

【公開版】

日本原燃株式会社	
資料番号	外竜巻 12 R0
提出年月日	令和 3 年 2 月 8 日

設工認に係る補足説明資料

【金網の設計裕度の考え方について】

目 次

1. 概要	1
2. 金網の機械的特性値	1
3. 耐衝撃性能評価に用いる機械的特性値	2
4. 設計上の裕度について	2
5. 参考文献	5

1. 概要

本資料は、竜巻飛来物防護を目的とした高強度金網の設計裕度に関して、金網の耐衝撃性能評価に用いる機械的特性値の設定の考え方について説明するものである。

本資料は、第1回設工認申請書の安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネット並びに後次回で申請する竜巻防護対策設備の飛来物防護ネットについて補足説明するものである。

2. 金網の機械的特性値

高強度金網の耐衝撃性能評価に用いる機械的特性値は、金網の交点引張試験から算定している。

金網(50mm目合い)の交点引張試験結果(15データ)を図2-1に示す。

また、図2-1より算出した金網の等価剛性、破断伸び量、破断荷重の平均値及び変動係数を表2-1に示す。

表2-1より、金網の等価剛性、破断伸び量、破断荷重の変動係数は、全て0.05未満であり、金網の交点引張試験結果はバラツキの少ない結果となっている。

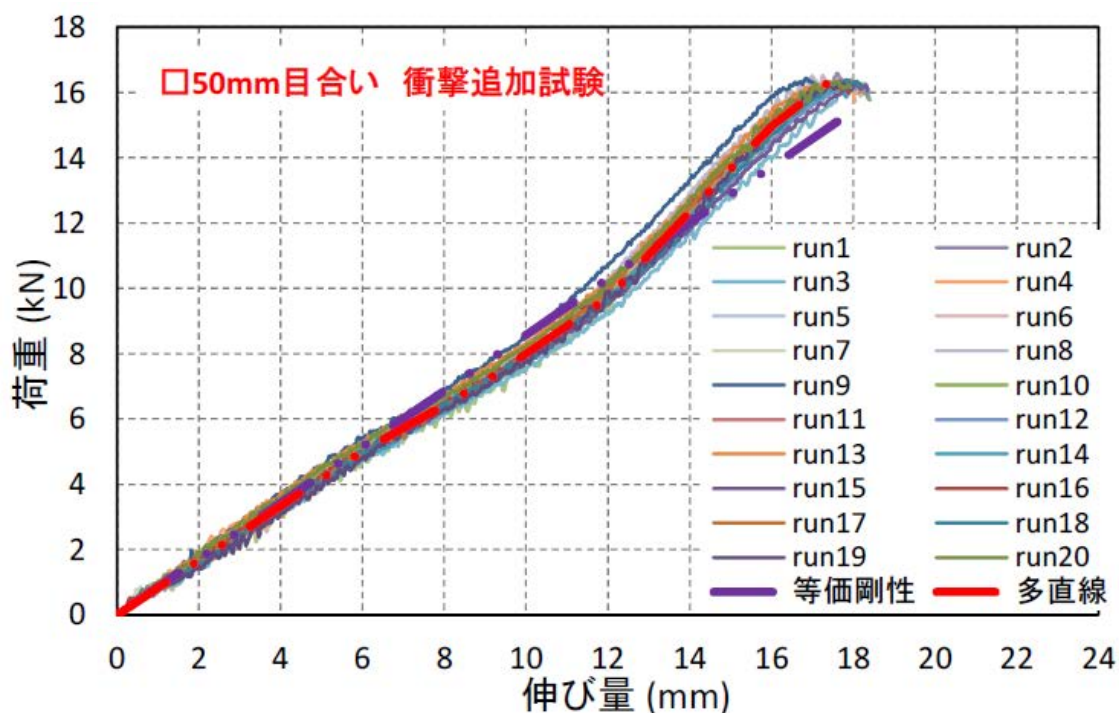


図 2-1 金網の交点引張試験結果

表 2-1 金網の交点引張試験結果の平均値及び変動係数

	等価剛性 (kN/m)	破断伸び量 (mm)	破断荷重 (kN)
平均値	858	17.6	15.1
変動係数	0.0273	0.0176	0.00645

3. 耐衝撃性能評価に用いる機械的特性値

高強度金網の耐衝撃性能評価(吸収エネルギー評価, 破断評価及びたわみ評価)において, 評価に用いる機械的特性値によっては, 評価項目ごとに安全裕度への寄与が相反する場合がある。

したがって, 高強度金網の耐衝撃性能評価に用いる機械的特性値には, バラツキの少ないデータが得られている金網の交点引張試験の全データの平均値(表 3-1)を用いることにする。

一方で, 高強度金網の設計においては, 想定される設計飛来物に対して, 十分裕度を持った設計とすることで, システム全体として保守性を確保する。

表 3-1 強度計算に用いた金網交点諸元

等価剛性 (kN/m)	破断伸び量 (mm)	破断荷重 (kN)
858	17.6	15.1

4. 設計上の裕度について

金網の耐衝撃性能評価(吸収エネルギー評価, 破断評価及びたわみ評価)においては, 金網の機械的特性値を評価条件として用いている。

吸収エネルギー評価及びたわみ評価では, 等価剛性及び破断伸び量を用いており, 破断評価では破断荷重を用いて評価を実施している。

各評価における機械的特性値のバラツキの考慮について, 以下に示す。

(1) 吸収エネルギー評価

吸収エネルギー評価においては, 金網の機械的特性のうち等価剛性の値が評価に影響する。

図 2-1 の交点引張試験から算出された等価剛性及び多直線近似を用いて, 金網の吸収エネルギーを算出した結果を図 4-1 に示す。

等価剛性より算出された吸収エネルギー(図 4-1 実線)と多直線近似より算出された吸収エネルギー(図 4-1 点線)を比較すると, 等価剛性より算出された吸収エネルギー(図

4-1 実線)が多直線近似より算出された吸収エネルギー(図 4-1 点線)よりも最大で 5.6%吸収エネルギーが高めに算出されている。

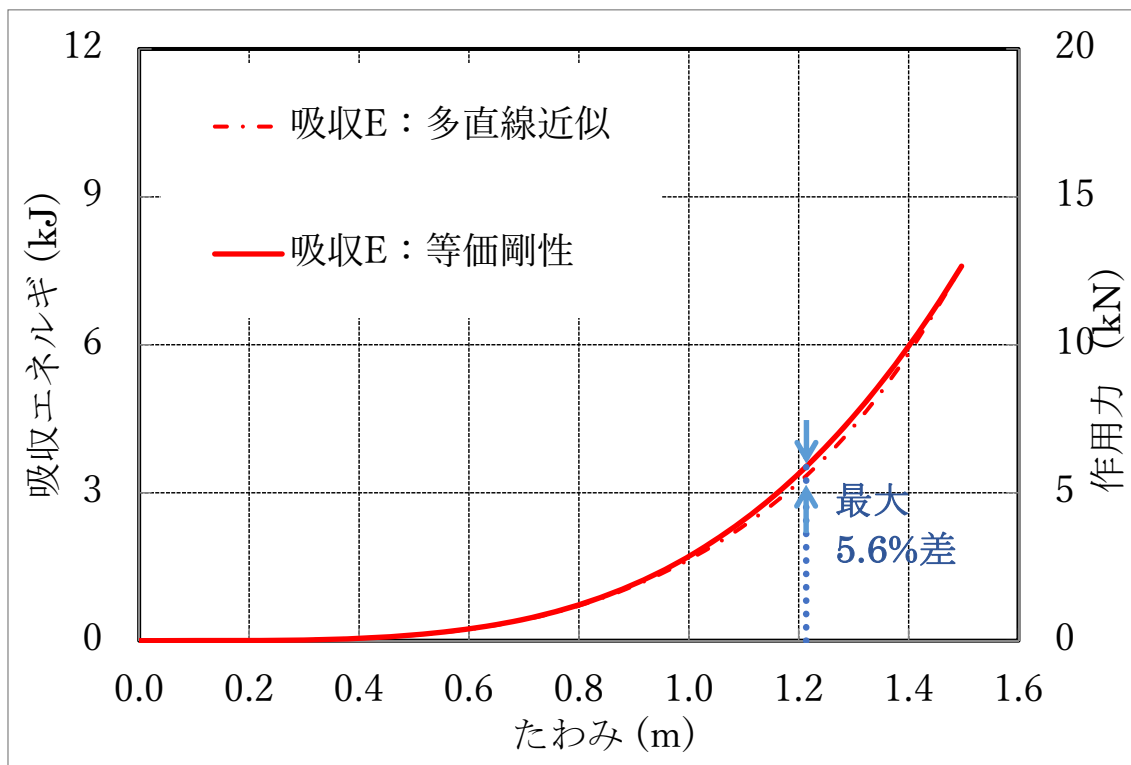


図 4-1 等価剛性と多直線近似の吸収エネルギーの差異

以上の結果を踏まえ、等価剛性より算出された吸収エネルギーが多直線近似より算出された吸収エネルギーよりも最大で 5.6%吸収エネルギーが高めに算出されることを考慮し、添付書類「V-別添 1-4-1 飛来物防護ネットの強度計算書 (2)安全冷却水 B 冷却塔 飛来物防護ネットの強度計算書」においては、等価剛性の平均値を用いて算出した金網の限界吸収エネルギー E_{\max} に、本影響を考慮した限界吸収エネルギー E_{\max}' ($=E_{\max}/1.056$) を示している。

(2) 破断評価

破断評価においては、金網の機械的特性のうち破断荷重の値が許容限界の算出に影響を与える。(1)吸収エネルギー評価より、設計にて考慮する領域において最大で5.6%吸収エネルギーが高めに算出されることから、金網の剛性においても等価剛性が多直線近似により算出した剛性に比べ5.6%程度高めになっているといえる。また、剛性、破断伸び量、破断荷重の関係(破断荷重=剛性×破断伸び量)より、破断荷重についても5.6%程度高めになっているといえる。

以上の関係を踏まえ、添付書類「V-別添 1-4-1 飛来物防護ネットの強度計算書(2)安全冷却水B冷却塔 飛来物防護ネットの強度計算書」において用いた破断荷重Fの代わりに、本影響を考慮した破断荷重 F_n' ($=F_n/1.056$)を用いて算出した許容限界 F_n' と金網に生じる荷重 F_a' を比較した結果を表4-2に示す。表4-2に示すとおり、5.6%の裕度を考慮した場合であっても各金網に生じる荷重は許容値内におさまる。

表 4-2 破断評価結果(5.6%の裕度考慮)

	F_a'	F_n'
飛来物防護ネット	418.9	783

(3) たわみ評価

たわみ評価は、金網の機械的特性値のうち等価剛性の値が評価結果に影響する。たわみ量の算出においては、金網の変位量と吸収エネルギーとの関係式より、金網に設計飛来物である鋼製材が衝突した場合のたわみ量を算出しており、(1)吸収エネルギー評価より、剛性のバラツキを考慮するとたわみ量は小さく算出される。

以上を踏まえ、金網のたわみ量に5.6%の裕度を考慮するが、添付書類「V-3-別添 1-2-1-1 防護ネットの強度計算書」においては、保守的に金網及びワイヤロープを含めたネット全体のたわみ量に対して、5.6%の裕度を考慮し算出している。

5. 参考文献

高強度金網を用いた竜巻飛来物対策工の合理的な衝撃応答評価手法 総合報告：O01
平成 28 年 3 月 電力中央研究所