

## 危険物施設の放爆に関するシミュレーション結果について

太陽電池モジュールを危険物施設の屋根の上に設置する場合、屋根の重量が増加するため、太陽電池モジュールを設置した屋根の放爆遅れにより、太陽電池モジュールを設置しない場合と比べて高い爆発力で放爆することとなる。

太陽電池モジュールを設置したことによる爆発力の高まりがどれほどの影響があるのか検証するためにシミュレーションした結果は次の表 1 のとおり。

表 1 シミュレーション結果

条件 No.	危険物施設の規模	固定金具の単位面積当たりの最大引張り耐力 [N/m <sup>2</sup> ]	爆発エネルギー [MJ]	着火位置	構造物	最大圧力 [kPa]			開口開始時刻 [sec]		開口終了時刻 [sec]		屋根の開口状況	
						無※	有※	有※-無※	無※	有※	無※	有※	無※	有※
1	小規模施設	4491	44	建物中央	なし	6.0	6.9	0.9	0.2364		0.2944	0.3372	全開	
2			440			6.0	6.7	0.7	0.2378		0.2958	0.3414		
3			44			3.8	4.8	1.0	0.2116		0.2959	0.3539		
4	中規模施設	4491	44	建物中央	なし	2.4		0		-		全閉		
5					あり	2.8		0		-				
6					建物端	なし	2.9		0		-			
7			440	建物中央	なし	5.4	5.7	0.3	0.4655		0.5317	0.5856	全開	
8					あり	9.2	11	1.8	0.3414		0.4116	0.4448		
9					建物端	なし	5.1		0		0.5414			0.6299
10	2246	44	建物中央	なし	2.3		0		1.945	1.966	2.058	2.126	一部開口	

※ 「無」とは、太陽電池モジュールを屋根に設置していない場合

「有」とは、太陽電池モジュールを屋根に設置した場合

一般的な危険物施設として検証した本シミュレーションの範囲では、屋根の強度によるが、太陽電池モジュールを設置していない場合と設置した場合で差が出るレベルの爆風圧は 3kPa 以上の大きさであると思われる。

表 2 によると、爆風圧が 3kPa を超えると 1kPa の差は、被害を受ける構造体の耐力にも依存することから大きな差とは言えない。

例えば、10 ケースの条件で、太陽電池モジュールを設置していない場合と設置した場合を比較したところ、今回想定した条件下では、No. 8 の条件がいずれの場合も最も大きな最大圧力値となり、その差も最も大きなものとなったが、各々の爆風圧力に対する被害想定規模を比較しても大きな差が見出せなかった。



太陽電池モジュールを屋根に設置することにより、放爆口の開放が遅れ最大圧力値が上昇した。

この最大圧力値の上昇値が危険物施設の放爆に与える影響については定量的に判断することは難しいが、他に放爆口を設ける等の特段の措置を必要とする程の影響の大きさではないと思われる。

なお、太陽電池モジュールを屋根に設置する場合、火災により爆発的な燃焼現象が発生した場合における屋根の放爆性能を確保するためには、特に壁の堅固さが確保できるように壁の施工を行う必要があることに留意すべきである。

表2 爆風圧力と被害の関係

爆風圧		被害	
Pa	kgf/cm <sup>2</sup>	対象	被害程度
3900	0.04	窓ガラス	壊れることあり
39200	0.4		おおむね破損
24500	0.25	木造建物	小破
58800	0.6		半壊
147100	1.5		倒壊
58800	0.6	鉄骨塔	倒壊
58800	0.6	LPGタンク	小破
255000	2.6		破壊
22600	0.23	石油タンク	小破
36300	0.37		大破
12300	0.125	人間	人間に被害を及ぼさない限界
20600	0.21		鼓膜破れることあり
41200	0.42		肺破れることあり
411900	4.2		死亡(50%)

本シミュレーションで得られた爆風圧力の範囲

(石油コンビナートの防災アセスメント指針 (平成 25 年 3 月消防庁特殊災害室))

表3 Clancer による爆風圧力と構造体被害の関係

圧力 [kPa]	被害
0.14	周波数が低い (10~15Hz) 場合は、不快な騒音 (137dB) となる
0.21	歪みのある大きなガラス窓が破壊される
0.28	大きな騒音 (143dB), ガラスが壊れる音波
0.7	歪みのある小さな窓が破壊される
1	ガラスが破壊される一般的な圧力
2.1	「安全限界」(この値以下では 0.95 の確率で大きな被害はない)「推進限界」(物が飛ばされる限界)家の天井の一部が破損・窓ガラスの10%が破壊される
2.8	建物の小さな被害の限界
3.5~7	大・小の窓ガラスが普通破壊される:窓枠もときには破壊される
5	家屋が多少の被害を被る
7	住めなくなる程度に家屋の一部が破壊される
7~14	アスベスト波板が破壊される 鉄またはアルミ製波板は曲がってすぐ壊れる (家庭用の) 木板は破損して吹き飛ばされる
9	建物のスチール製フレームが多少曲げられる
14	家の壁や屋根が一部破壊される
14~21	未強化コンクリートやブロック壁が破壊される
16	建物の大きな被害の限界
17	レンガ造家屋の 50%が破壊される
21	工場内の重機械 (3000lb) は被害なし スチール製フレームでできた建物が破壊され、基礎から外れる
21~28	無筋建物、鋼板建物が破壊される 油貯槽が破裂する
28	軽量建築物が破壊される
35	木製の用役用棒 (電柱など) が切断される 建物内の背の高い水圧機(40000lb) が軽い被害を被る
35~50	家屋が全壊される
50	貨車が転覆させられる
50~55	強化していない厚さ 8~12in のブロックが剪断や撓みにより破損される
63	貨車が全壊する
70	ほとんどの建物が崩壊する 重量機械(7000lb) が移動し破壊される 極重量機械(12000lb) は残存する
2070	クレータの縁ができる限界

本シミュレーションで得られた爆風圧力の範囲

(石油コンビナートの防災アセスメント指針 (平成 25 年 3 月消防庁特殊災害室))