

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外竜巻 20 R 4
提出年月日	令和 3 年 10 月 14 日

設工認に係る補足説明資料

竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書に関する

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

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、第1回設工認申請（令和2年12月24日申請）のうち、以下に示す添付書類に示す竜巻防護対象施設の強度評価に対する設計方針を補足説明するものである。

・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」

上記添付書類において、竜巻防護対象施設の強度評価を示している内容について、本資料では、砂利等の固縛が困難であり、かつ、ネットをすり抜ける可能性がある極小飛来物が竜巻防護対象施設へ与える影響について示す。

本資料で示す、竜巻防護対象施設の強度評価に対する設計方針については、再処理施設の後次回の設工認申請で対象とする施設に対しても適用するものである。

また、本資料は、第1回申請の対象設備を対象とした記載とした部分があることから、第2回申請時等の申請対象を踏まえて、記載を拡充していく。

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

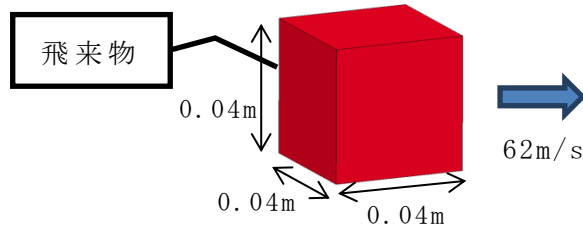
2. 1. 1 飛来物の設定について

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間的で、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

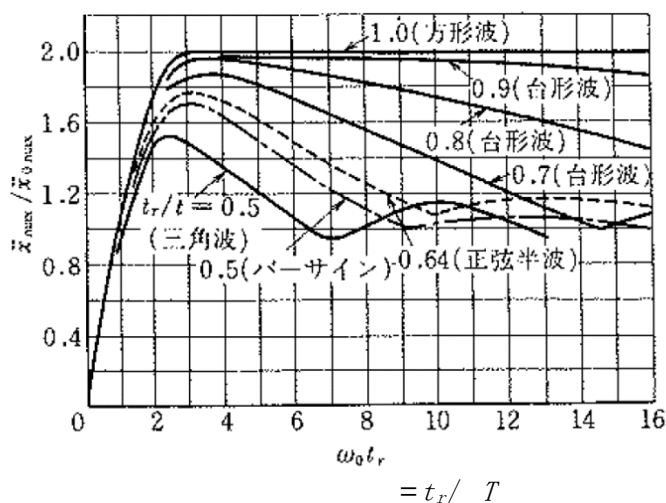
差が大きいことから、設備は振動しにくく（衝撃荷重は全て伝わることはなく）破壊は生じないと考えられる。

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。



$\ddot{x}_{0\max}$: 飛来物による衝撃パルス
 の入力最大加速度
 \ddot{x}_{\max} : 機器の応答最大加速度
 t_r : 衝撃パルスの作用時間
 (飛来物と設備との衝突時間)
 T : 機器の固有周期

第2図 衝突時間と応答加速度の関係

2. 2 砂等の粒子状の飛来物の影響について

砂等の粒子状の飛来物による目詰まり，閉塞及び噛込みの影響について評価する。

安全冷却水系の冷却塔において，砂等の極小飛来物による影響を受けると想定される駆動部として，ファン駆動部の回転軸部がある。したがって回転軸部について安全冷却水系の冷却塔の安全機能を損なうおそれがない設計とする。

個別設備に対する砂等の粒子状の飛来物の影響について別紙にて示す。

以 上

別紙

外竜巻 20 【竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書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】

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	10/14	1	
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

1. 極小飛来物の衝突による貫通及び衝撃荷重の影響について

冷却塔の概要図について第1図に示す。安全冷却水B冷却塔は、屋外設備として砂及び雨の影響を考慮した設計としていることから、通常時に想定されるような砂等の衝突による影響はないといえる。

竜巻により飛来した極小飛来物による貫通の影響について、安全冷却水B冷却塔を構成する部位には「外竜巻20 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書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」の「2. 1. 2 衝突による貫通」に示す貫通限界厚さ1.0mmを下回る板厚は存在しないことから、極小飛来物が衝突したとしても貫通することはない、安全機能に影響を与えることはない。

また、衝撃荷重については、「外竜巻20 竜巻への配慮が必要な施設の強度計算書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」の「2. 1. 3 衝突による衝撃荷重」に示すとおり、安全冷却水B冷却塔が有する安全機能に影響を及ぼすような有意な変形は生じない。

さらに、冷却塔の

設備に影響を与えるような飛来物の衝突は考え難く、安全機能に影響はないといえる。ファンガードの設置状況を第3図に示す。

2. 砂等の粒子状の飛来物の影響について

安全冷却水B冷却塔は、以下に示すとおり屋外設備として砂及び雨の影響を考慮した防塵及び防水設計としていることから、砂等の粒子状の飛来物による目詰まり、閉塞及び噛込みの影響を受けることはない。

(1) 原動機，減速機

原動機，減速機は

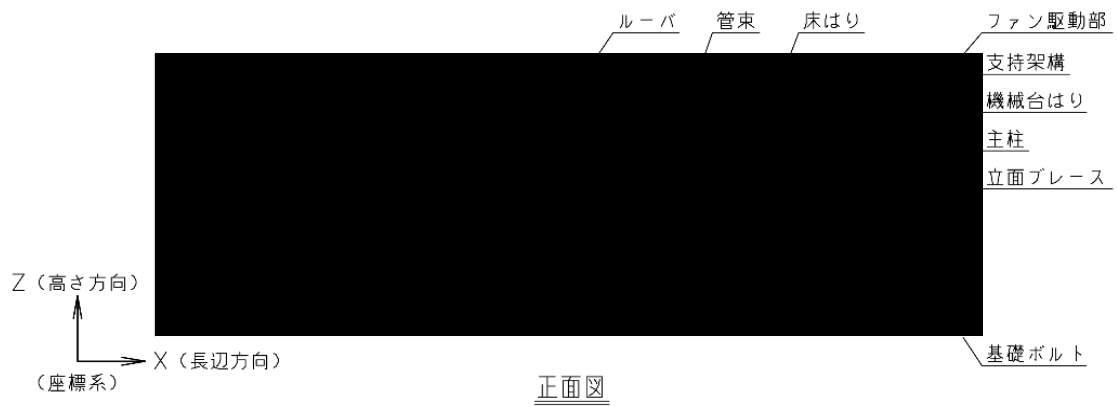
粒子状の飛来物が内部に侵入することはない。

また、原動機，減速機の

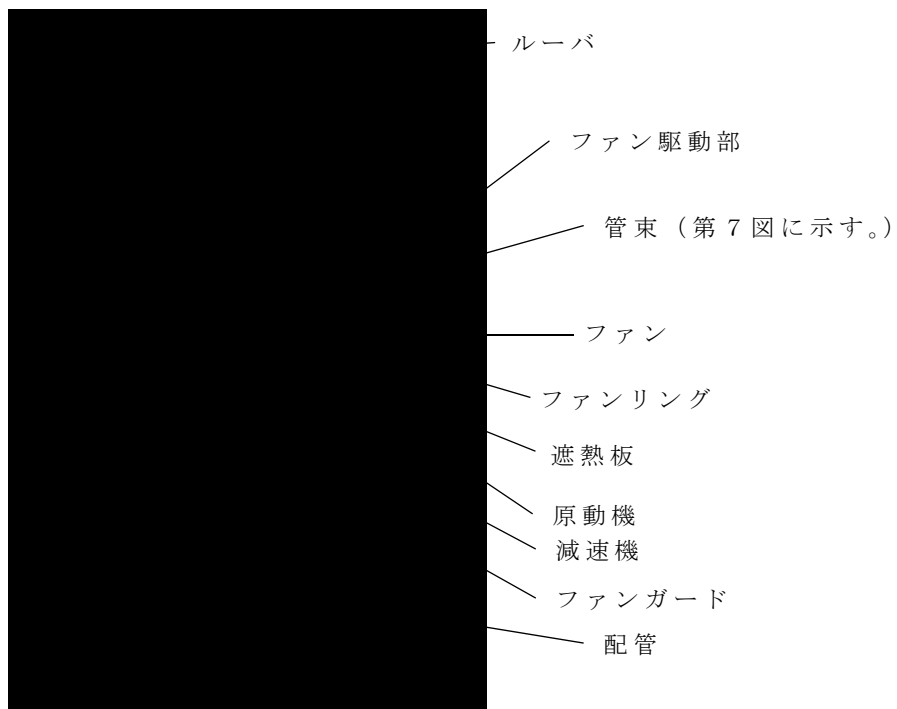
噛込みが発生することはない。原動機の構造を第5図，減速機の構造を第6図に示す。

(2) 管束

第7図に管束の概要を示す。伝熱管間に砂等が飛来し、閉塞することは考えられないため、安全機能に影響を与えることはない。



第 1 図 冷却塔概要図

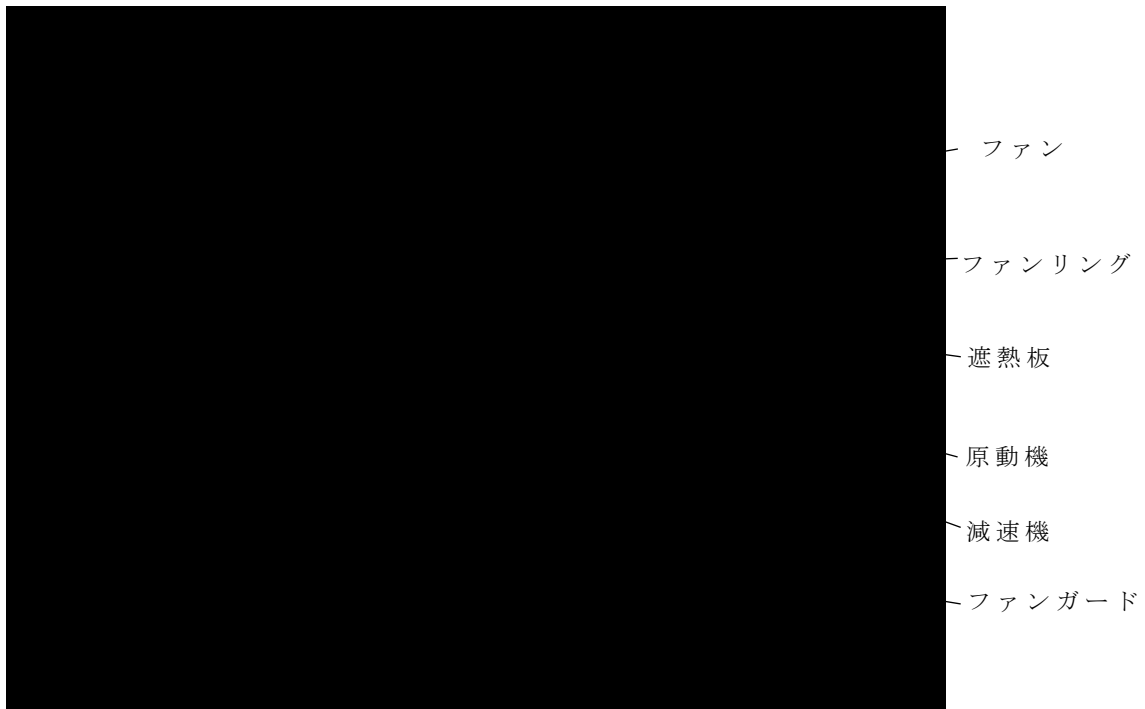


第 2 図 安全冷却水 B 冷却塔断面図

■については商業機密の観点から公開できません。

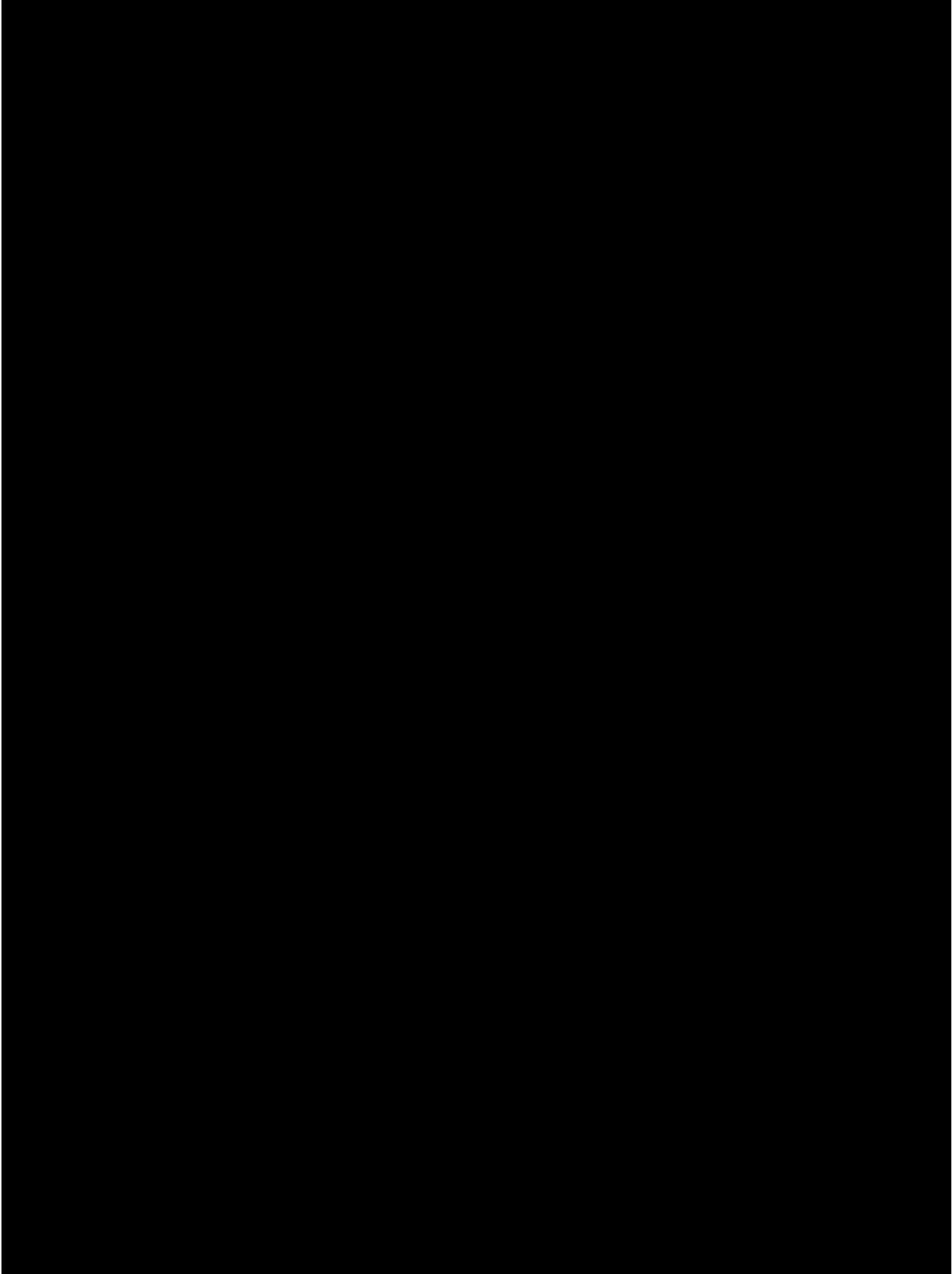


第3図 ファンガード設置状況
(下方より上方を撮影)



第4図 ファン駆動部構造図

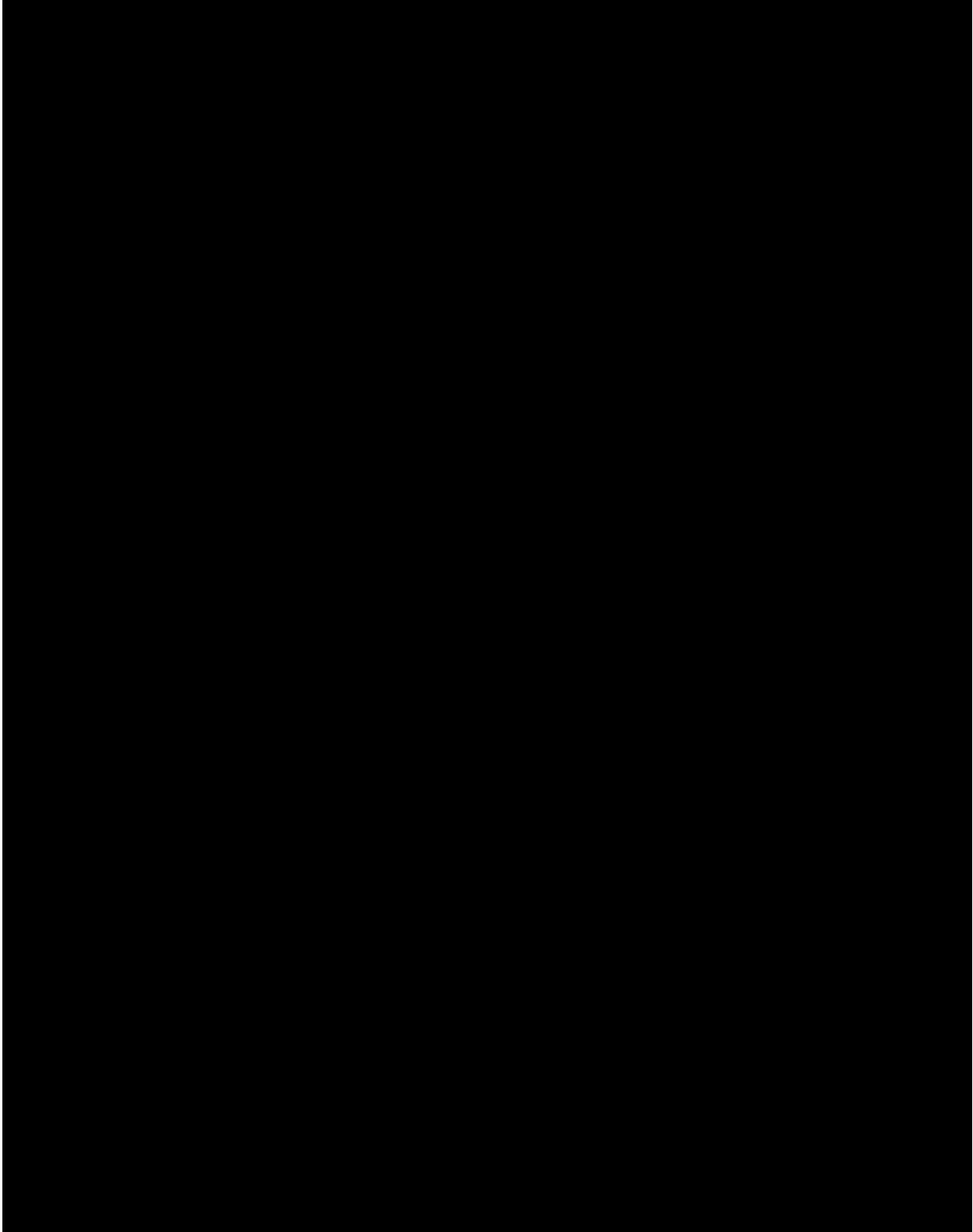
■については商業機密の観点から公開できません。



第 5 図 原動機構造図

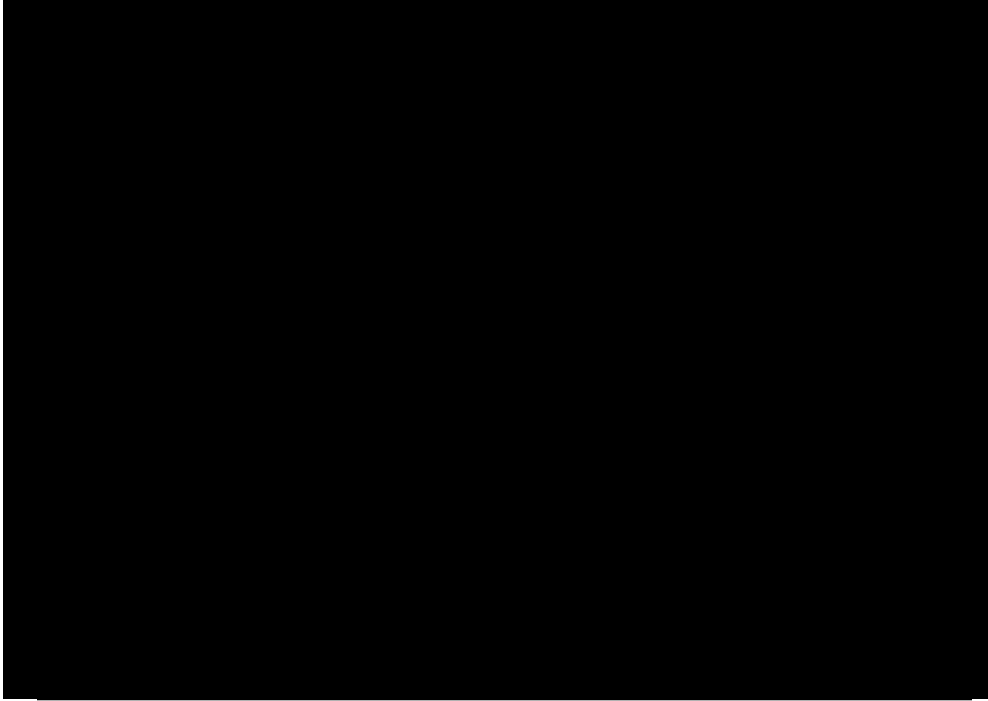
外竜巻 20 別紙 1-4

■については商業機密の観点から公開できません。



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

以 上

■については商業機密の観点から公開できません。