

竜巻防護対策施設の設計の考え方について

東海第二発電所では竜巻防護対策施設を「防護ネット」「防護鋼板」及び「架構」の構成要素に分解し、各構成要素に要求される機能を特定したうえで、それぞれの要求機能に対する代表部材の適合性を確認し、個別の施設に対する防護対策施設の設計においては、これら代表部材の条件の範囲内で部材を選定することで、設備全体としての機能を担保する考え方としている。

各要素に要求される機能及び確認項目、及び確認項目に対する代表部材選定の考え方に整理した。

なお、先行プラントにおいては、個別の防護設備ごとにモデル化しFEMによる評価を行っている事例も認められるが、東海第二発電所の設計手法に対しても、表1に整理した様に、評価対象箇所抽出の考え方は同じであり、全モデルを包絡して抽出するのか、個別の評価モデルごとに代表箇所を抽出するのかわけの違っていると考えている。

以上

表1 竜巻防護対策施設の構成要素に要求される機能及び適合性の確認方法

構成要素	要求される機能		機能維持のための確認項目		先行プラントの評価例	備考
	概念	具体的な展開				
防護ネット	障壁の維持 (飛来物の通過阻止)	飛来物が貫通しないこと	鋼製枠	なし (枠の下部に設置される架構の貫通評価で代表させる)	なし	先行プラントについても、同様の判断と推定
			ネット	各々の金網が、飛来物の衝突に際し破断、脱落しないこと 【個別(全数)評価】 ^{※2}	同左	
	飛来物衝突時の変形による波及的影響の防止	飛来物の衝突によるたわみが、防護対象施設との離隔距離未満であること	鋼製枠	なし (枠の下部に設置される架構のたわみ評価で代表させる)	なし	先行プラントについても、同様の判断と推定
			ネット	ネットのたわみ量の評価 【個別(全数)評価】 ^{※1}	同左	
防護鋼板	障壁の維持 (飛来物の通過阻止)	飛来物が貫通しないこと	FEMによる衝突解析において、代表部材が貫通、破断しないことを確認 <代表部材の選定の考え方> (同一の材質及び厚さに対し、)周辺の拘束が厳しく、貫通(貫入)に対して厳しいと考えられる最小寸法の鋼板とする。		個別の解析モデル毎に、(変形が大きくなるように、)支持スパンが最大となる箇所を選定	先行プラントでは、曲げによる破断も含めた欠損を考慮し、変形量が大きくなる部材を選定したと推定。 東二では、最大スパン部材もたわみ評価において評価し、貫通しないことも合わせて確認済。
			飛来物衝突時の変形による波及的影響の防止	飛来物の衝突によるたわみが、防護対象施設との離隔距離未満であること	FEMによる衝突解析において、代表部材のたわみ量を確認 <代表部材の選定の考え方> (同一の材質及び厚さに対し、)たわみが大きくなる、最大寸法の鋼板とする。	

構成要素	要求される機能		機能維持のための確認項目	先行プラントの評価例	備考
	概念	具体的な展開			
架構	障壁の維持 (飛来物の通過阻止)	飛来物が部材を貫通しないこと	FEMによる衝突解析において、代表部材が貫通、破断しないことを確認 <代表部材の選定の考え方> (同一の材質及び断面に対し、) 周辺の拘束が厳しく、貫通に対して厳しいと考えられる最小長さの架構部材とする。	個別の解析モデル毎に、(貫入深さが大きくなるように、) 支持スパンが最大となる箇所を選定	先行プラントでは、曲げによる破断も含めた欠損を考慮し、変形量が大きくなる部材を選定したと推定。東二では、最大スパン部材もたわみ評価において評価し、貫通しないことも合わせて確認済。
	飛来物衝突時の変形による波及的影響の防止	飛来物の衝撃荷重により、架構部材の接合部が破断しないこと	FEMによる衝突解析において、代表部材端部の破断の有無を確認 <代表部材の選定の考え方> (同一の材質及び厚さに対し、) 曲げが大きくなる、最大長さの架構部材とする。	個別の解析モデル毎に、(貫通評価と同じ、) 支持スパンが最大となる箇所を選定	
		飛来物の衝撃荷重により、架構全体が倒壊しないこと。	FEMによる、バネ-質点系でモデル化した防護設備の衝突解析時の応答加速度を用いて、架構全体に対する強度評価を行う。 【個別(全数)評価】※2		

※1：手計算で算出可能であることから、全数評価を実施

※2：個々の設備の形状に依存するため、全数評価を実施