

EPH形遊星歯車変速機の性能

Performance of Type EPH Epicyclic Gears

従来の遊星歯車変速機は、複数個の遊星歯車と太陽歯車、及び内歯車とのかみあい荷重を均等化し、振動、騒音を小さくするため太陽歯車と内歯車をダブルギヤカップリングで支持した自動調心形の構造である。これに対し、このたび標準シリーズを完成した日立EPH形遊星歯車変速機は、ダブルギヤカップリングを用いずに、内歯車や太陽歯車に可撓性をもたせ、同時に各部品の精度を向上して荷重分配を良くしたものである。これによって、性能が大幅に向上すると同時に、構造が簡素化され小形軽量化が実現した。

岡村 義之* *Yoshiyuki Okamura*

木村 信二郎* *Shinjiro Kimura*

坂田 幸雄* *Yukio Sakata*

1 緒言

遊星歯車変速機は、入・出力軸が同一軸心上にあり、平行軸歯車変速機に比べて小形軽量で、振動、騒音が低く効率が高いなど多くの利点がある。このため、ポンプ用など一般産業用として国内外で広く使用され、特に最近では船用や製鉄機械用の変速機の分野にも需要が増大している。

従来の遊星歯車変速機は、太陽歯車と内歯車をダブルギヤカップリングで支持することによって、各遊星歯車のかみあい荷重を均等化してきた。それに対しこの新しい日立EPH形遊星歯車変速機は、歯車や遊星腕など部品の精度を上げ、また内歯車や太陽歯車に可撓性をもたせるなどによって、各遊星歯車の荷重分配の均等化を図り、振動、騒音を低減したものである。

以下、新シリーズの概要とその性能について述べる。

2 日立EPH形遊星歯車変速機の概要

遊星歯車装置の複数個の遊星歯車にかかる荷重は、歯車や遊星腕など部品の製作誤差のため、均等にはかからない。この荷重の不均等が小形軽量化を妨げ、また振動や騒音の原因となる。すなわち、荷重分配の良否が歯車装置の性能を大きく左右する。このため、従来の遊星歯車変速機は図1に示すように、太陽歯車と内歯車をダブルギヤカップリングで支持した自動調心形の機構であった。

これに対して日立EPH形遊星歯車変速機は、ギヤカップリングを使用しないで、歯車や遊星腕などの部品の精度を上げ、内歯車や太陽歯車に可撓性をもたせ、また遊星歯車軸受のすきまに生ずる油膜の弾性などによって荷重等配を行っている。この方式によって荷重分配を良好にし、振動、騒音を抑え、同時に部品点数を大幅に低減し、小形軽量化を実現した。

構造は図2に示すように、太陽歯車を中心として、周囲に複数個の遊星歯車を、更にその外側に内歯車を配置し各かみあっている。内歯車は歯車箱に直接固定されており、複数個の遊星歯車は、太陽歯車と同心の遊星腕に遊星歯車軸を介して支えられ、遊星腕の周囲に等間隔に配置されている。遊星歯車は内側で太陽歯車とかみあい、外側では内歯車とかみあっており、遊星歯車軸上で回転しながら軸とともに公転し、遊星腕(低速軸)に回転を伝えている。

以上のように従来の遊星歯車変速機に対して、本機は高い

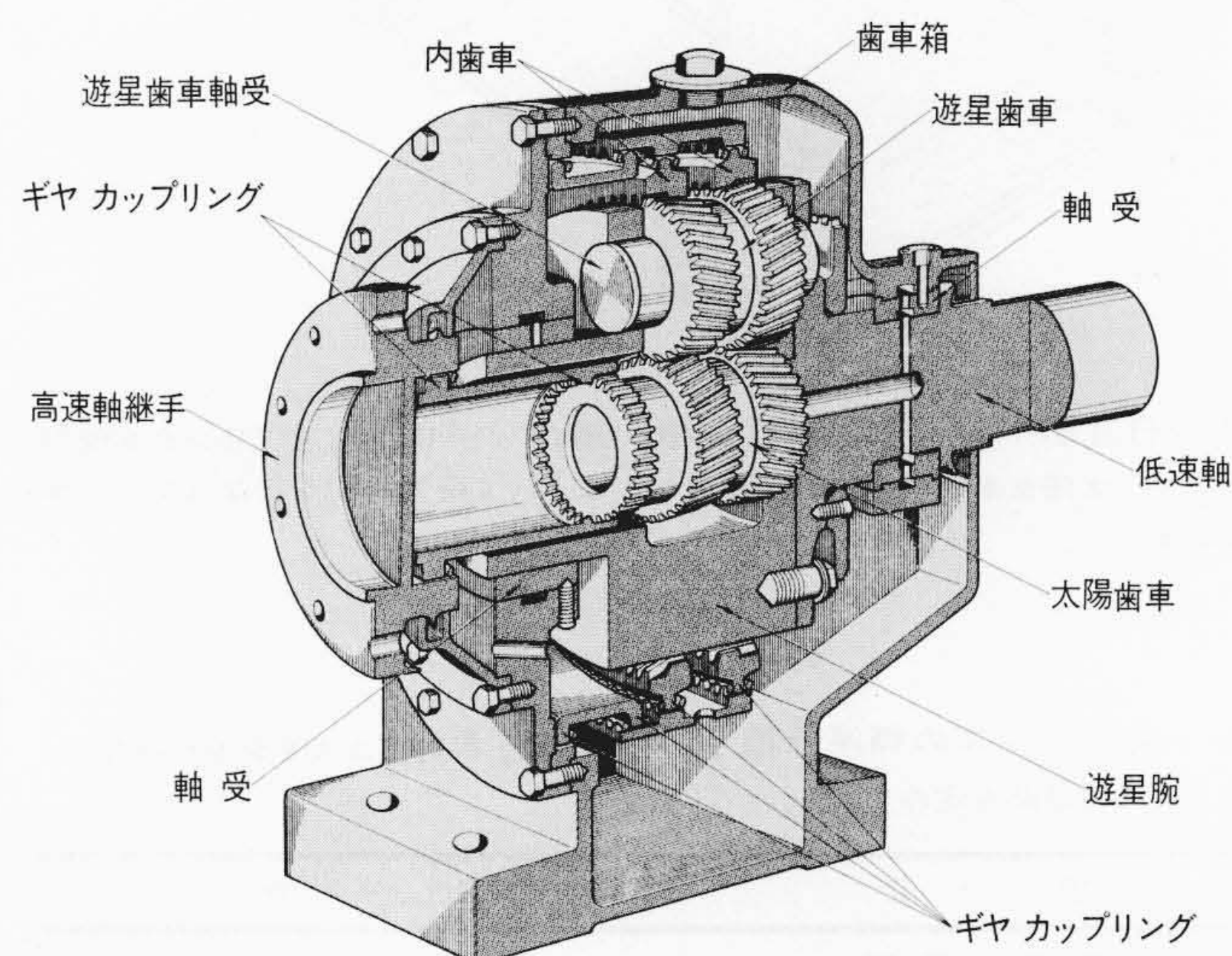


図1 従来形遊星歯車変速機の構造 荷重分配機構として、太陽歯車及び内歯車の支持にギヤカップリングを使用した従来形の構造を示す。

精度と新しい構造の採用によって性能は向上し、堅ろうで高い信頼性と耐久性をもつものとなった。

このたび、標準シリーズとして表1に示す仕様の減速機を完成した。

3 日立EPH形遊星歯車変速機の性能

遊星歯車変速機は、一般に平行軸歯車変速機に比べて表2に示すような多くの利点がある。

また、日立EPH形遊星歯車変速機は、前述の新しい構造を採用することにより、従来の遊星歯車に比べて大幅に性能が向上した。

なお、新構造の採用に当たっては、部品の精度、内歯車の可撓性、太陽歯車の可撓性、及び遊星歯車軸受のすきまに生ずる油膜弾性などを考慮し、荷重分配、振動、騒音などの性能との相関関係を実験によって把握、確認のうえ決定した。また、各部の寸法についても応力測定によって確認し、決定

* 日立製作所土浦工場

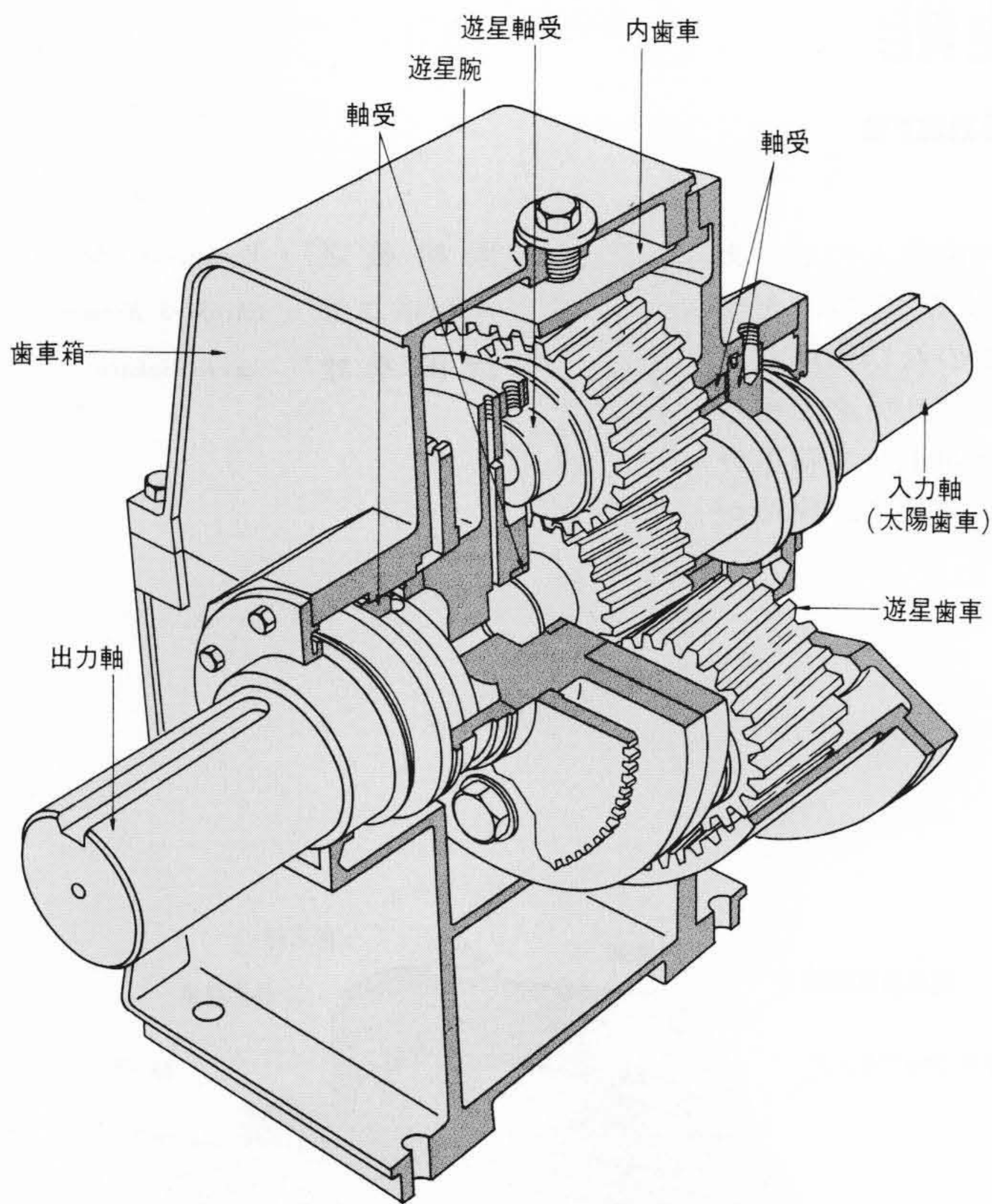


図2 日立EPH形遊星歯車変速機の構造 ギヤ カップリングを使用しないで、太陽歯車と内歯車の可撓性などによって荷重等配を行なっている構造である。

表1 新シリーズの標準仕様 伝達容量2,000PSまでをシリーズ化し、6サイズの標準品を定めた。

項 目	仕 様
減 速 比 範 囲	3 ～ 12
入力回転数範囲	500 ～ 1,800rpm
形 式 サ イ ズ	最大伝達容量(PS)
EPH50	1,000
EPH56	1,300
EPH63	1,600
EPH71	2,000
EPH80	"
EPH90	"

表2 遊星歯車変速機と平行軸歯車変速機の比較 遊星歯車変速機は平行軸歯車変速機に比較して重量、容積、損失動力、周速及び一つの歯にかかる荷重などが小さくなり、構造上有利である。

項目	種類	遊星歯車変速機	平行軸歯車変速機
軸 配 置		入・出力同一軸心上	入・出力軸平行
重 量 比		0.6	1.0
容 積 比		0.4	"
損 失 動 力		0.85	"
周 速		0.45	"
一つの歯にかかる荷重		$\frac{1}{3}(1/N \text{ } N: \text{遊星歯車数})$	"

した。

次に実機の性能について述べる。

(1) 荷重分配

ダブル ギヤ カップリングを使用した従来方式の場合、荷重分配率の偏差^(*)は±10%前後であるが、新しい構造の場合は図3に示すように荷重分配率の偏差を更に小さくすることが可能である。

太陽歯車に可撓性をもたせることによっても荷重分配を良好にし、また、図4に示すように最適軸受すきまを与えることなどによっても荷重分配率の偏差を更に小さくすることが可能である。

新シリーズ(1,800rpm以下)では、荷重分配率の偏差を±10%以下にしている。

(2) 軸及び軸受振動

一般に軸及び軸受振動は、回転数1,800rpm以下ではそれぞれ90μ、35μと言われている。実機では図5に示すように、入力回転数1,500rpmで軸振動、軸受振動ともに15μ以下である。

(3) 騒 音

図6に示すように入力回転数1,500rpm、100%負荷で85dB(A)である。

(4) 効 率

図7に示すように入力回転数1,500rpm、100%負荷で98.6%である。

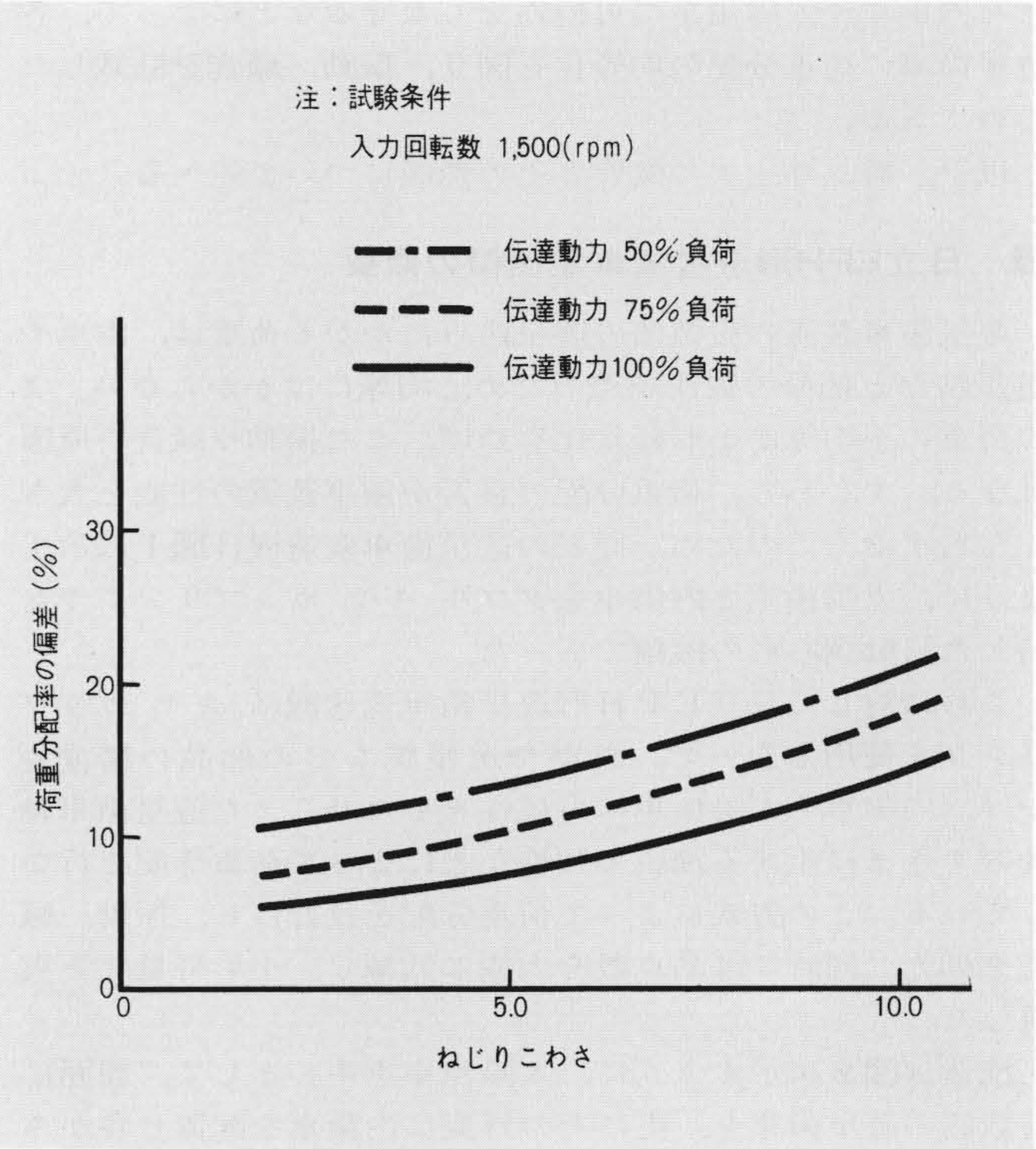


図3 内歯車可撓部のねじりこわさと荷重分配率の偏差 内歯車可撓部のねじりこわさを小さくすると、荷重分配率が良くなる。

(*) $A = \frac{B - 1/N}{1/N} \times 100$

ここで、A：荷重分配率の偏差(%) (荷重が均等の場合＝0%)
B：荷重分配率(%) (3個の遊星歯車に荷重が均等にかかる場合 $B = 1/3$)
N：遊星歯車数(遊星歯車の数量3個の場合 $N = 3$)

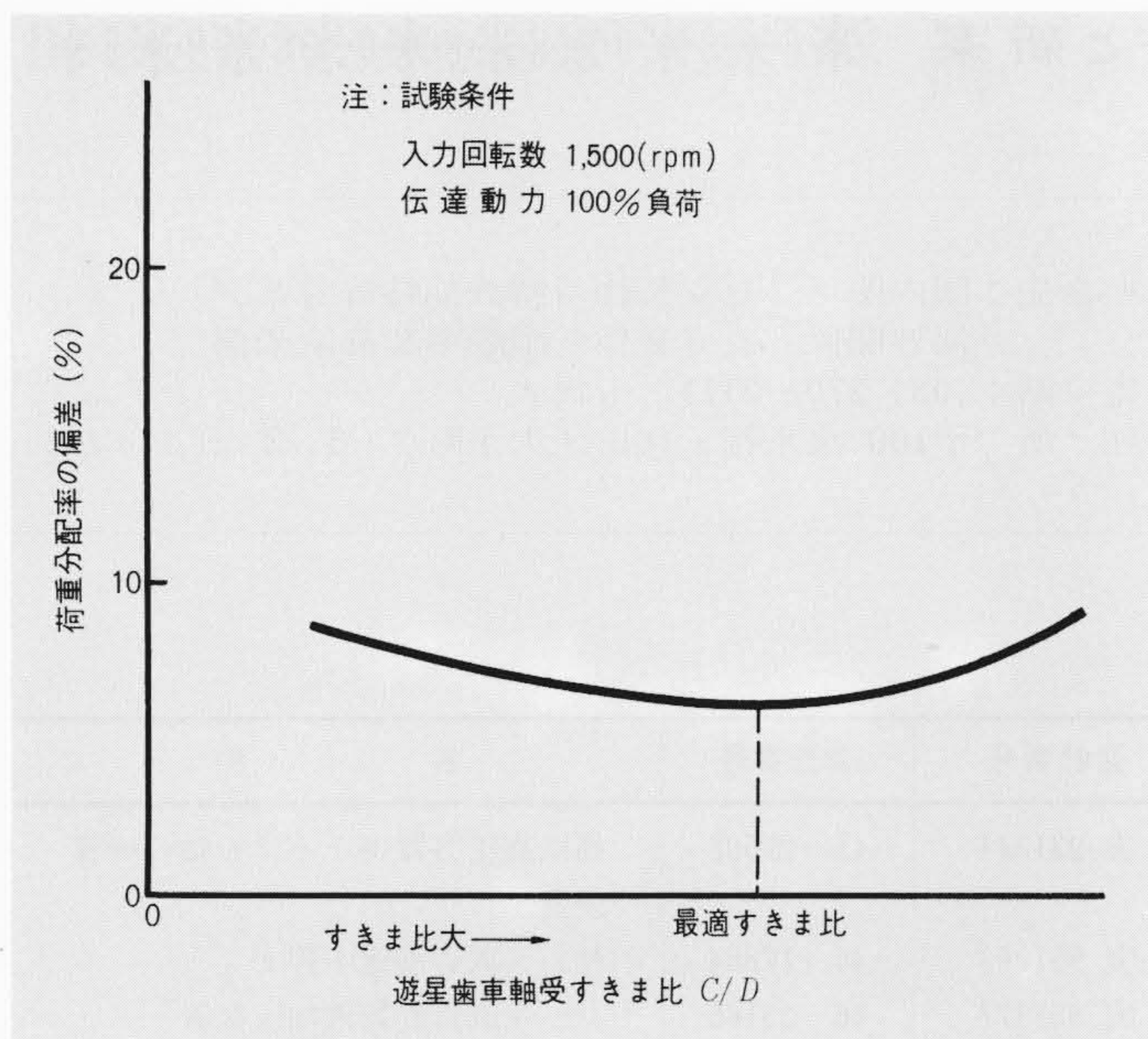


図4 遊星歯車軸受すきま比 C/D と荷重分配率の偏差 遊星歯車軸受すきま比 C/D を変えると、荷重分配率の偏差が変わり、最適すきまが存在する(D :軸径, C :すきま)。

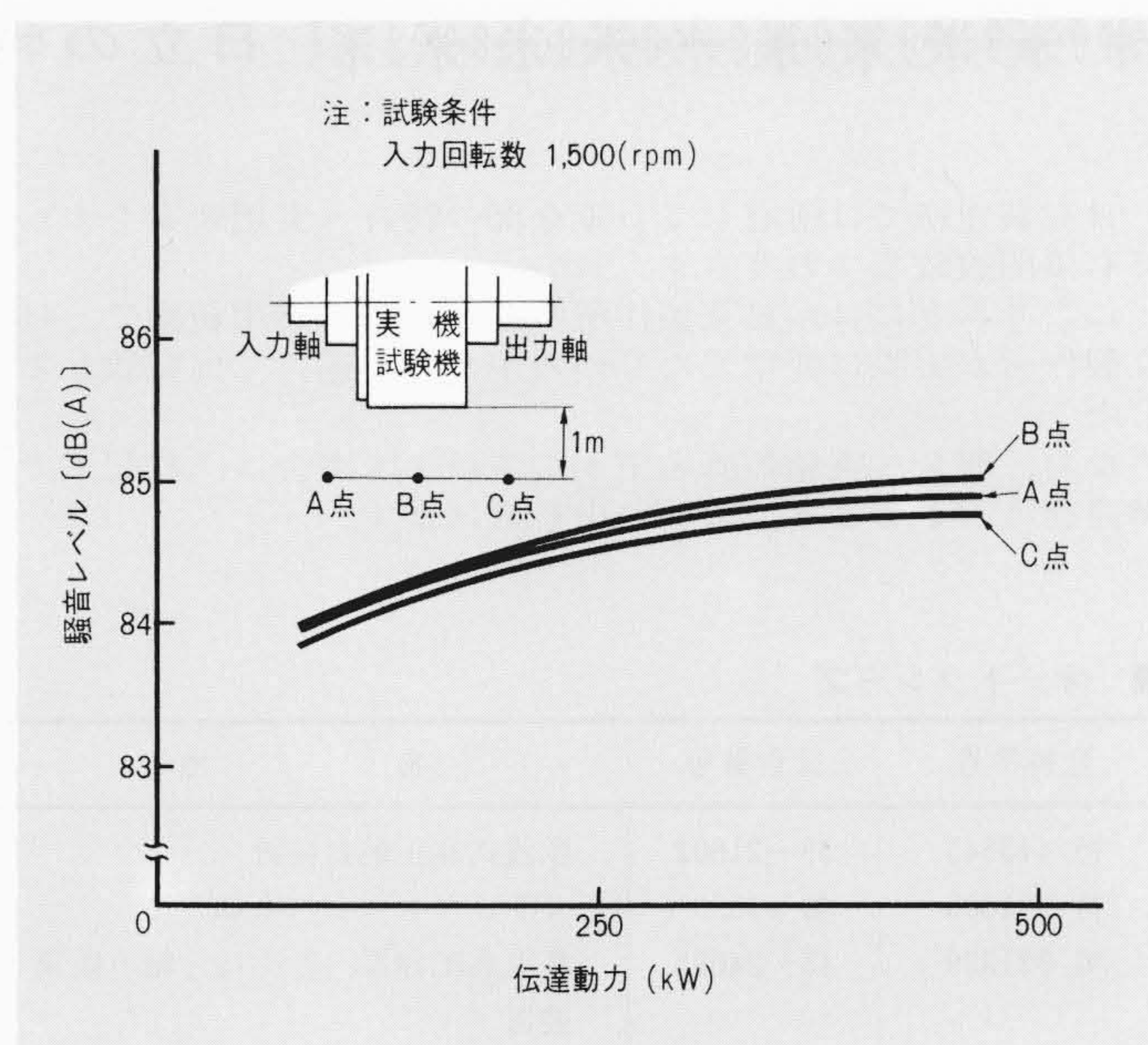


図6 伝達動力と騒音レベル 実機試験機から1m離れた位置での騒音レベル100%負荷において85dB(A)であり負荷の減少とともに小さくなる。

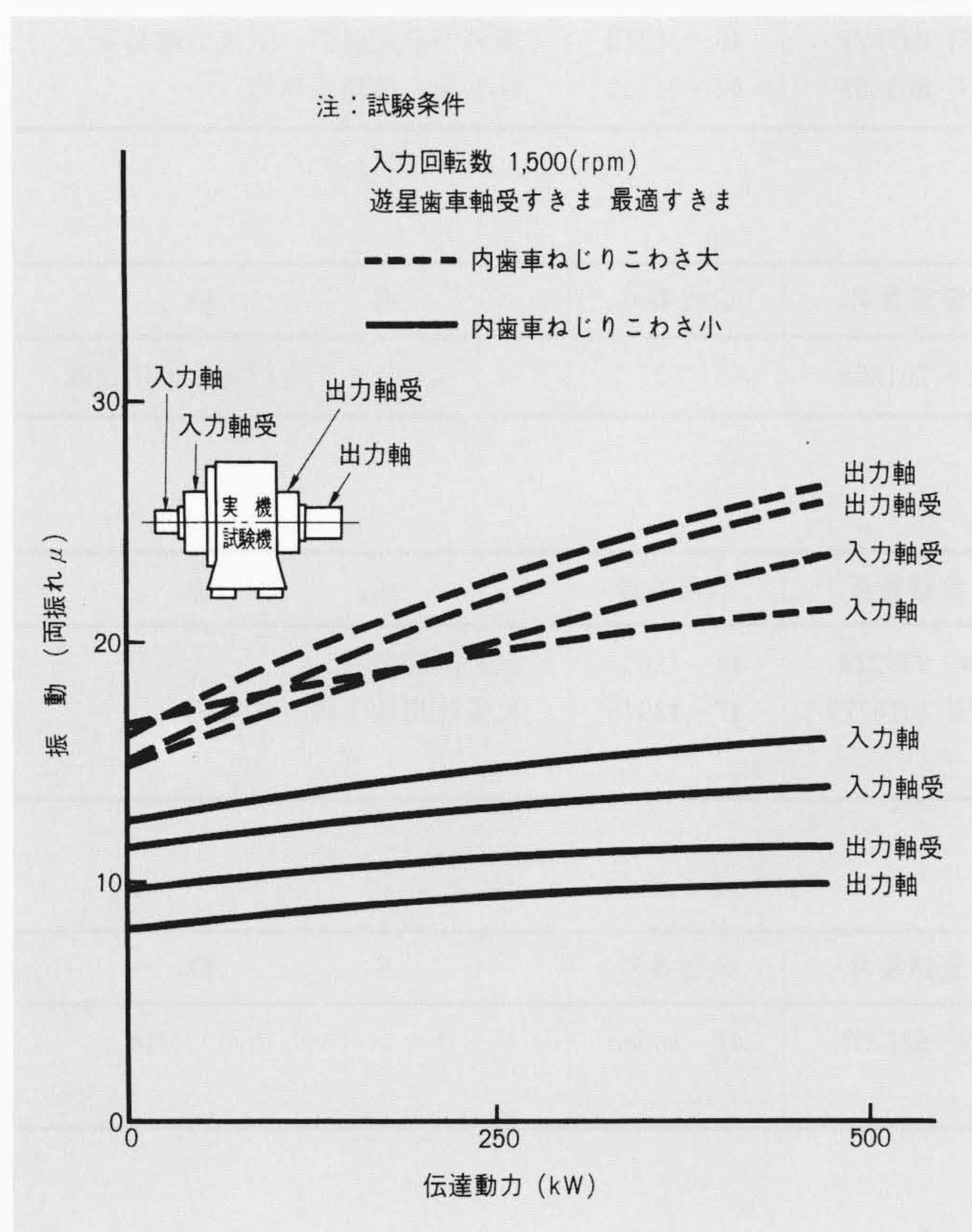


図5 伝達動力と軸振動・軸受振動 軸及び軸受の振動は、内歯車可撓部のねじりこわさを小さくするに従って小さくなる。

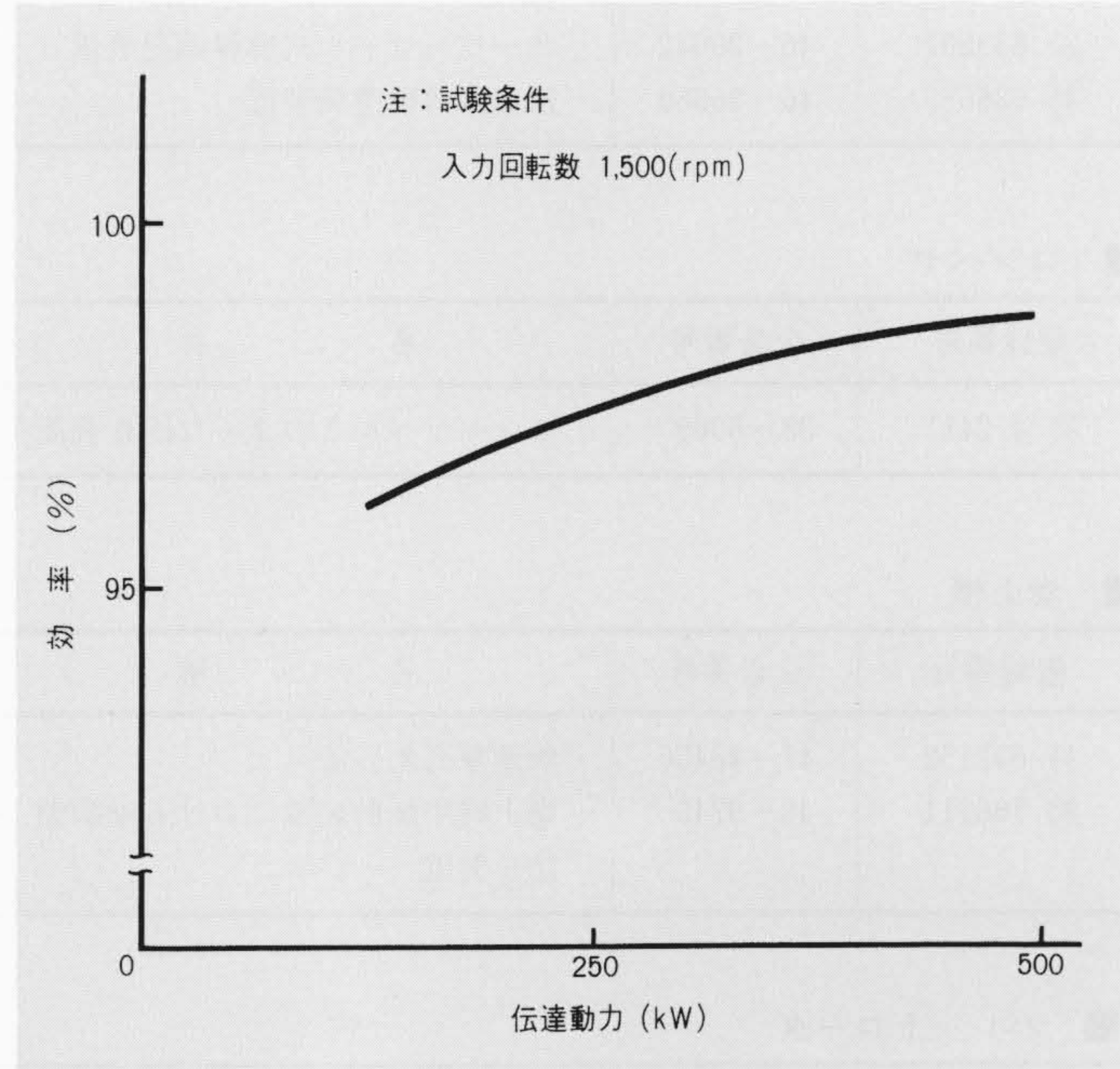


図7 伝達動力と効率 効率は、全損失が熱になると考えられるので、定常運転状態で潤滑油がもち去る熱量と、歯車箱表面から放散する熱量とから計算した。入力回転数1,500rpm100%負荷において、効率は98.6%である。

4 結 言

日立EPH形遊星歯車変速機は、部品の加工精度を上げ、ギヤ カップリングを用いずに、内歯車や太陽歯車の可撓性などによって、複数個の遊星歯車の荷重等配を行なっている。この方式によって、性能を大幅に向上させ、小形軽量化を実現した。

このたび日立製作所は、標準シリーズを完成のうえ販売を開始したが、必ずや、ユーザーの要望にこたえ得るものと確信している。

(5) 小形軽量化

ダブル ギヤ カップリングを用いない新構造の採用によって、歯車部品点数を半減した。また、新構造の採用、部品の精度向上、表面硬化歯車の採用などによって重量で25%軽いものとなり、単位重量当たりの伝達動力も45%増加した。