています。</p>

“気象指針”本文抜粋

VIII. 風洞実験

敷地の地形が複雑な場合又は放出源に対する建屋等の影響が著しいと予想される場合には、放出源の有効高さ等の妥当性を検討するため、それぞれの幾何学的条件を取り入れた模型を用いて風洞実験を実施する。

“気象指針”解説抜粋

IX. 風洞実験

大気拡散の解析に用いられる風洞実験の目的は、排気筒からのプルームの主軸が建屋及び地形等によってどのような影響を受けるか、水平及び鉛直の拡散が特異性をもつかどうか、排気筒の有効高さがどのように変化するかなどを明らかにすることがあり、その方法としては、排気筒付近の建屋及び地形の影響等を調査するための小区域模型による実験や敷地境界付近及びそれ以遠の影響を調査するための大区域模型による実験がある⁴⁾¹¹⁾。

ここでは、敷地の地形が複雑な場合又は放出源に対する建屋等の影響が著しいと予想される場合における地表空気中濃度を推定するための風洞実験について以下に述べる。

実験に使用する模型に組み込まれる要素としては、建屋、排気筒、敷地及びその周辺の地形等がある。

具体的な実験に当たっては、地形模型によって着目方位における地表空気中濃度分布を測定するとともに、平坦地形模型を使って、数種の放出高について地表空気中濃度分布を測定し、両者を比較する。

この結果をもとに、例えば、平坦な地形に排気筒が存在しているとした場合の放出源高さを求め、拡散式中でこの放出源高さを使用すれば、地形等の影響を受けた濃度を算定することができる。

2009年9月11日
 (社) 日本原子力学会
 標準委員会

No.2
(氏名) 長江 博 様
<p>(ご意見)</p> <p>「1.適用範囲」の第2パラグラフの「原子炉施設の新設時並びに増設時で大気拡散評価において新たに設置する建屋及び地形の改変の影響が著しいと予想される場合」について質問します。</p> <p>①現行の表現では、発電所の新設及び増設時以外であれば、敷地内に種々の(原子炉施設以外の)廃棄物保管庫や事務所棟等の建屋等を多数建設したり、敷地内の法面等の大規模工事を何度実施しても、風洞実験による影響の確認は一切不要であるとの解釈がなされる可能性があると思いますが、いかがでしょうか。</p> <p>②「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」の「Ⅷ.風洞実験」では「敷地の地形が複雑な場合又は放出源に対する建屋等の影響が著しいと予想される場合には、(中略)風洞実験を実施する。」となっており、「原子炉施設の新設時並びに増設時で大気拡散評価において新たに設置する建屋及び地形の改変の影響が著しいと予想される場合」に限定されていないと判断いたしますが、この点についての考え方をご説明下さい。</p> <p>③上記①のような解釈を避けるために、原子炉施設の新設時並びに増設時以外であっても、敷地内の(原子炉施設以外の)種々の建屋の新・増設や地形の変更工事等に起因して放射性物質の大気拡散評価に大きな影響があると考えられる場合には、風洞実験による確認が必要であるとの趣旨が正確に伝わるように、現行の文案の修正をお願いいたします。</p>
<p>(対応)</p> <p>・原子炉施設の新設時は風洞実験が必要となります。また、原子炉施設の増設時で建屋及び地形の改変の影響が大きい場合にも風洞実験が必要となります。附属書 A に示すように、建屋増設時には国内外の知見から建屋の高さが排気筒高さの 1/2.5 以内の場合には実験は不要とし、更に、1/2.5 を超える場合でも影響を受け易い風向で確認実験を行い影響が小さい等の場合には追加の実験は不要としています。1/2.5 を超える場合は、具体的には確認実験の結果、建屋増設前に比べて有効高さの変化が 10%以内であり、かつ、線量目標値、めやす線量などを下回ることが明らかな場合に加えて、放出源高さが低く増設により建屋増設前に比べ有効高さが安全側(高く)に評価される場合は実験不要としています。以上から、1/2.5 以内の建屋の増設であれば、複数の建屋が増設されても影響はないと考えられます。</p> <p>地形の改変に関しては、実験では立ち木、鉄塔などは再現しておらず、また、縮尺模型(数 1000 分の 1)の製作に当たっては、高さが低く気流への影響が極めて小さいと考えられる高さ 10m 未満の構築物は除外しており、法面の勾配が多少変わった程度では実験結果に影響は現れないと考えられます。</p> <p>・原子炉施設が設置されているサイトにおいて、原子炉施設の増設時以外で排気筒の高さの</p>

2009年9月11日
(社) 日本原子力学会
標準委員会

1/2.5 を超えるような高さの建屋が建設されることは現実的には考え難いと思われま

す。従って、現状のままとします。

なお、気象指針は風洞実験が必要な典型例として地形が複雑な場合、建屋等の影響が著しい場合を示していると考えられます。

2009年9月11日
 (社) 日本原子力学会
 標準委員会

No.3
(氏名) 長江 博 様
(ご意見) 「3.3トレーサガス放出位置」について (1)式で吹上げ高さを設定するために用いる $1/U$ として「風向別風速逆数の平均」を用いるとされていますが、風洞実験が中立の大気安定度を対象として実施されることを考えると、「風向別大気安定度別の風速逆数の平均等」についても比較・整理した上で、吹上げ高さを設定するのに適切な風速選定についての考え方を説明する必要があるのではないかと考えます。この点に関してご説明をお願いいたします。
(対応) ・本標準で参照している”発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針”では、年間の線量評価においては、排気筒高さ(吹上げ高さ)についても平均値を使用することが適切であり、中立状態の吹上げ高さを算出するブリックスの式を用い、式中の風速の逆数($1/U$)には風向別風速逆数の平均を用いるのが適当としている。本標準は、気象指針の基本拡散式で用いる放出源の有効高さを求める風洞実験について規定しているため、実験の放出位置を決定する際のブリックスの式による吹上げ高さの算出には風向別風速逆数の平均を用いることとしています。背景が分り難いため、吹上げ高さに関連する附属書 D(別添)に上記内容を追記します。

“気象指針”

VIII. 放出源の有効高さ

解説抜粋

- (1) 風下方位の地表空气中濃度は、風速、大気安定度等の気象条件と放射性物質の放出源の有効高さ等の放出条件によって定まる。放出源の有効高さは、通常、排気筒の地上高さに吹上げ高さを加えた高さが用いられるが、原子炉施設周辺の地形が複雑な場合及び建屋等の影響を受ける場合には、拡散に及ぼす影響を考慮して調整した“みかけの放出源高さ”を解析に用いることがある。

このように放出源の有効高さは、吹上げ高さや建屋、地形の影響等を考慮して、“みかけの放出源高さ”が使用されるので、指針では、“みかけの放出源高さ”を放出源の有効高さとした。

- (2) 放出源の有効高さを算出する際に用いる排気筒の吹上げ高さ ΔH は、排気の力学的及び熱的效果によって生ずる放出高の増加であって、この ΔH の算定には、種々の算定式⁵⁾⁶⁾が提案されている。発電用原子炉施設の場合は、排気と周囲の空気との温度差が小さいので、ブルームの吹上げはほとんど力学的効果によるものと考えられる。

従来、わが国における吹上げ高さの評価においては、Holland の式⁵⁾が参考にされている例が多い。しかし、Briggs⁶⁾は、その後の多くの実験データを検討して、いくつかの気象条件に対応した吹上げ高さの算定式を提案している。年間の線量評価においては、排気筒高さについても平均的な値を使用することが適切である。そこで、指針では、中立状態に対して適用される指針(VII-1)式によって吹上げ高さを算定することとした。この式中の風速 U は、式中に逆数の形で入っているため、計算のときは、風向別風速逆数の平均 $\bar{1/U}$ を用いるのが適当と考えられる。

なお、想定事故時に、吹上げ高さを考慮する場合には適切な方法を用いる必要がある。

2009年9月11日
 (社) 日本原子力学会
 標準委員会

No.4
(氏名) 長江 博 様
<p>(ご意見)</p> <p>「5.3.1気流設定条件」について</p> <p>気流設定条件について、大気安定度を中立に限定した風洞実験であるならば、σ_yについてもσ_zと同様に厳密に取扱うべきであるので、σ_zと同様にσ_yが大気安定度C~Dの範囲にあることを条件とすることが必要であると考えます。この点についてご説明下さい。</p> <p>また、「乱流強度10%~16%の範囲」についてはσ_z及びσ_yが大気安定度C~Dの範囲にあることが確認された上での目安値とするべき数値ではないかと考えますがいかがでしょうか。</p> <p>同様に、「風洞風速1m/s~6m/s(境界層上部)の範囲」についてもσ_z及びσ_yが大気安定度C~Dの範囲にあることが確認された上での目安値とするべき数値ではないかと考えますがいかがでしょうか。</p>
<p>(対応)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気流条件が中立であることをσ_z(鉛直方向の拡がりのパラメータ)が大気安定度 C~D にあることで確認することを規定しています。野外の場合には、σ_z は地表面の影響で制限されるのに対してσ_y は制限が無く、風のゆらぎの影響も受けるため、σ_z よりも大きくなります。風洞装置では上流側でのみ気流の乱れを与えており、風下に行くに従って安定側にシフトし、中立を調整するには限界があるため現状の記載としています。しかし、σ_y(水平方向の拡がりのパラメータ)についても、附属書 G で大気安定度 C~D に近い分布にすることが望ましいとしています。これは、近年の実験結果では、気流の調整方法等が改良され、σ_y も大気安定度が C~D に近い分布になっていることを反映したものです。 <p>従って、現状のままとします。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・主流方向の乱流強度は、過去の知見から放出源の有効高さ評価値に有意な差がないことが確認された範囲を記載しています。風洞実験の手順としては、気流調整後、拡散状態を確認するのが一般的です。 <p>従って、現状のままとします。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風洞実験で乱流格子などによって風洞内気流を乱れの大きな状態に維持している場合には、放出源の有効高さ、正規化濃度(UC/Q)は風洞風速に依存しないことが確認されています。このため、風洞風速は、風洞実験の際のトレーサガス濃度の測定の容易さ、制御のし易さ等から決まり、中立の大気安定度の気流条件の設定には直接は関係していません。 <p>従って、現状のままとします。</p>

2009年9月11日
(社) 日本原子力学会
標準委員会

No.5
(氏名) 長江 博 様
(ご意見) 「その他」 標準名称である「発電用原子炉施設の安全解析における放出源の有効高さを求めるための風洞実験(改訂案)」については、主語を明確にする観点から、 「発電用原子炉施設の安全解析における放射性物質の放出源の有効高さを求めるための風洞実験(改訂案)」としてはいかがでしょうか。
(対応) ・標準名称は他の風洞実験と区別する上でより簡潔であることが望ましいこと、また、原子炉施設の安全解析では放射性物質が主な対象であることは明白であることから、現状通りとします。

2009年9月11日
(社)日本原子力学会
標準委員会

別添

解説 5 修正案

(変更前)

5 安全解析における大気拡散評価時の大気安定度の影響 (本体 7.1) 本解説では、大気安定度が中立に相当する気流条件で実施した風洞実験で求めた放出源の有効高さを用いる大気安定度を考慮した大気拡散評価の例について説明する。

(修正案)

5 安全解析における大気拡散評価時の大気安定度の影響 (本体 7.1) 安定又は不安定の大気安定度の風洞実験を行うには温度条件の模擬が必要となるため、適用は研究レベルに留まっており、本標準で要求しているような大型の風洞が必要となる風洞実験は中立の大気安定度以外で実施することが難しいのが現状である。従って、当面は中立の大気安定度で行った風洞実験の結果を他の大気安定度にも適用して大気拡散評価を行うことになる。このため、本解説では大気安定度が中立に相当する気流条件で実施した風洞実験で求めた放出源の有効高さを用いる大気安定度を考慮した大気拡散評価の例について説明する。

附属書 D 修正案

(変更前)

D.1 確認方法 平常運転時における地表空气中濃度の計算において、発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針(以下「気象指針」という。)では、排気筒の吹上げ高さ (ΔH) を求める際に、1年間の風向別風速逆数の平均値を用いるのが適当と考えられるとしている。

(修正案)

D.1 確認方法 平常運転時における地表空气中濃度の計算において、発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針(以下「気象指針」という。)では、排気筒の吹上げ高さ (ΔH) を求める際に、1年間の風向別風速逆数の平均値を用いるのが適当と考えられるとしている。本標準は、気象指針の基本拡散式で使用する放出源の有効高さを求めるための風洞実験について定めており、平常運転時を対象にした実験のトレーサガスの放出位置を決めるに当たっては気象指針に則り吹上げ高さの算出式及び風向別風速逆数の平均値を使用することとしている。