

ラック型工具による歯車の仕上転造法 (素材の形と製品精度)

久野 精市郎

Finish Roll Forming Gears by the Rack Die System (Blank Shapes and Caused Classic Errors)

Seiichiro KUNO

転造力は仕上げ転造でも相当大きな値となり、これが製品精度に影響するが、それは主としてその力を受け持つ素材の形で変化する。

そこで、高圧力角・低歯, $m = 1.5$, $Z = 27$ の一定要目で材質, 転造代, 工具の形, 速度等の加工条件を同一にし, 素材の形を変更して, ラック形の自由駆動で転造した。しかして, 実験前後の測定から, それらの誤差の発生状況を考察し, 最良の素材の形を示した。

1 まえがき

歯車の転造に作用する力は, 仕上げ転造でも, ホブ切りなどの切削加工に比べて相当大きなものとなる⁽¹⁾。とくにラック型では, その生産性から圧力角は大きい程有利⁽²⁾となるが, また工具の押し込み力も大きくなる。

転造の際に生ずる力は, それを受け持つ素材の形状により, その製品精度に影響すると思われるが, 仕上げ転造についてのこの種の報告はされてない。

与えられた歯車要目に対しては, 素材の形により生ずる誤差の様子を確認し, その影響の少ない範囲を求めておくことがまず必要になる。そこで, ここではラック型に有利な自由駆動方式⁽³⁾により, 装置・工具・速度等の転造条件を同一にし, 素材の形と精度との関係を実験的に求め, その好ましい形状を示した。

2 条件

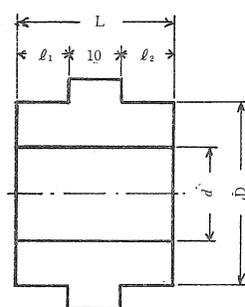
歯部の形状は基準圧力角 25° , 歯末の丈 $0.8m$, 歯元の丈 $1m$ の高圧力角・低歯とした。また, モジュールは 1.5 , 歯数は 27 , 歯巾は $10mm$ とした。

素材はニッケルクロム鋼 21種 SNC 21 とし, これをホブ切りにより, 仕上げ代 $0.12mm$ を残して前加工した。歯底には約 $0.4mm$ の逃げミゾをつけた。これら素材の形状・寸法を表 1 に示した。

工具の材質は合金工具鋼 D11 種 SKD11 とし, 熱処理・歯面研削後の表面硬度を HRC 55~58 とした。基準歯部の長さは約 $500mm$ で, この間の単一ピッチ誤差は 5μ ,

表 1 素材の形

表 1 素材の形												
(a) 内径・ボス巾の変化 (mm)												
d	18				20				22			
ℓ_1, ℓ_2	0	5	10	15	0	5	10	15	0	5	10	15
L	10	20	30	40	10	20	30	40	10	20	30	40
(D=35)												
(b) ボス外径の変化 (mm)												
d	20											
ℓ_1, ℓ_2	10	10	10									
L	30	30	30									
D	33	31	29									
(c) 歯の位置の変化 (mm)												
d	20											
L	30											
D	35											
ℓ_1	20	15										
ℓ_2	0	5										



累積ピッチ誤差は 17μ である。

転造には切削油を使用し、その線速度は約 2.5 m/min 、
 転造時間は約 15 秒とした。

3 実験結果および考察

多くの測定項目のうち、ここでは主要な単一ピッチ誤差、
 歯ミゾのフレを取り上げ、その推移を検討した。

3.1 内径・ボス巾の変化

3.1.1 単一ピッチ誤差

内径別の変化を図 1 に、ボス巾別の変化を図 2 に示した。

(1) 図 1 では、単一ピッチ誤差は内径寸法 18~22φ にはあまり関係なく、ボス巾が小さいものの方がいい。巾が 30~40 になると、いずれも転造後の方が良くなっている。

(2) 図 2 ではこれらの傾向がはっきり出ている。ボス巾 10 では内径寸法に関係なく、全てわるくなる。巾 20 でやや改善され、30, 40 になると安定する。

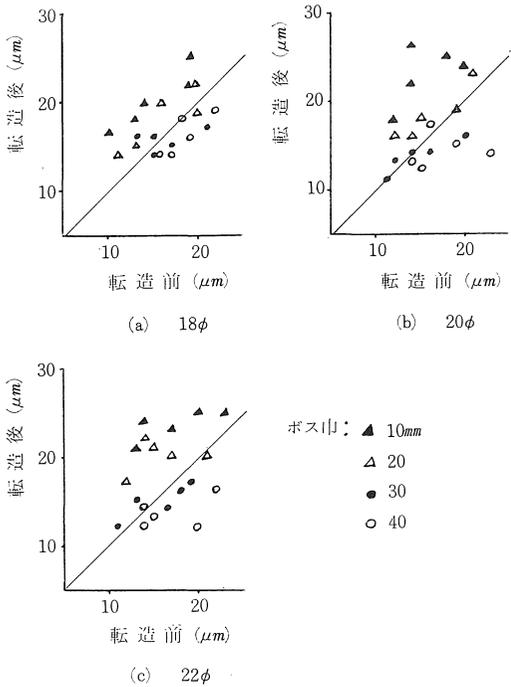
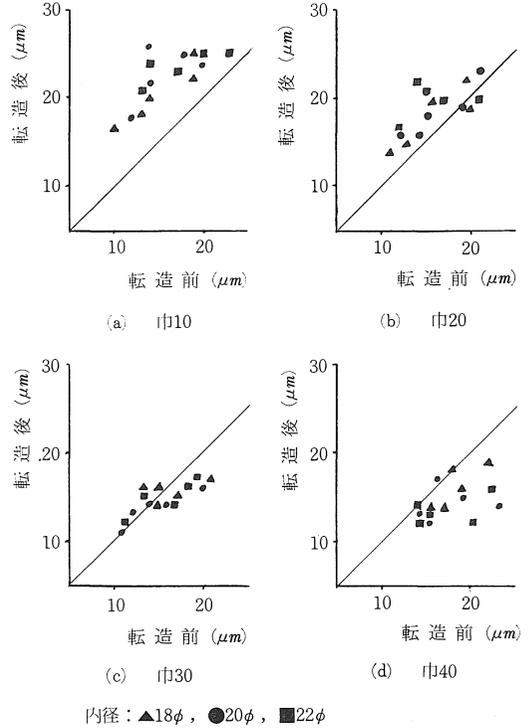


図 1 単一ピッチ誤差 (内径別)



内径: ▲18φ, ●20φ, ■22φ

図 2 単一ピッチ誤差 (ボス巾別)

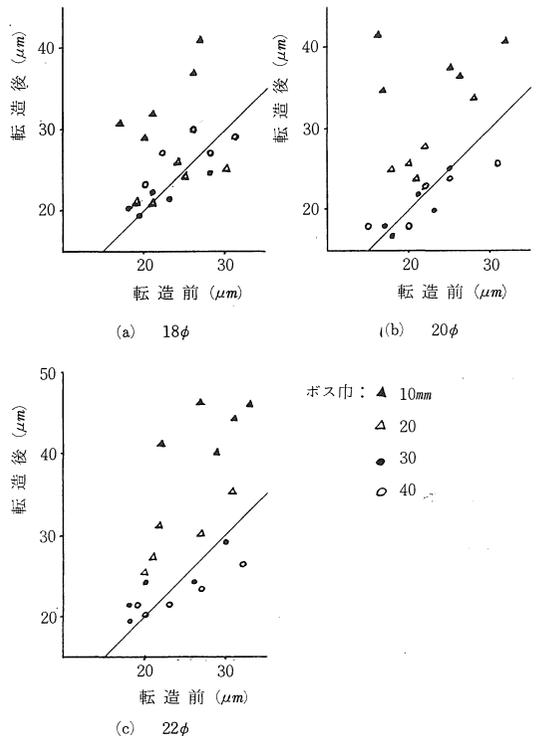


図 3 歯ミゾのフレ (内径別)

- (3) 単一ピッチ誤差は、内径よりむしろボス巾に影響される。図1・2よりボス巾は30は必要と思われる。巾40になると30よりやや良くなる傾向にはあるが、その値は多少ばらつく。

3.1.2 歯ミゾのフレ

内径別の変化を図3に、ボス巾別の変化を図4に示した。

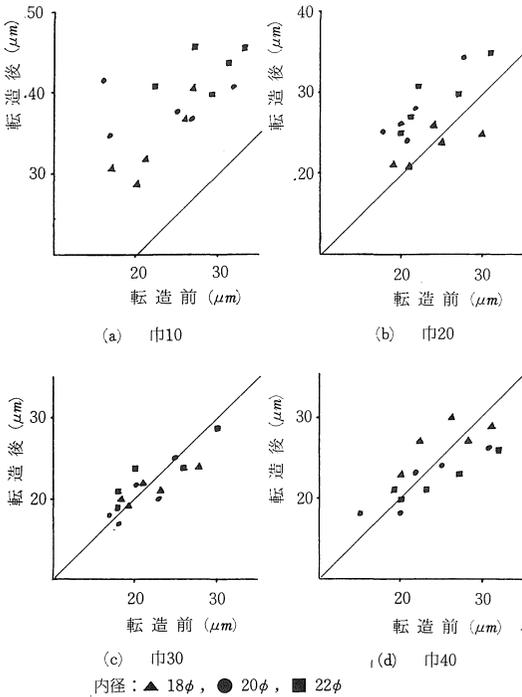


図4 歯ミゾのフレ（ボス巾別）

- (1) 歯ミゾのフレは、それぞれの内径寸法には関係がなく、ボス巾10ではすべての内径のものかわるい。内径22はとくにわるく、巾10はいずれも無理な形あることがわかる。巾20では相当改善され、巾20ので内径18では安定してくる様子うかがえる。
- (2) ボス巾30になると全体に安定してくる。この巾になると内径の大小はあまり関係なく、転造前の歯ミゾのフレが改善されないで残る傾向がみえる。巾40では、巾30に比べて改善の傾向はみられない。これは内径に対してボス巾がやや長いいため、素材の精度が出にくくなり、転造前もあまり良くないが、転造後も改善されていない。
- (3) 歯ミゾのフレに関しても、内径よりボス巾寸法に影響され、したがって巾の適切な選定が必要になる。この要目の歯車では、ボス巾30程度がよい。

3.1.3 平均値の変化

単一ピッチ誤差および歯ミゾのフレを試料各5個の平均値で整理し、図5・6に示した。

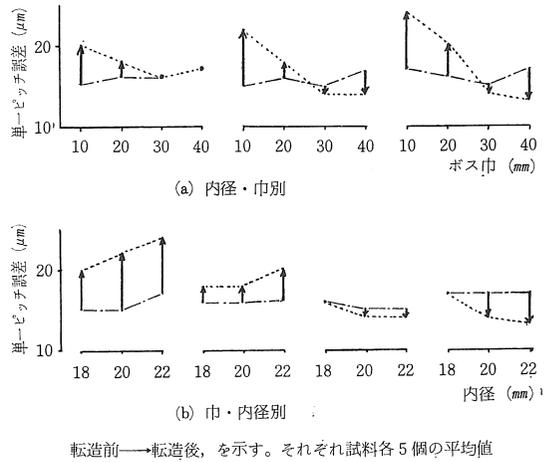


図5 単一ピッチ誤差の変化（平均値）

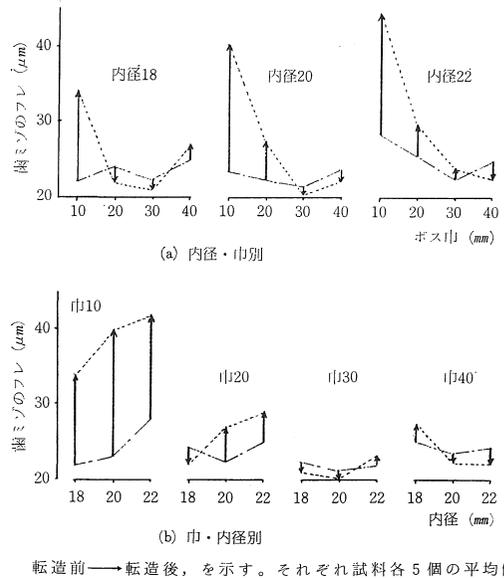


図6 歯ミゾのフレの変化（平均値）

- (1) 各値の平均値で比べてみると、それぞれの傾向がよく表れている。巾30, 40では巾10, 20に比べて非常に良くなる。単一ピッチ誤差は巾30, 40では転造により改善される傾向にあり、歯ミゾのフレもこの間で安定してくる。
- (2) 内径18~22範囲では、その値に関係なく、ボス巾は30または40とすべきである。総合的には内径20, ボス巾30近辺が良いと思われる。

3.1.4 内径寸法の変化

転造による素材内径寸法の拡大量を図7に示した。

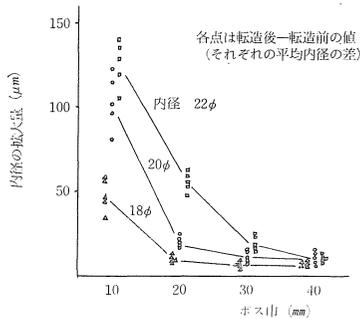


図7 内径寸法の変化

- (1) 仕上げ転造では、その転造力は少いが、素材の内径寸法は相当拡大し、これを無視することはできない。ボス巾10の各内径、および巾20の内径22のはとくに大きくなり、転造歯車としては使用不可であるものがある。
- (2) 一般に内径寸法は小さいほど拡大量は小さくなる。しかし、全体の形に対して相対的に内径を小さくすることは、その精度が出しにくくなる。また転造軸も細くなり、転造中の変形も生じやすく、結果としては好ましくない。
- (3) 歯ミゾのフレの内径・ボス巾別の転造による平均値の変化(図6)と、この図7とはその傾向が非常に類似している。拡大量の小さいものは転造後の歯ミゾのフレも良く、大きいものは悪い。すなわち、歯ミゾのフレの悪化には、内径寸法の拡大が原因していると思われる。したがってこの拡大量の少ない範囲の形を選定することが重要になる。

3.2 ボス外径・歯の位置の変化

素材の内径を20、ボス巾を30と一定にし、他の転造条件は3.1項と同一にした。

3.2.1 ボス外径

ボスの外径寸法を変化させた場合の結果を図8に示した。外径33では標準形の35に比べて殆ど差がない。31, 29になるにしたがって単一ピッチ誤差はやや多くなる傾向にある。歯ミゾのフレは31, 29になるにしたがって明らかにわるくなる。したがって、この形ではボス外径は33~35程度とすべきで、差支えない限り35とすべきである。

3.2.2 歯の位置

歯がボスの中央部でない場合の結果を図9に示した。

- (1) 単一ピッチ誤差は歯が中央にある場合に比べて、

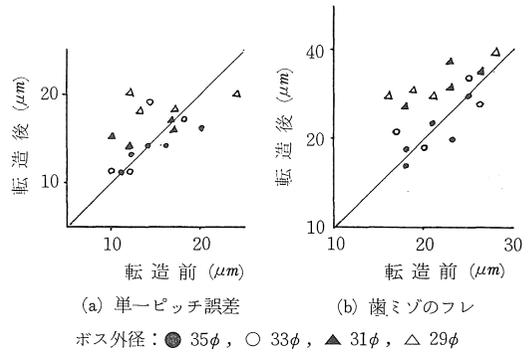


図8 ボス外径の変化と精度

平均して約 5μ 程度増加する。歯ミゾのフレは、歯が中央より $5mm$ 寄っている場合は平均で約 10μ 、端部にある場合では 15μ 程度わるくなっている。

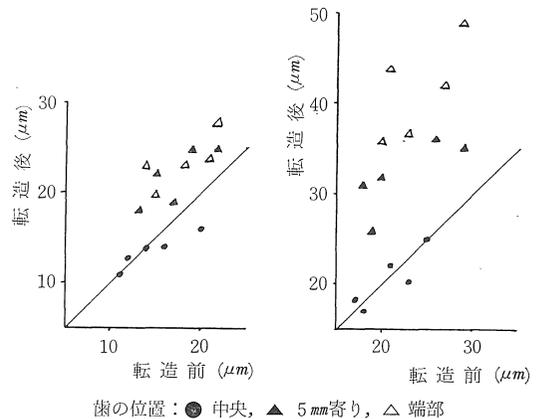


図9 歯の位置の変化と精度

- (2) したがって、当然ながら転造する場合の歯部はボスの中央に付けるべきであり、中央部がないときは、中央に付けて転造後片方のボスを切り取るようにするとよいであろう。

4 結論

- (1) 与えられた各要目に対しての転造前の素材のボス巾、内径はそれぞれ $30mm$ 、 $20mm$ が適当である。
- (2) 素材の形による製品精度の低下は、その内径寸法よりボス巾寸法に左右される。
- (3) 製品精度の低下は転造後の内径寸法の拡大により左右される。その拡大は主にボス巾寸法に左右される。またその値は転造後の歯ミゾのフレの値と非常に関連する。
- (4) ボス外径は33~35程度は必要である差支えない。限り与えられた要目での最大値35とすべきである。
- (5) ボス巾に対し、歯部はその中央に付けるべきであ

る。

参考文献

- (1) 久野精市郎, ラック型歯車転造装置に作用する力について, 精機学会秋期大会前刷 (1972) 104
- (2) 久野精市郎, 転造歯車の歯形寸法について 愛工大研究報告8 (1973) 161
- (3) 久野精市郎, ラック型工具による歯車の仕上転造法 (駆動方式と位相誤差), 精機学会秋期大会前刷 (1973) 197

(昭和51年1月10日受付)