

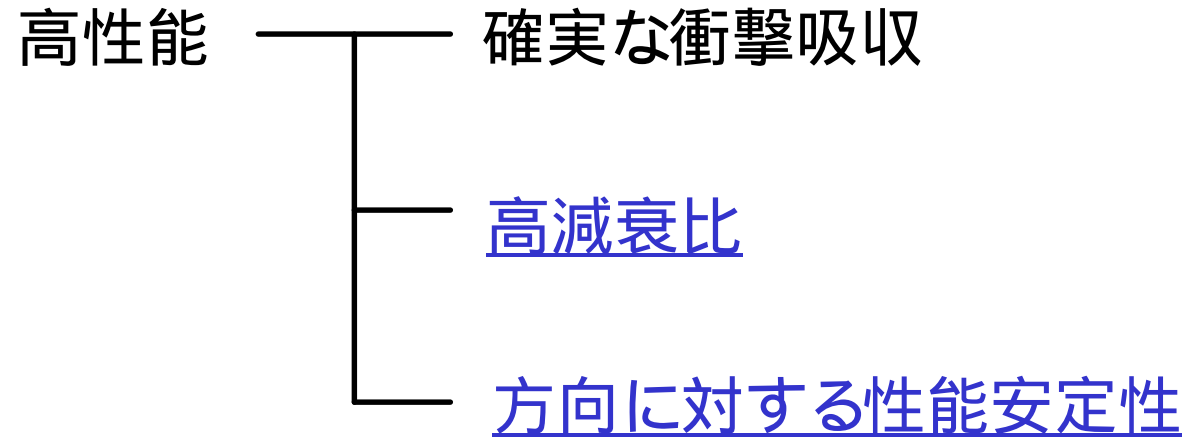
衝撃吸収着陸パッドの検討

平成 13年 7月 17日

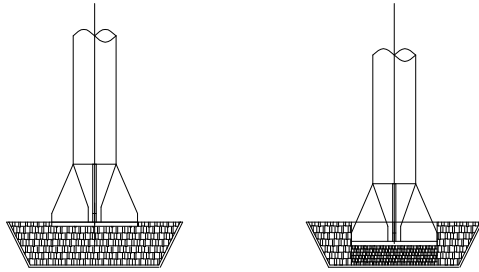
有限会社ウェリサーチ
渡辺 和樹

検討の目的

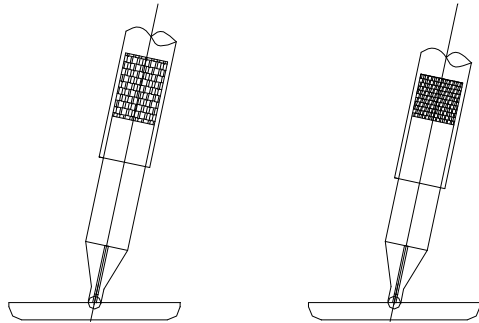
軽量且つ高性能な衝撃吸収着陸パッドの開発



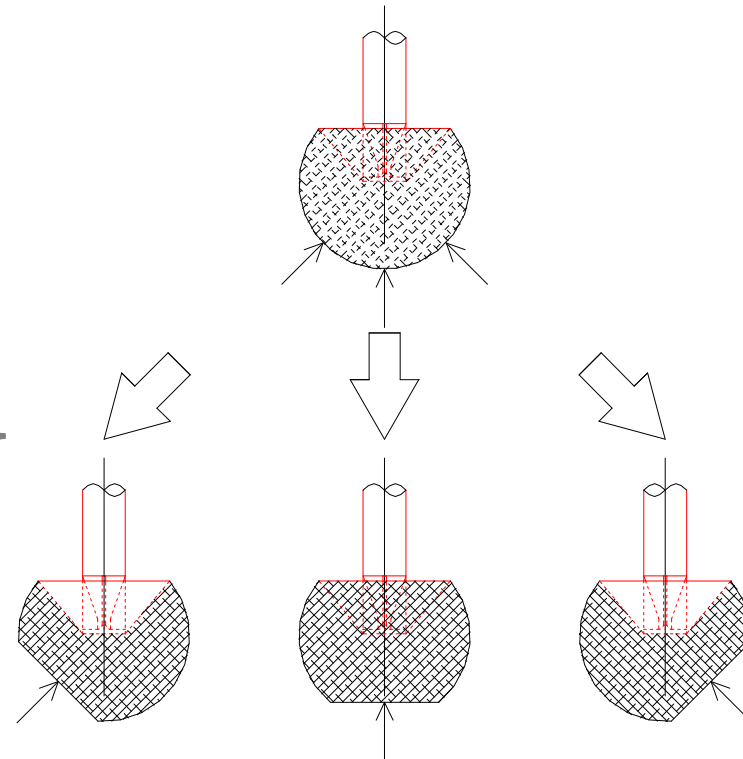
パッドの方式案



A) パッドにクラッシュブル部材を用いた案

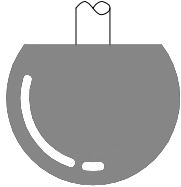
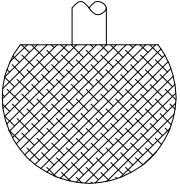
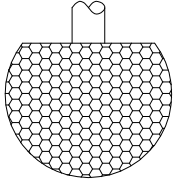


B) 着陸脚にクラッシュブル部材を用いた案

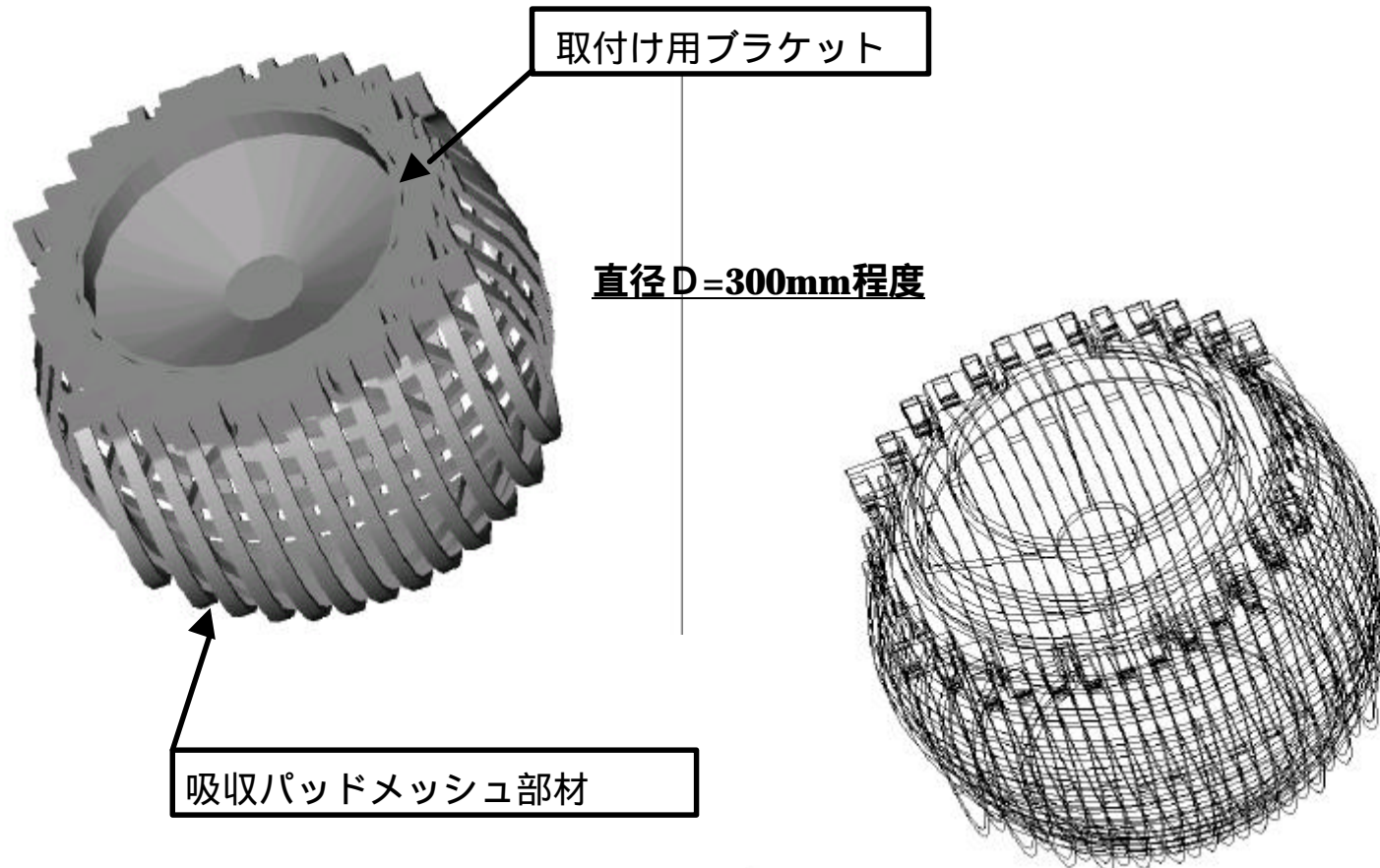


C) クラッシュブル部材を球面とした案

パット構造案比較

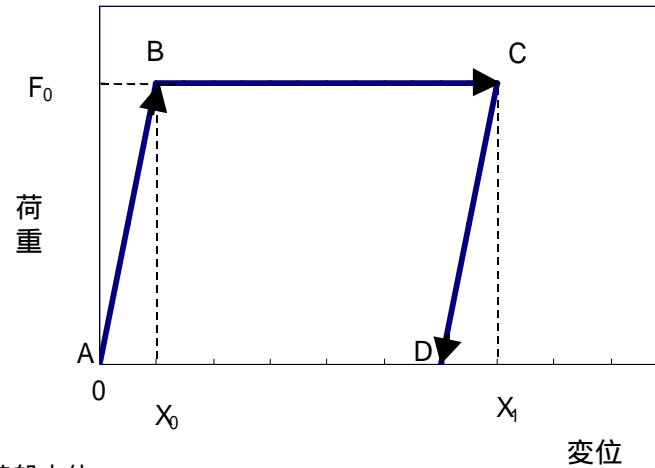
	第1案 球殻 	第2案 メッシュ 	第3案 コア 
軽量化	荷重が連続的に分散され構造的に安定であり高い強度が確保でき軽量である。	金属メッシュを構成する単一材料の重ね合わせで必要な強度を維持するため、第1案に比べて重いが極端に重量増とはならない。	コアのみで形状を維持するのが困難であり、内部に芯となる強固な球殻等を持つ2重構造となる分、重量的に不利である。
解析及び設計	衝撃吸収が材料塑性だけでなく座屈が支配的なモードとしてとらえる必要がある。このため座屈モードと荷重の予測精度による。	衝撃吸収がほぼ単一材料の塑性荷重の重ね合わせとして比較的容易に予測できる。	衝撃吸収コアの塑性荷重によるものであり、コアの部材特性が既知であれば、予測は容易である。
製造性	容易	容易	困難
総合評価			

パッド(メッシュボール)構造イメージ



パット構造特性検討

衝撃吸収時における
荷重変位特性の概念

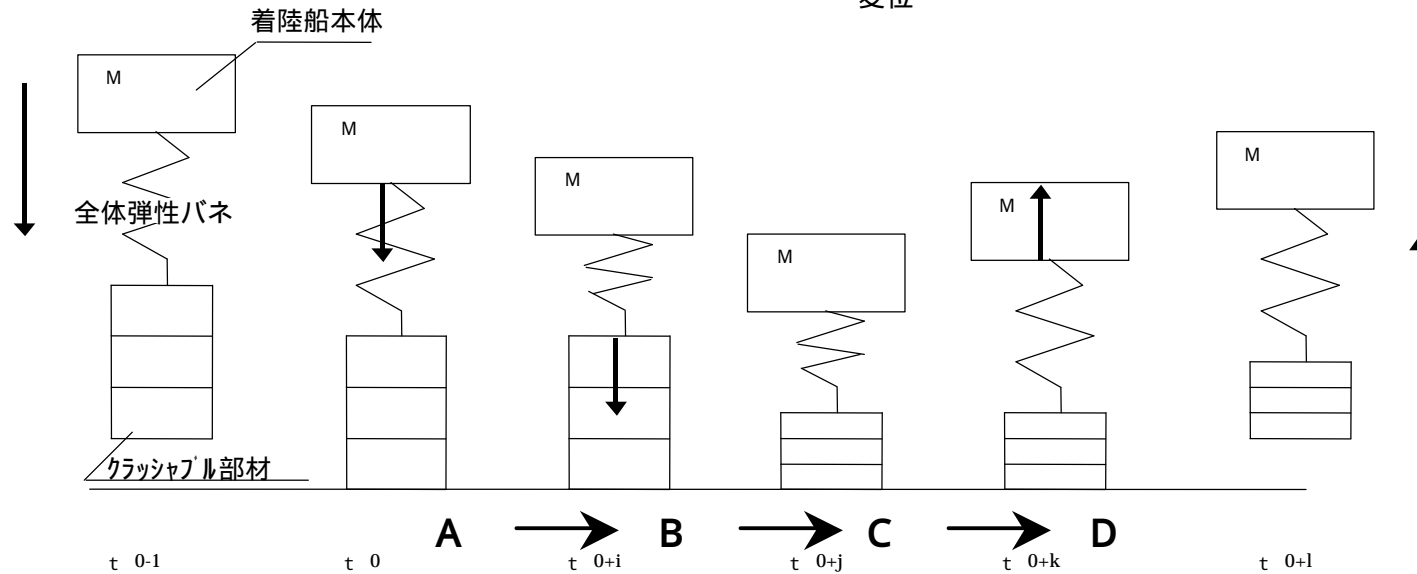


$$F_0 = G_{\max} \times M$$

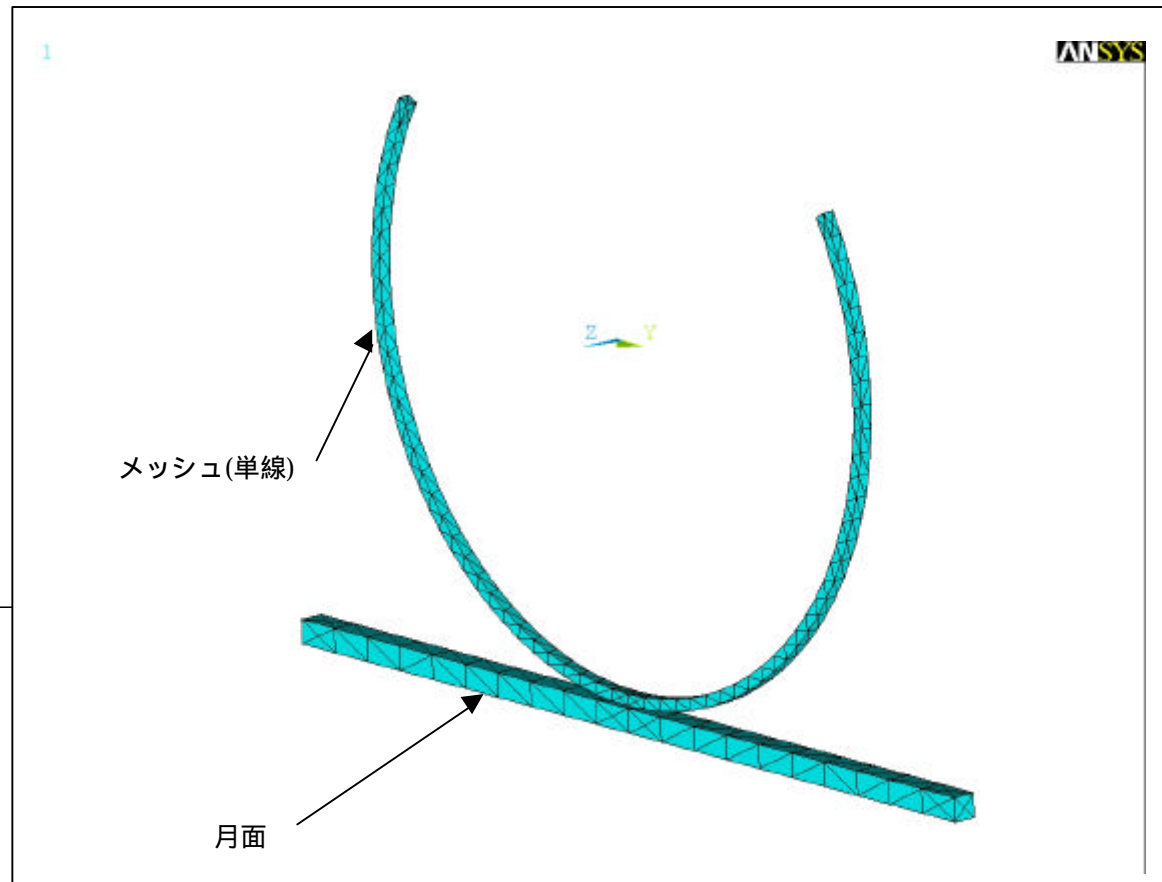
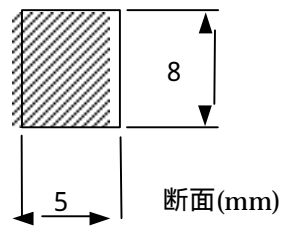
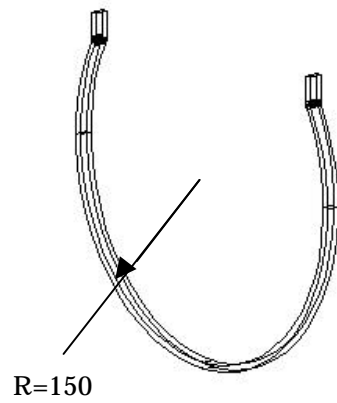
$$M = 400kg, G_{\max} = 10G$$

とした場合、

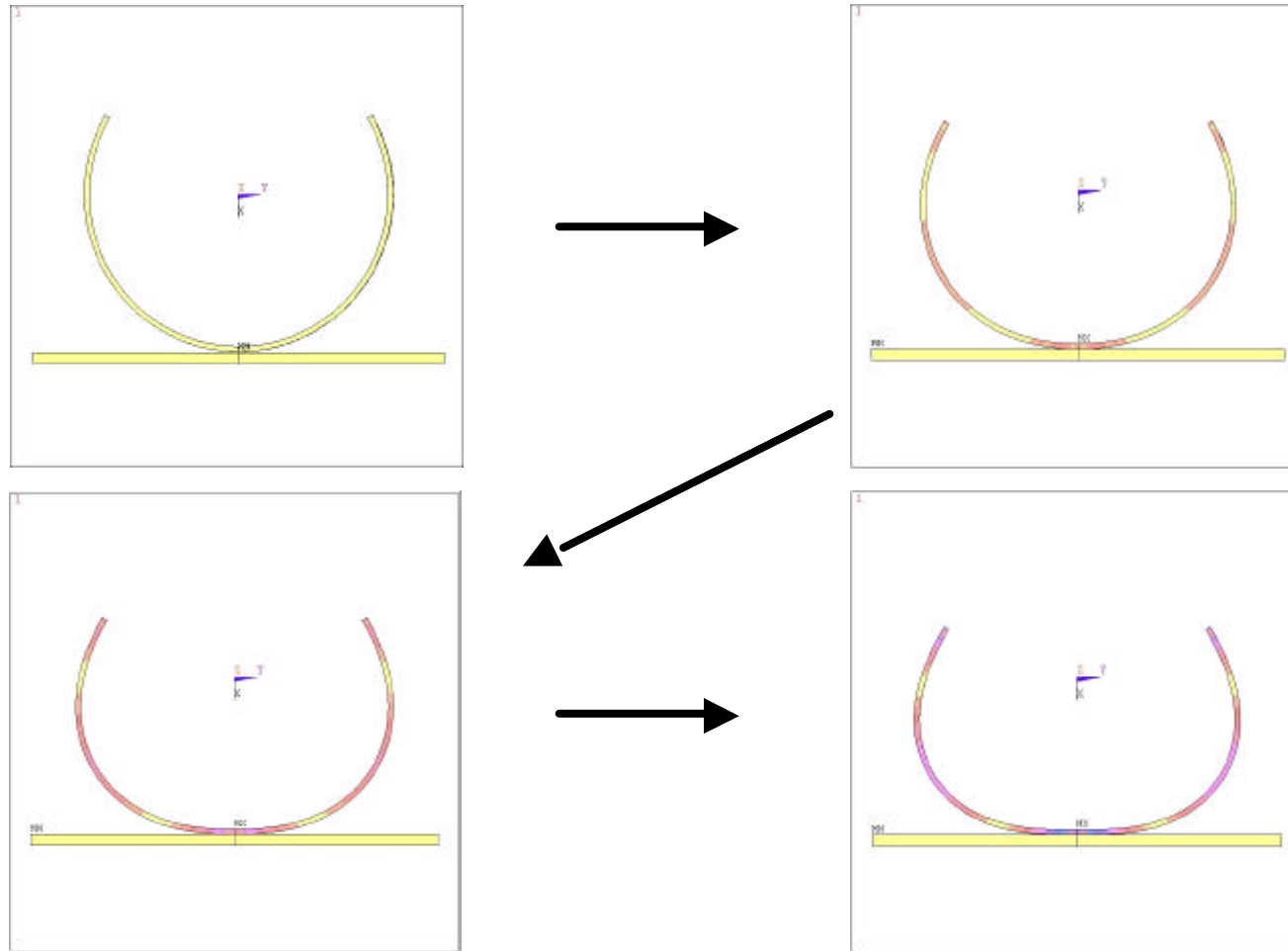
$$F_0 = 39,200(N)$$



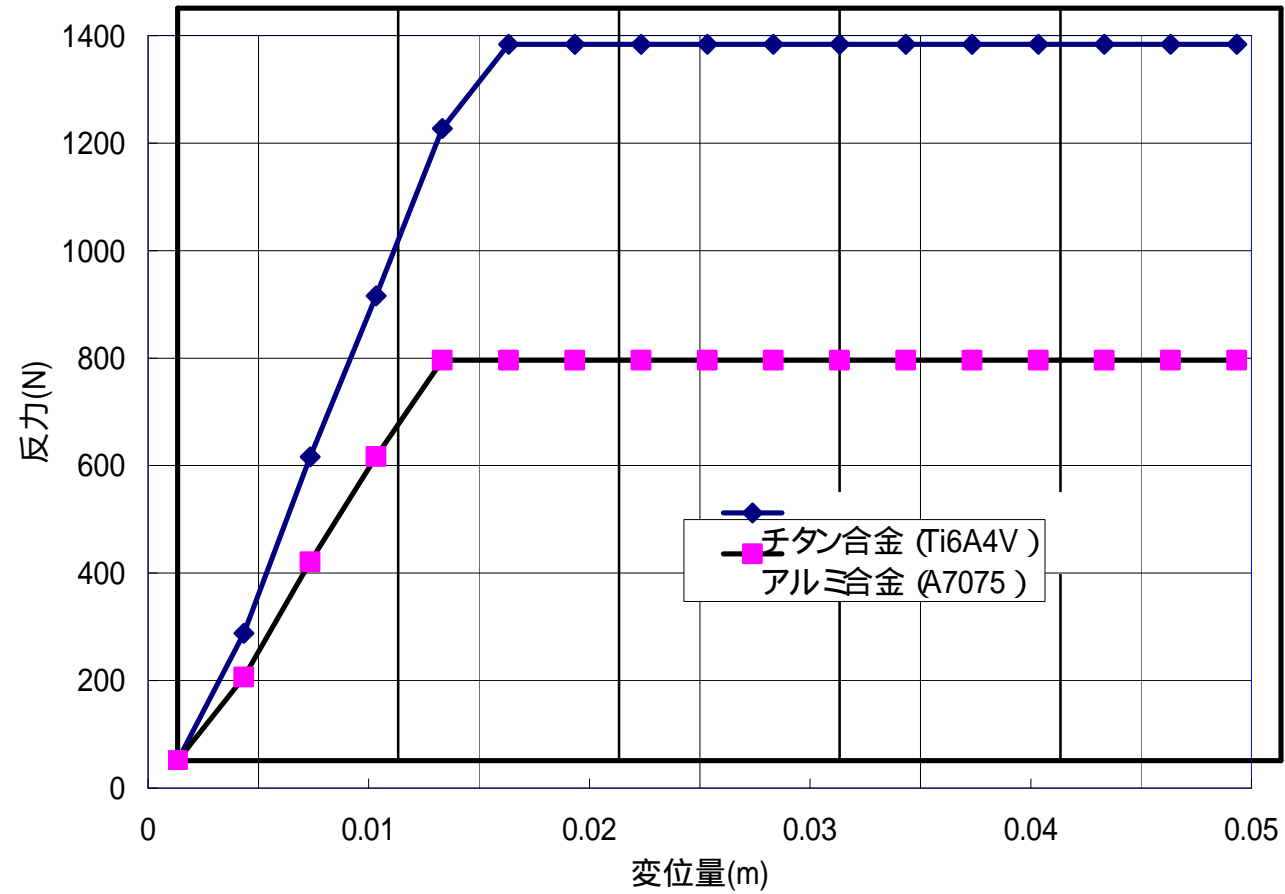
構造解析 (数学モデル)



構造解析 (変形図)



構造解析 (変位 - 反力線図)



構造諸元見積

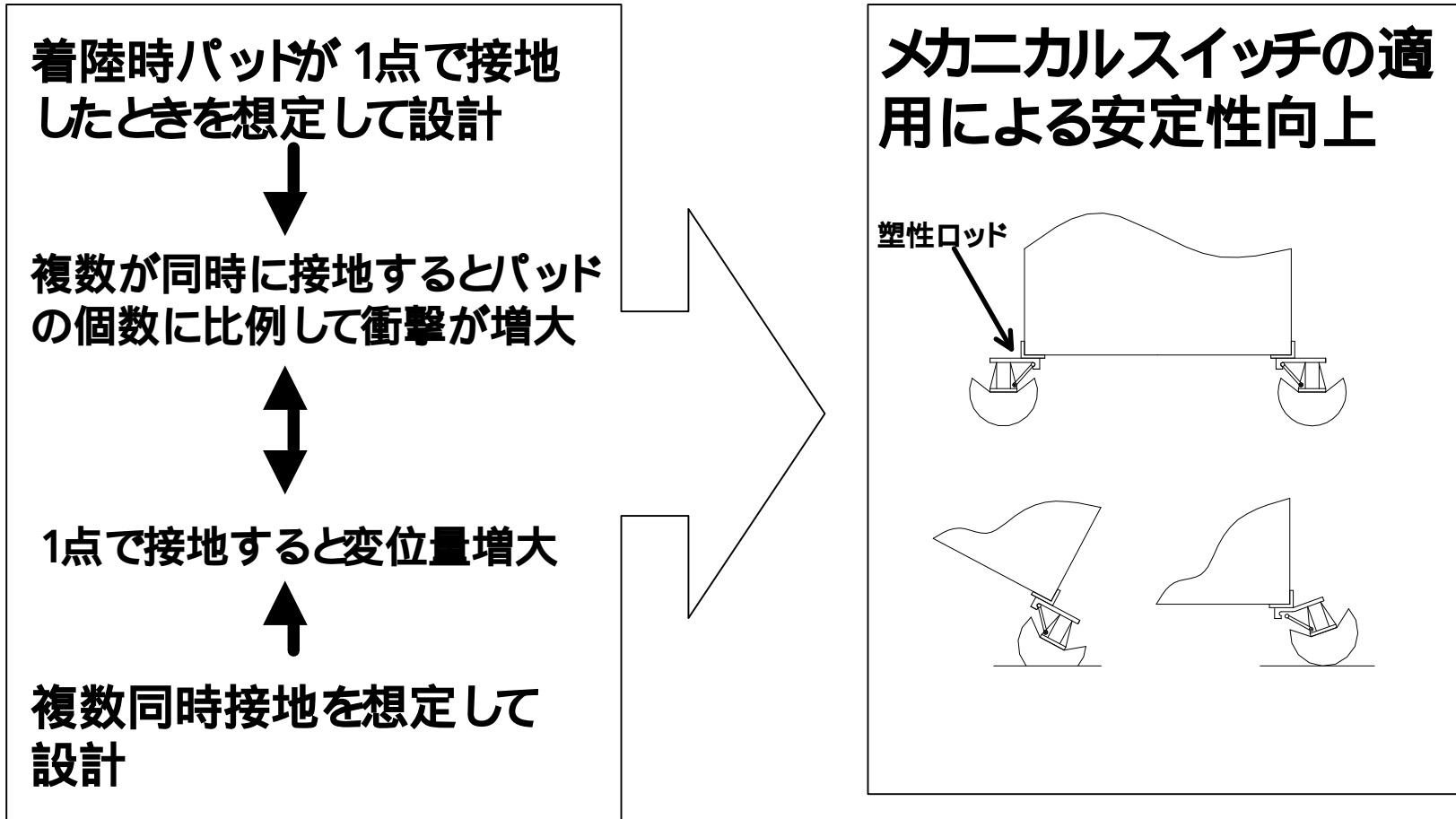
- 球直径 : 300mm
- メッシュ線材断面 : 5 × 8 mm
- 線材の本数 : Ti6A4Vの場合 30本
A7075の場合 52本
- 重量見積概算 : Ti6A4Vの場合 約3.5kg
A7075の場合 約3.7kg



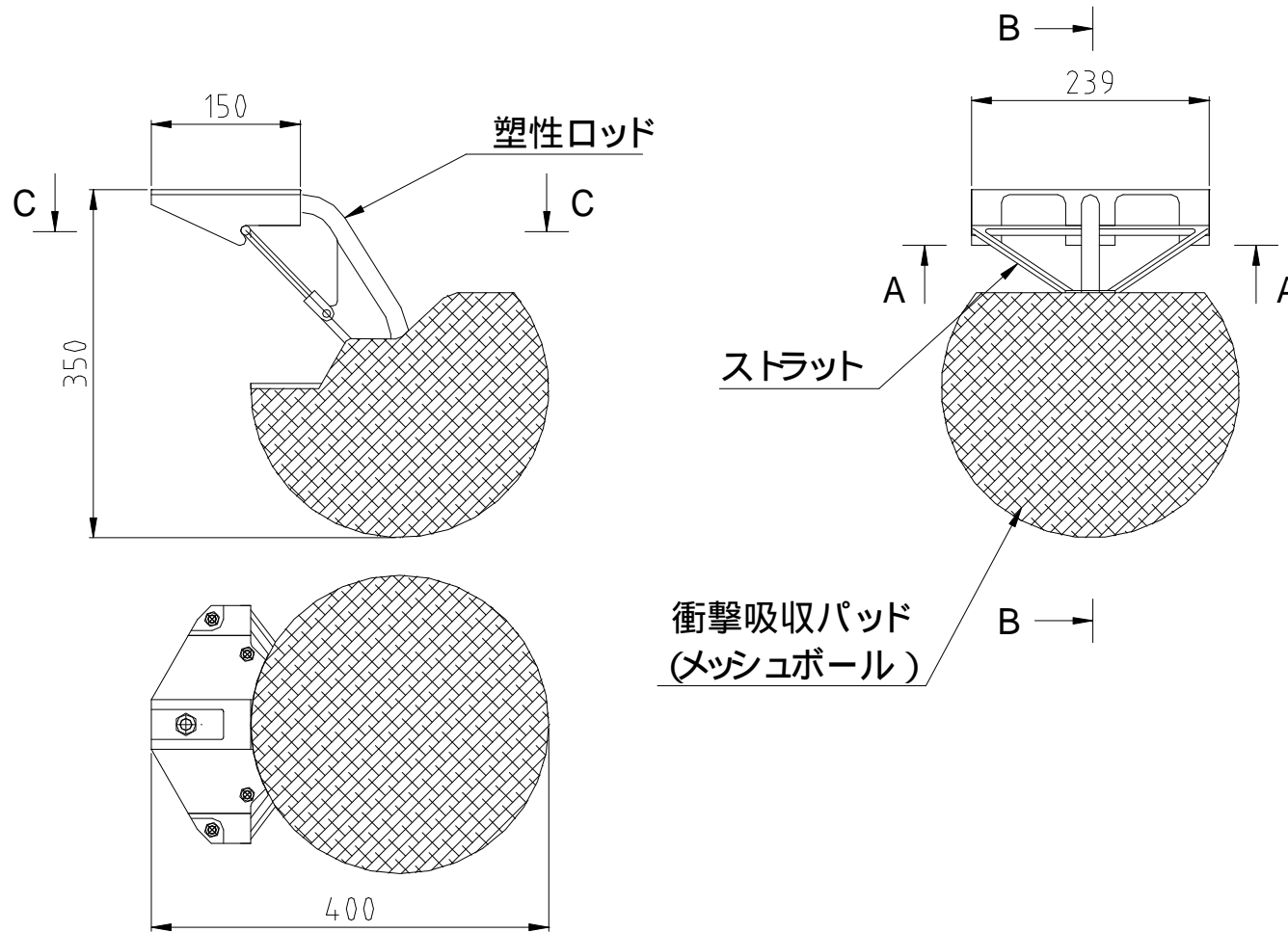
比強度の高い材料 (CFRPなど) を用いることができれば

更なる軽量化が可能

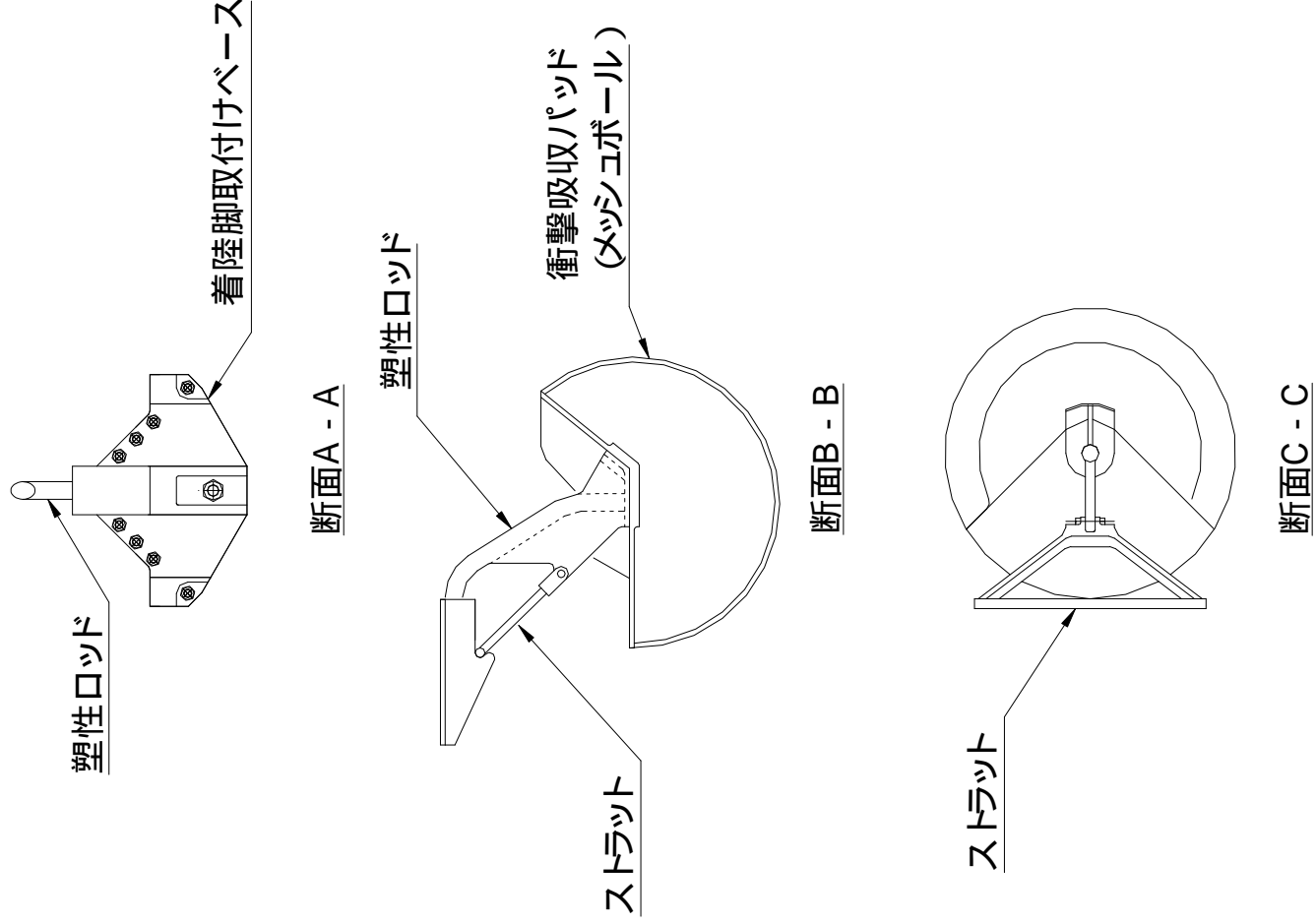
衝撃吸収性能の方向に対する安定向上



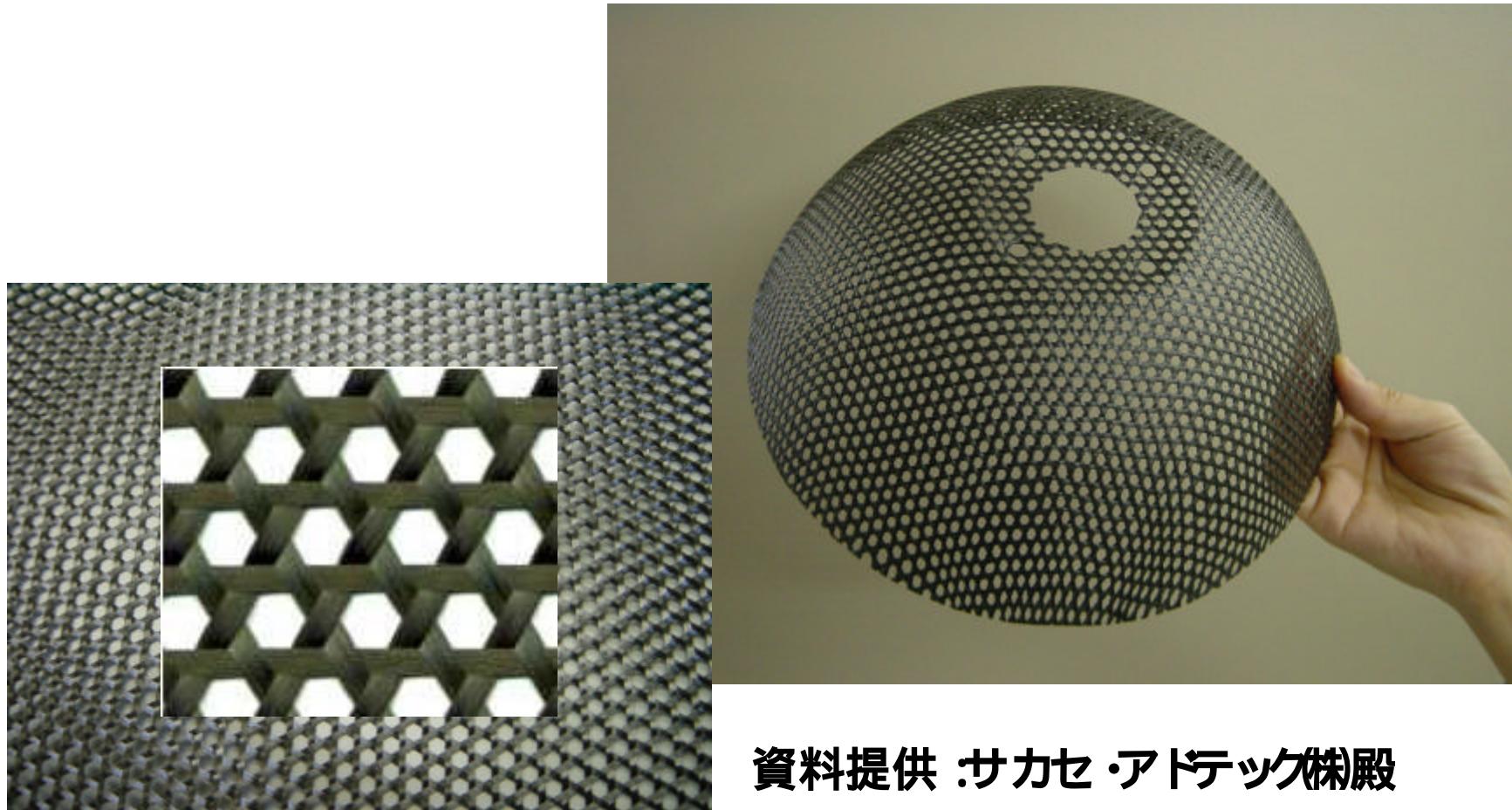
衝撃吸収着陸パッドの実装案(1/2)



衝撃吸収着陸パッドの実装案(2/2)

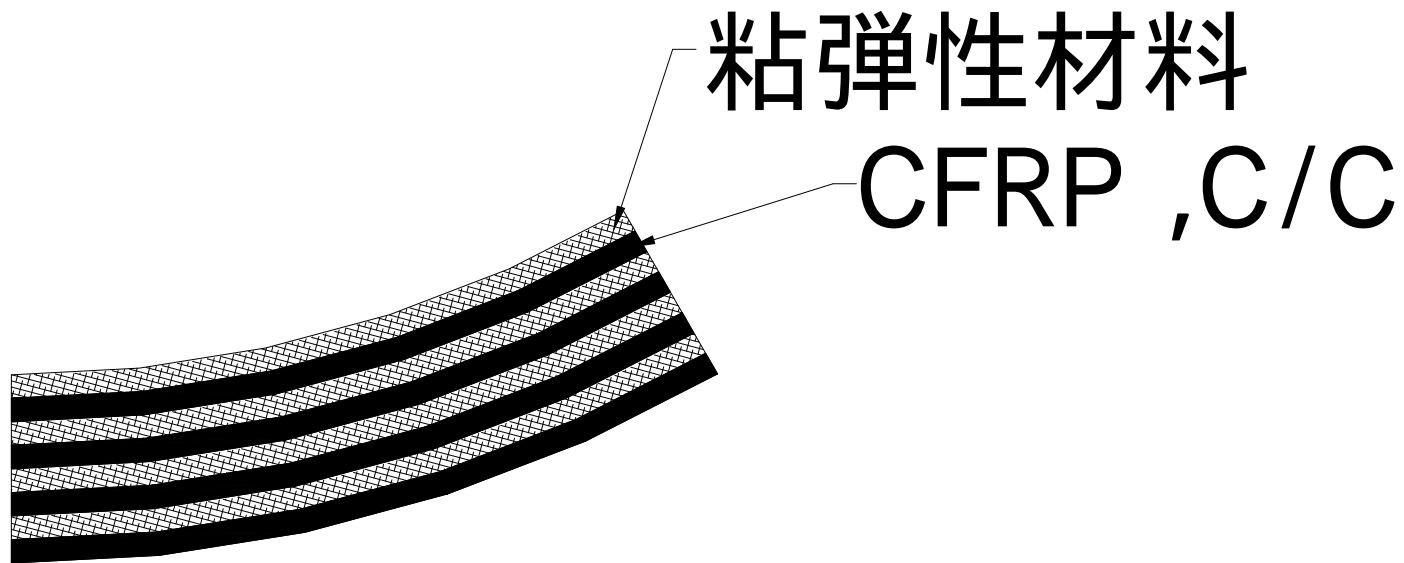


衝撃吸収着陸パッドの更なる軽量化

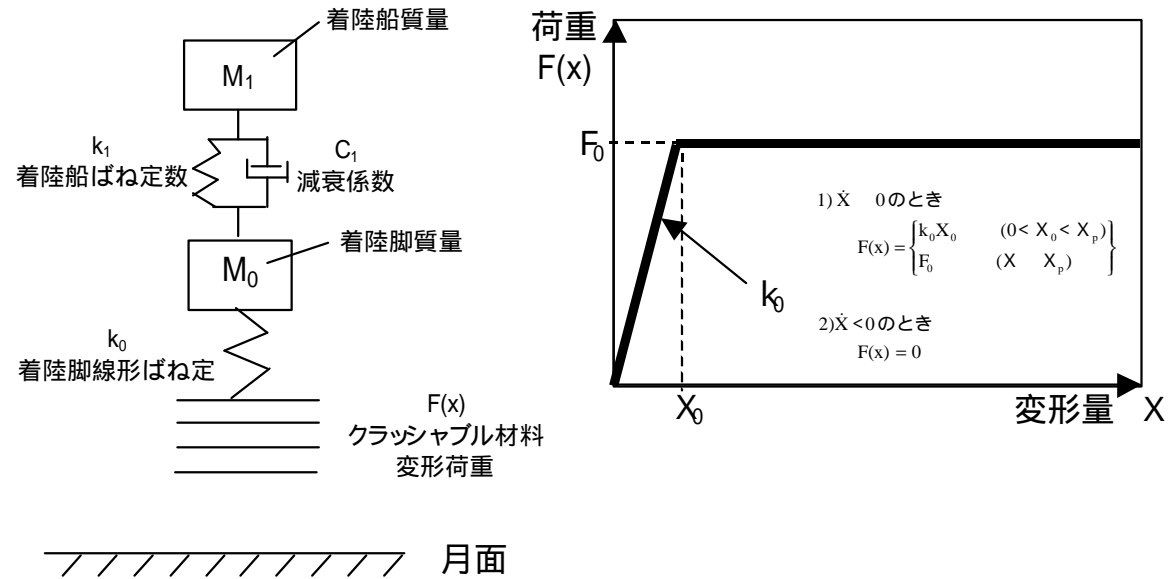


資料提供 :サカセ・アトテック(株)殿

衝撃吸収着陸パッドの高減衰比の確保

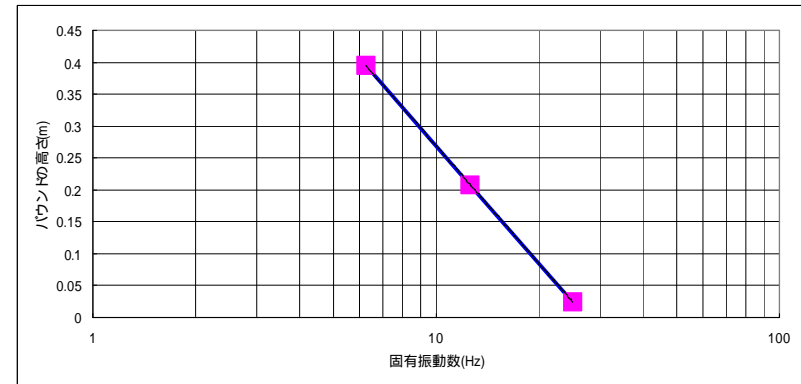
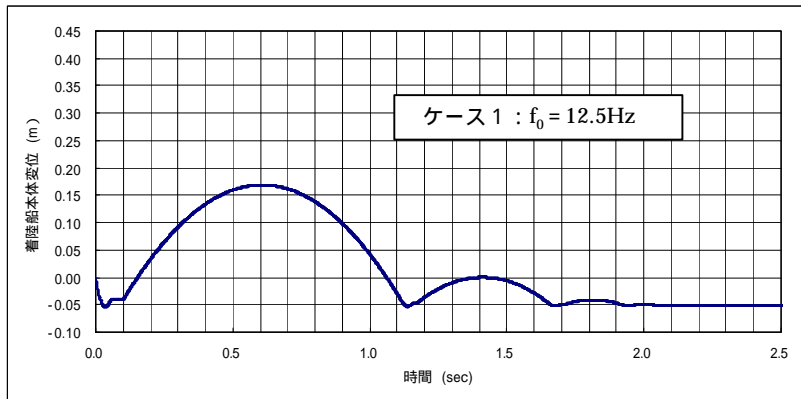
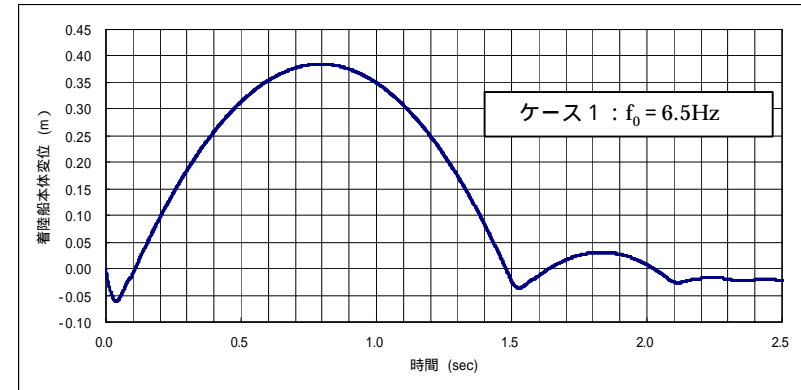
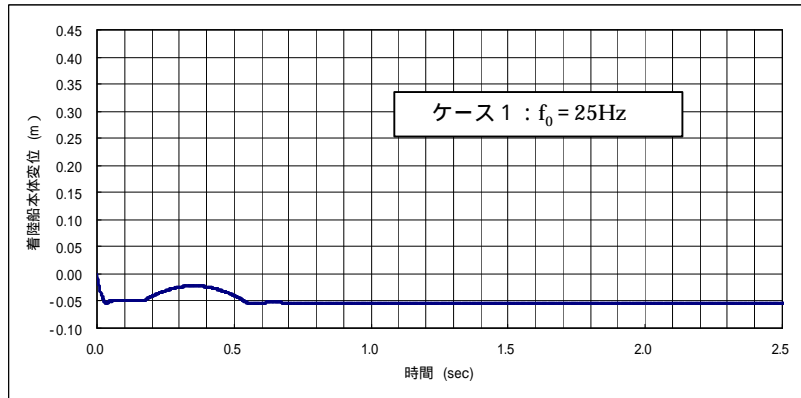


衝撃吸収予測

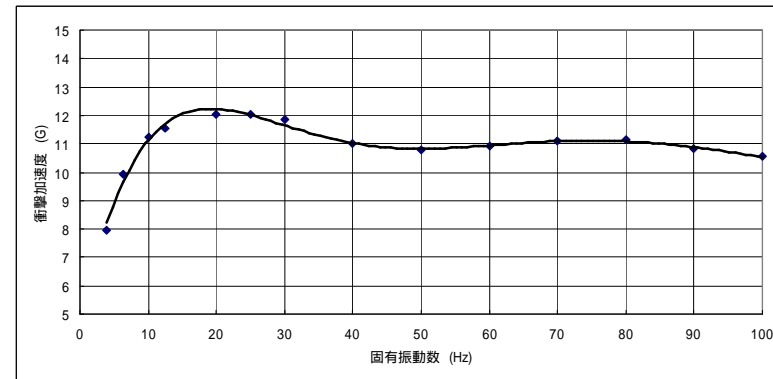
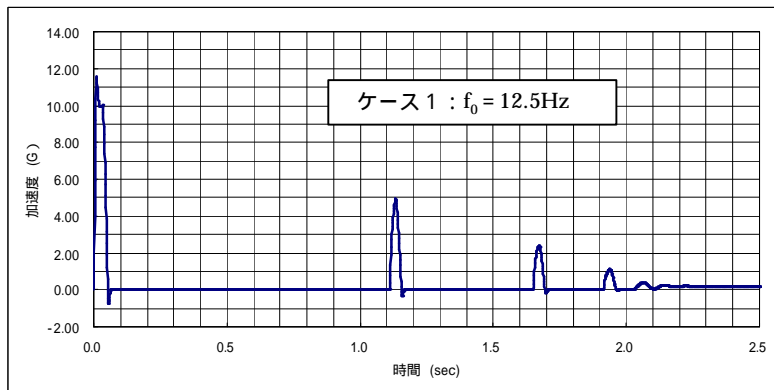
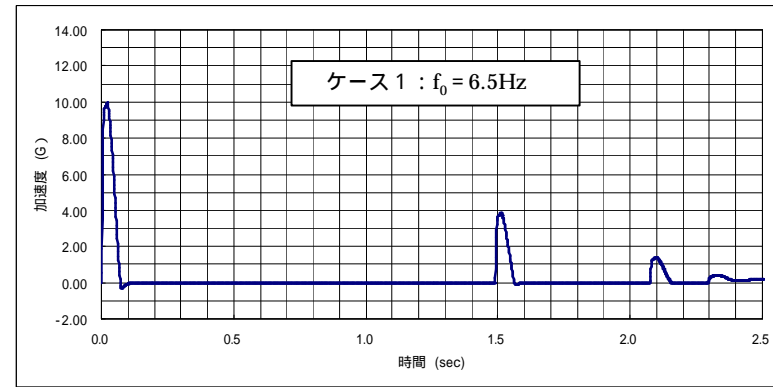
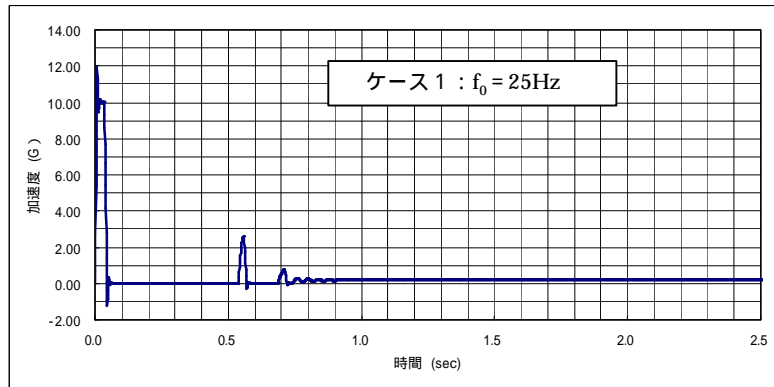


項 目		記号	設定値	
質量	着陸船本体	M_1	380 Kg	合計400Kg
	着陸脚	M_0	20 Kg	
剛性	着陸船固有振動数	$f_0 = \frac{1}{2p} \sqrt{\frac{k_1}{M_1}}$	ケース1 :6.25Hz ケース2 :12.5Hz ケース3 :25Hz	
	着陸脚弾性比例限界までの変位量	x_0	12mm	
	着陸脚塑性領域変形荷重	F_0	39,200 N	

衝撃吸収予測 着陸船剛性とリバウンド



衝撃吸収予測 着陸船剛性と衝撃加速度



まとめ

提案するメッシュボール型の衝撃吸収着陸パッドは荷重方向に対する特性の安定性が高いうえ、軽量化が可能であると考ええる。

複数の脚が同時に着陸した場合の特性の安定性についても検討し、塑性ロッド等のメカニカルスイッチの併用がその解決法として有効な手段の一つであると考ええる。

衝撃吸収性能の要求は、システム全体の剛性基準（弾性領域）を考慮する必要がある。動特性に関する減衰比を高めることも重要である。

メッシュボールに適用する材料に例えばCFRPやC/Cの複合材料が適用できれば、更なる軽量化と高減衰比のパッド開発が可能と考ええる。

複合材の適合性については、線材単体試作を行い破壊特性から必要な材料開発を行うことにより把握する必要がある。