

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外竜巻 20 R 3
提出年月日	令和 3 年 9 月 10 日

設工認に係る補足説明資料

竜巻防護設計の基本方針に関する

砂利等の極小飛来物による

竜巻防護対象施設への影響について

(再処理施設)

目 次

1.	概要	1
2.	極小飛来物の影響について	1
2.1	衝突による貫通及び衝撃荷重	1
2.1.1	飛来物の設定について	1
2.1.2	衝突による貫通	2
2.1.3	衝突による衝撃荷重	2
2.2	砂等の粒子状の飛来物の影響について	4

1. 概要

本資料は、再処理施設の設計基準対象施設に対する後次回申請を含めた竜巻防護対象施設の強度計算の方針について補足説明するものである。

屋外に設置する竜巻防護対象施設である安全冷却水系の冷却塔には、飛来物の防護対策として飛来物防護ネットを設置している。

飛来物防護ネットは、設計飛来物（鋼製材 135kg）の持つ運動エネルギーを捕捉可能な設計としていること、及び 50mm 目合いのネットを半目ズラして設置することに加えて 40mm 目合いのネットを設置していることから、設計飛来物より小さく、運動エネルギーが小さい飛来物も捕捉可能な設計となっている。また、設計飛来物以上の運動エネルギーや貫通力を有する資機材及び鉄筋等のネットをすり抜ける可能性のある資機材は固縛する運用としている。以上から、構内の資機材等が飛来物として安全冷却水系の冷却塔に衝突することは考えにくい。

しかしながら、砂利等の極小飛来物は固縛が困難であり、かつ、ネットをすり抜ける可能性があることから、砂利などの極小飛来物が与える影響について説明する。

また、本資料は第1回申請（令和2年12月24日申請）のうち、以下に示す添付書類の補足説明に該当するものである。

- ・再処理施設 添付書類「V-別添 1-1 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算の方針」
- ・再処理施設 添付書類「V-別添 1-2 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書」

2. 極小飛来物の影響について

飛来物が安全冷却水系の冷却塔に衝突した際、考慮すべき項目は2項目であり、それぞれの影響について検討する。

- ① 衝突による貫通及び衝撃荷重
- ② 砂等の粒子状の飛来物による目詰まり、閉塞及び嘔込み

2. 1 衝突による貫通及び衝撃荷重

2. 1. 1 飛来物の設定について

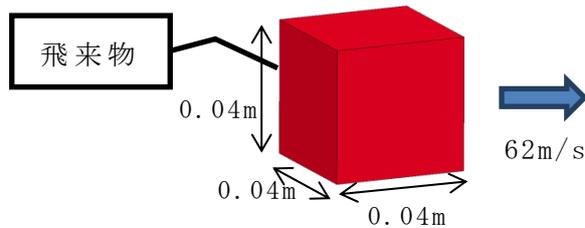
飛来物防護ネットは、50mm 目合いのネット2重（半目ずらし）と 40mm 目合いのネットを設置していることから、すり抜けることができるサイズはかなり小さいと考えられるが、ネットの製作誤差やネット設置時の施工誤差から、すり抜けるサイズの設定が困難である。そのため、保守的な評価となるようネットサイズの最小である 40mm を飛来物のサイズとして設定する。

また、再処理事業所内をふかんした現地調査において、40mm の飛来物はないことから、飛来物の質量として保守的に石材の密度を基に設定す

る。

飛来物条件

- ・サイズ : 0.04×0.04×0.04 (m)
- ・質量 : 0.18 (kg)
- ・最大水平速度 : 62 (m/s) (TONBOSにより算出)



第1図 飛来物形状

2. 1. 2 衝突による貫通

2. 1. 1で設定した飛来物が衝突した際の貫通限界厚さを算出する。評価においては、鋼板の必要厚さを算出したのと同様、BRL式を用いて算出する。なお、評価条件は鋼板と同様である。

$$T^{\frac{3}{2}} = \frac{0.5mv^2}{1.4396 \times 10^9 \cdot K^2 \cdot d^{\frac{3}{2}}}$$

T : 貫通限界厚さ (m)

d : 飛来物が衝突する衝突断面の等価直径 (m)

(最も投影面積が小さくなる衝突断面の等価直径)

K : 鋼板の材質に関する係数 (= 1.0)

m : 飛来物の質量 (kg)

v : 飛来物の飛来速度 (m/s)

計算の結果、必要板厚は 0.758961…mm であり、これを保守的に切り上げて貫通限界厚さは 1.0mm とする。

個別設備に対する貫通の影響について別紙にて示す。

2. 1. 3 衝突による衝撃荷重

極小飛来物が設備に衝突した際の挙動を考察する。極小飛来物が設備に衝突した場合、衝突時間は簡易的に飛来物の長さを衝突速度で割ることで求めることができ、約 0.0006 s であることから、実挙動としての衝突時間

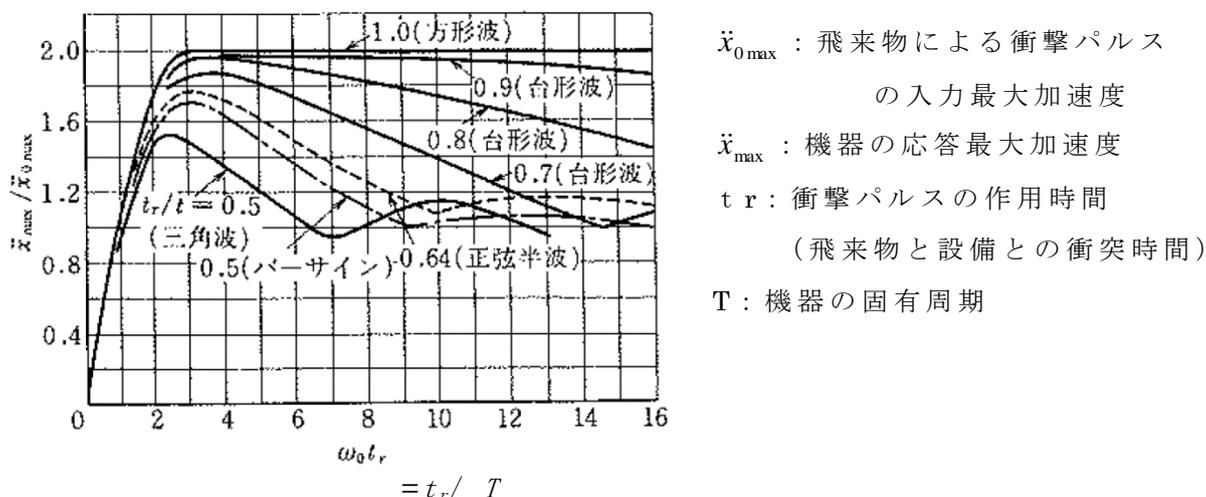
は瞬時的で、衝突時間は極めて短いといえる。また、衝突物と設備の質量差が大きいことから、設備は振動しにくく（衝撃荷重は全て伝わることはなく）破壊は生じないと考えられる。

この衝突にて伝達される荷重について、機械工学便覧の「過渡振動・衝撃」に、衝突時間と応答加速度の関係が示されており、第2図に示す。

第2図では、横軸は衝突時間（ t_r ）と衝突される設備の固有周期（ T ）との比として、 t_r/T 、縦軸は応答加速度 \ddot{x}_{\max} （設備に伝わった加速度）と入力加速度 $\ddot{x}_{0\max}$ （設備に伝えようとした加速度）の応答加速度比として、 $\ddot{x}_{\max}/\ddot{x}_{0\max}$ の関係としてまとめられている。

第2図より衝突時間が非常に短く、設備の固有周期との比 t_r/T が非常に小さいと、応答加速度比 $\ddot{x}_{\max}/\ddot{x}_{0\max}$ は非常に小さい値となる。ここから、飛来物の速度が速くて衝突時間が非常に短いと、エネルギーの伝達は小さく設備に有意な変位（応力）が生じないことを表している。

個別設備に対する衝撃荷重の影響について別紙にて示す。



第2図 衝突時間と応答加速度の関係

別紙

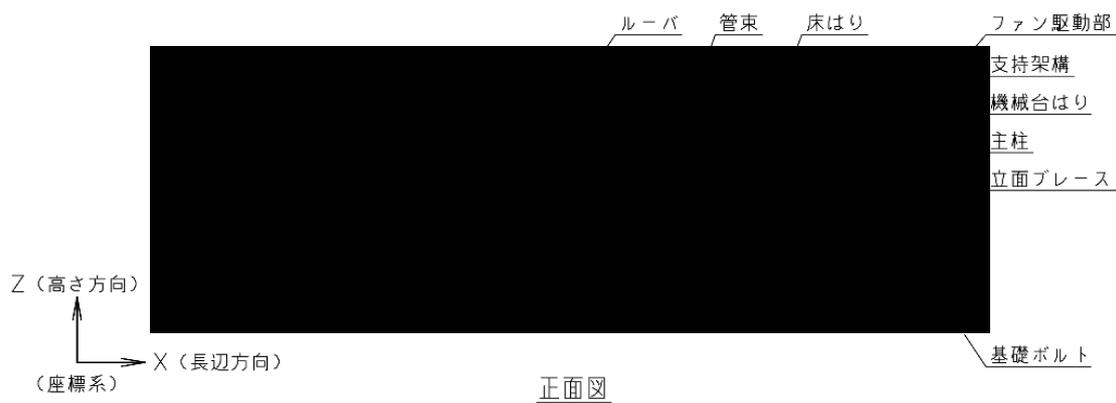
外竜巻20【砂利等の極小飛来物による竜巻防護対象施設への影響について】

別紙				備考
資料No.	名称	提出日	Rev	
別紙-1	安全冷却水B冷却塔への影響について	9/10	0	
別紙-2				
別紙-3				
別紙-4				
別紙-5				
別紙-6				
別紙-7				
別紙-8				
別紙-9				
別紙-10				
別紙-11				
別紙-12				
別紙-13				
別紙-14				
別紙-15				

別紙-1

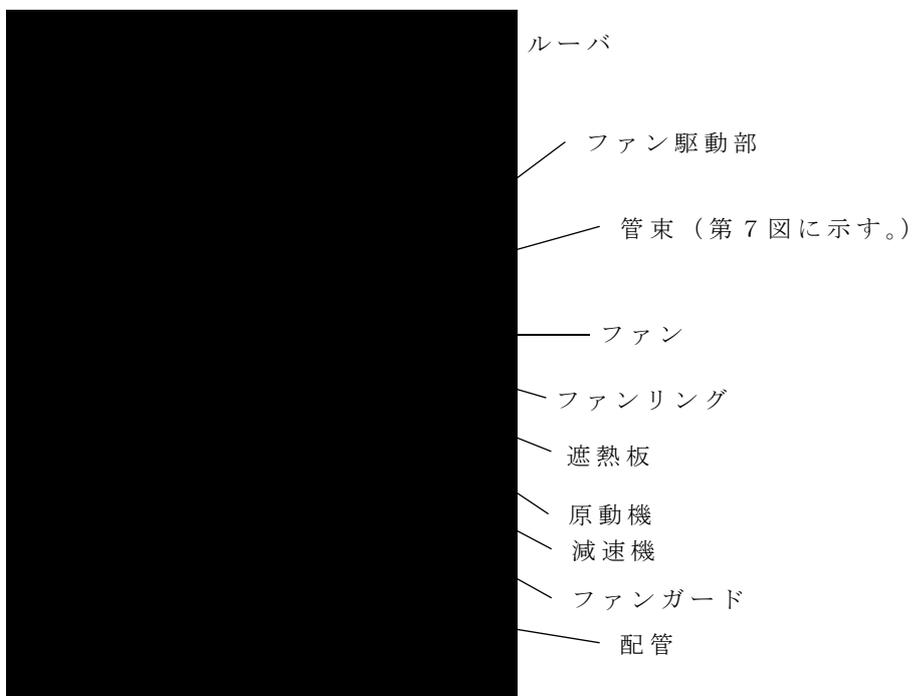
安全冷却水 B 冷却塔への影響について

えられないため、安全機能に影響を与えることはない。



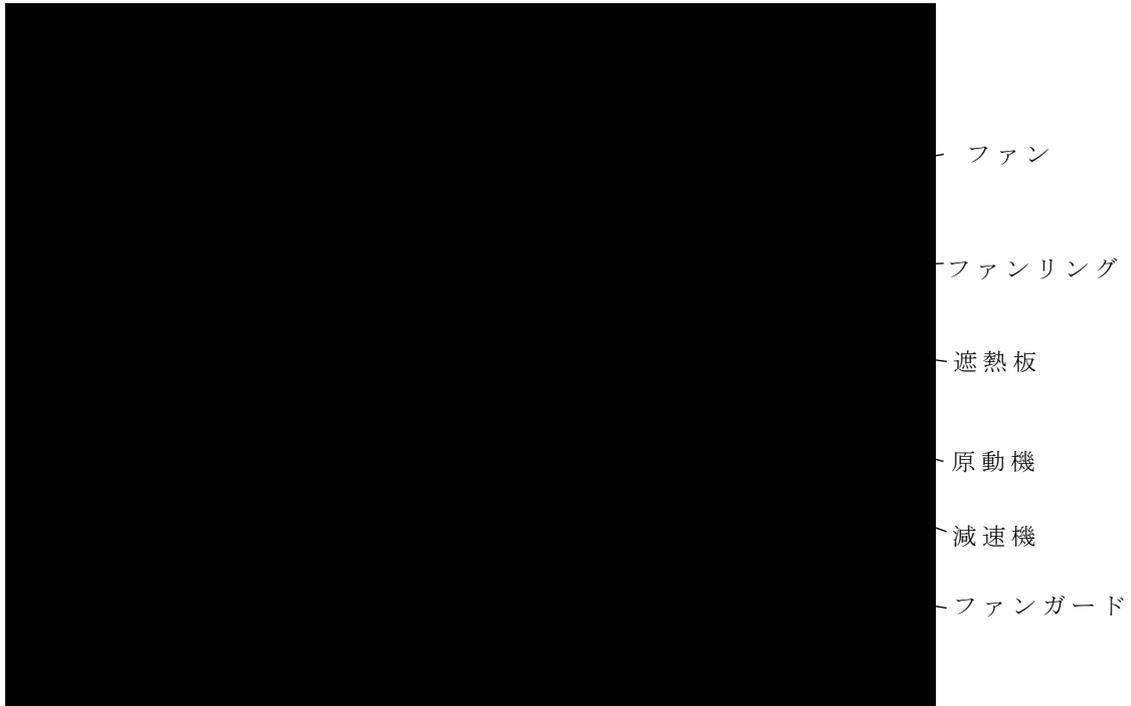
正面図

第1図 冷却塔概要図



第2図 安全冷却水B冷却塔断面図

■については商業機密の観点から公開できません。

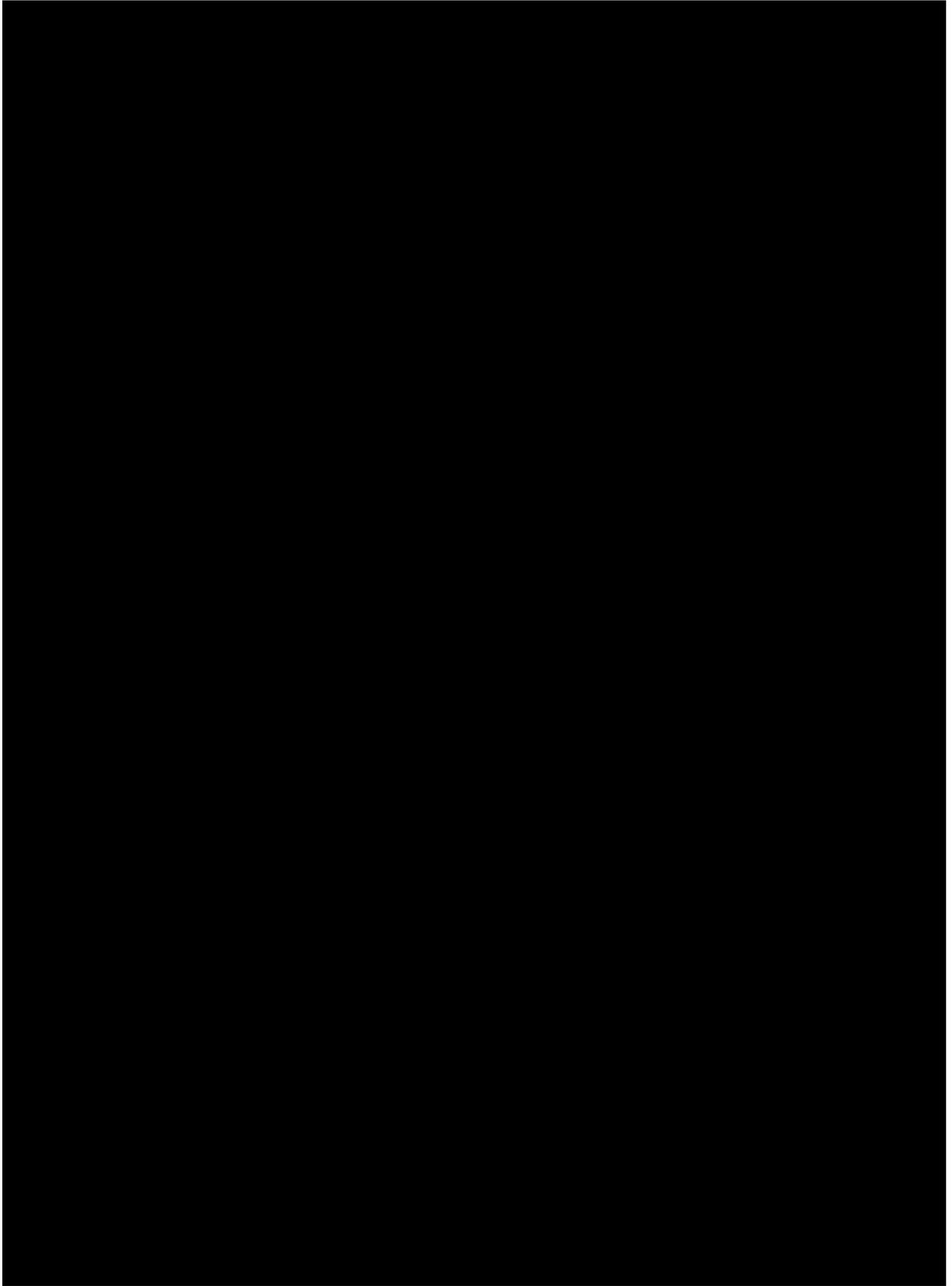


第3図 ファン駆動部構造図



第4図 ファンガード設置状況
(下方より上方を撮影)

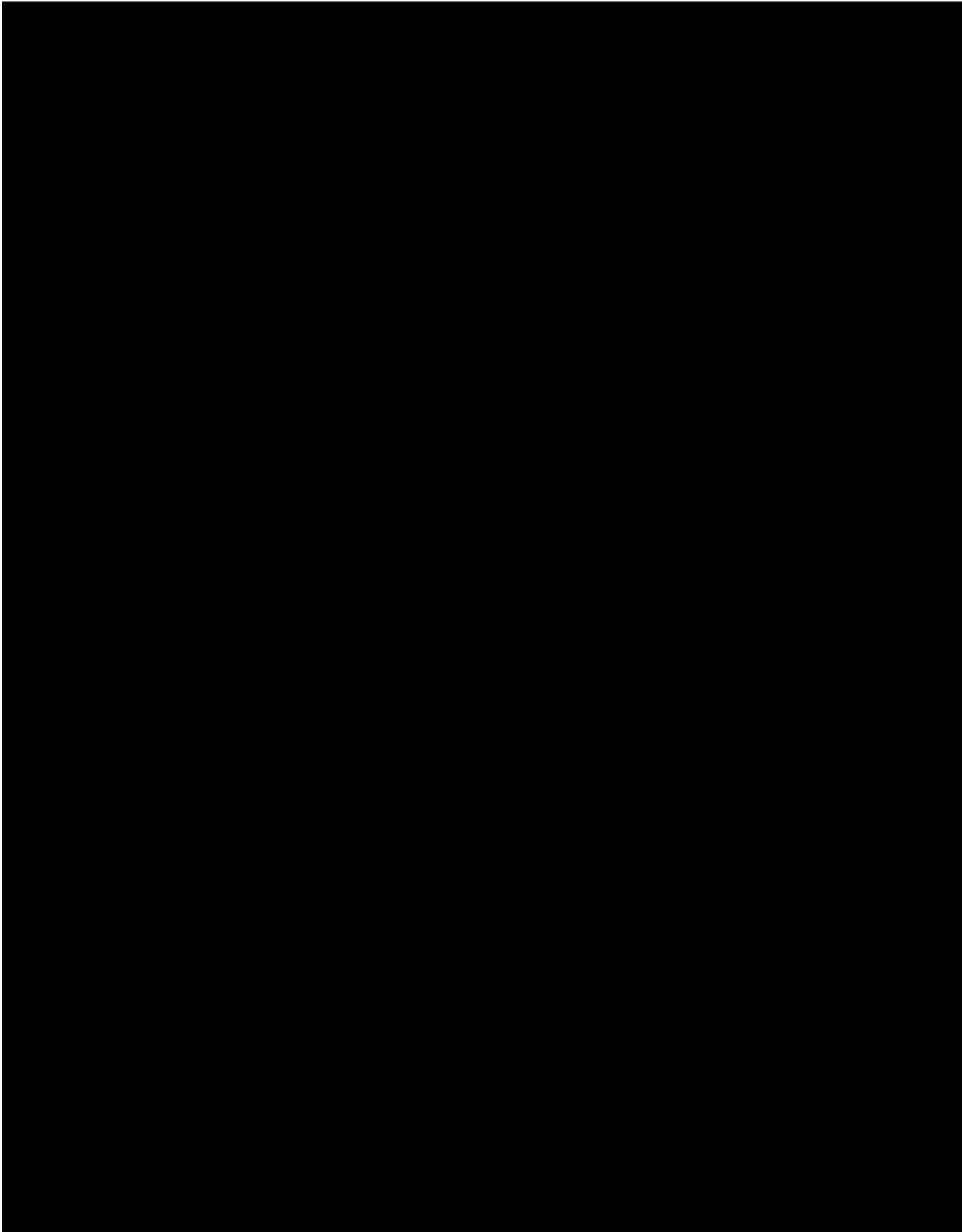
■については商業機密の観点から公開できません。



第 5 図 原動機構造図

■ については商業機密の観点から公開できません。

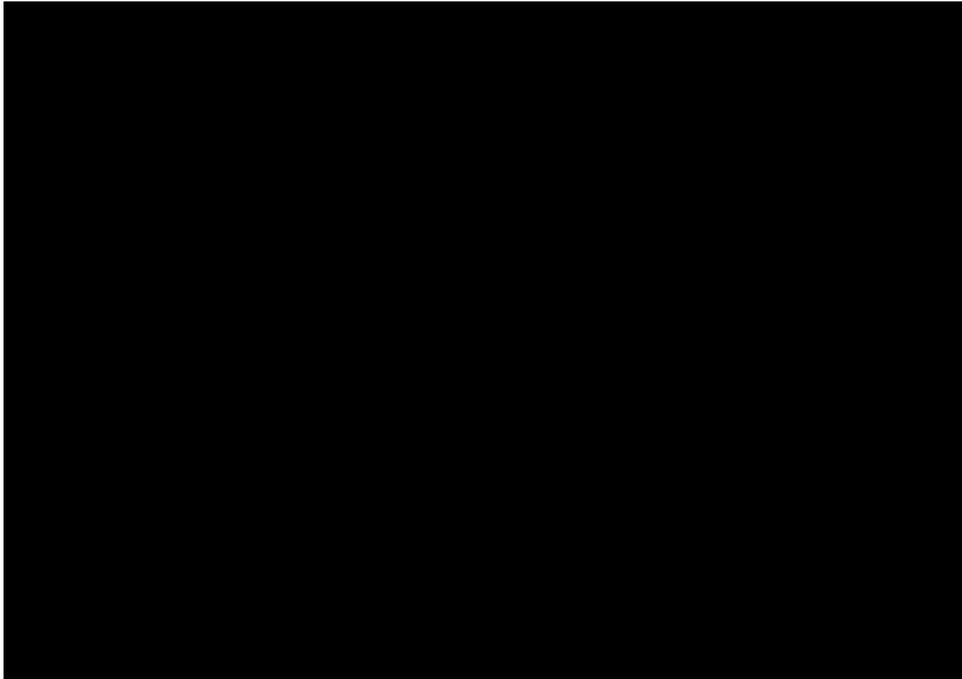
外竜巻 20 別紙 1-4



第 6 図 減速機構造図



については商業機密の観点から公開できません。



第 7 図 管束構造図

■については商業機密の観点から公開できません。

以 上