

S2000におけるスポーティチェンジフィーリング

Sporty Shifting Feel of the HONDA S2000

村井章文*
Akihumi MURAI

岡崎功二*
Kouji OKAZAKI

奥野勝則*
Katsunori OKUNO

要 旨

FR車用6速マニュアルトランスミッションのスポーティなチェンジフィーリングを以下の手段で得た。

- ・ 独立出力側減速機構とトリプルコーンシンクロナイズ機構の採用により36mmという短いシフトストロークで「軽快感」のあるチェンジフィーリングを実現した
- ・ ダイレクトチェンジ構造により高い剛性感を有するとともに、フローティング式シフトレバー構造の採用によりシフトノブ振動低減とシフトレバー高剛性を両立し「一体感」のあるチェンジフィーリングを実現した
- ・ 適切なチェンジゲート形状とセレクト荷重特性により快適なチェンジ操作性を実現した

ABSTRACT

A 6-speed manual transmission used on the front engine rear drive vehicle has sporty shifting feel, that has been gotten by the followings.

- ・ The short shifting stroke of 36 mm is provided by employing independent output reduction gear train and synchronizer with triple cone surface, that presents sense of light touch for shifting.
- ・ The direct change construction offers sense of stiffness for shifting, and the shifting lever with floating mechanism offers well control of the possible shifting knob vibration. They both consistently work and give sense of unity for shifting.
- ・ The proper shape of change gate and the selecting-load characteristic secure comfortable shifting operation

1. まえがき

スポーツカーを運転する楽しさは、ドライバの思い通りに加速でき、曲がれ、減速・停止できる、という車両の運動性能が中心となるが、運転操作の観点からは、「軽い」、「手応えのある」や「滑らかさ」などの操作反力に関連する要素が大きい。また操作する部位の形状、寸法、位置や、それらを介して伝達される振動、熱なども重要な要因となる。

トランスミッションにおいては、チェンジ操作が容易かつ確実にできるという基本的な要件に加え、「軽快さ」と「高い剛性」がスポーツカーらしい操作感として評価される。また、高出力のエンジンを搭載することが多いため、パワープラントあるいは駆動系の振動がシフトノブからドライバの手に伝わるのも大きな課題となる。

本稿では、FR(Front engine, Rear drive)スポーツカーS2000の6速マニュアルトランスミッションの開発において、スポーツカーらしいチェンジフィーリングを実現するとともに、高回転型パワープラントに起因するシフトノブの振動を低減させた手法について報告する。

2. 開発のねらい

本トランスミッションの開発では、「軽快感」、「人とクルマの一体感」といった車両の開発コンセプトと合致させるため下記項目に重点を置いた。

- ・ 高回転まで軽快なチェンジフィーリングを確保する
- ・ シフトレバー振動の低減と高剛性のチェンジ操作系とを両立する

3. チェンジフィーリング評価要素

3. 1. 評価要素の選定

チェンジフィーリングの評価要素を選定するため、まず「シフトが重い」、「ゴツゴツする」などの一般的なチェンジフィーリングに対するさまざまな評価項目を抽出する方法¹⁾を用い、それらの評価要素と特性値を明確にした。例えば「シフトの重さ」に対する評価項目は、シフトレバーの操作力(同期力)が評価要素であり、その量が特性値である。

チェンジフィーリングはいくつかの評価要素で形成されており、ドライバはそれらの評価要素を総合してチェンジフィーリングの良否を判断している。そこで、チェンジ

フィーリングを明確に特徴づける評価要素を抽出し、クイック感、ダイレクト感およびスムーズ感という三つの指標とFig.1のように関連づけた。

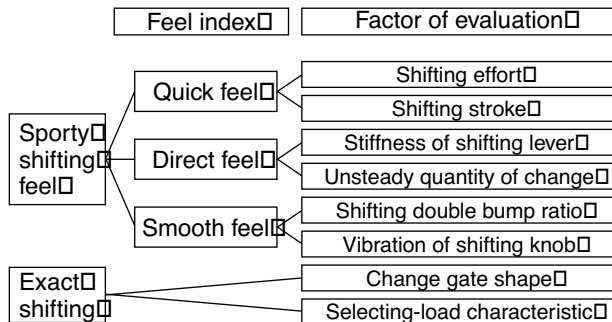


Fig.1 Evaluation of sporty shifting feel

また、個々の評価要素の特性値だけに着目するのではなく、両立しにくい評価要素にも留意しながら相互のバランスを考慮する必要がある。例えば、シフトストロークとシフト操作力、シフトレバー剛性とシフト二段入り感など両立の困難な要素については車両の開発コンセプトを考慮して妥協点を決定する必要がある。

本開発では、車両の開発コンセプトに合致したチェンジフィーリングを実現するため、主にこの三つの指標を判断基準とした。

3. 2. 目標の設定

各評価要素の目標特性値を設定するために、車両のチェンジ操作性能を検証し、上記の評価要素について官能的なポイントで評価した。例えば、シフト操作力では、許容できる「重さ」を下限レベル(6ポイント)と定め、認識できる「重さ」の差分をレベル差(±1ポイント)とした。これにより、シフト操作力と官能評価ポイントの相関が明確になり、各評価要素の特性値と官能評価ポイントの相関をとることで評価要素ごとの目標設定の精度が向上した。また、他の車両とのチェンジフィーリングの相対比較も容易になった。

以下に、三つの指標を構成する各評価要素の目標特性値を設定しチェンジフィーリングの方向性を決定した手法について述べる。

3. 2. 1. クイック感

軽快なチェンジ操作が可能であり、高回転領域を多用するような走行時でも素早いシフト操作が可能であること、すなわち、クイック感はスポーツカーにとって最も重要なフィーリングである。

チェンジフィーリングの「クイック感」を表現するため

- ・ シフト操作力(動的なシフト操作力)
 - ・ シフトストローク
- を評価要素とした。

本来、シフト操作力はすべてのシフト段位でのシフトアップ・ダウン荷重で表現することが望ましいが、1速→2速シフトでの変速時間の短縮が車の加速性能において重要であることから、1速→2速シフトアップ時のシフト操作力で判定した。

クイック感を構成するシフトストロークとシフト操作力を軸として、Fig.2に示すように前述の官能評価ポイントで8ポイントレベルの特性値を目標とした。

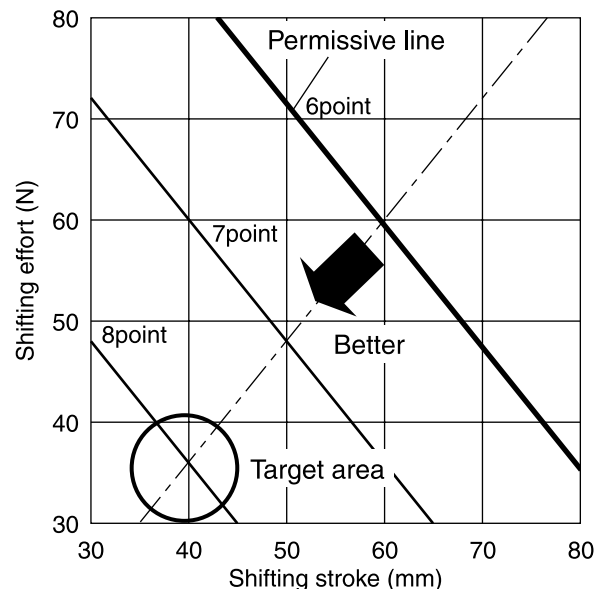


Fig.2 Target area for quick feel

3. 2. 2. ダイレクト感とスムーズ感の両立

「人とクルマの一体感」あるチェンジ操作が可能であり、ハードなシフト操作時において機敏なレスポンス感があること、すなわち、ダイレクト感はスポーツカーにとって重要なフィーリングである。

チェンジフィーリングの「ダイレクト感」を表現するため

- ・ シフトレバー剛性値
 - ・ シフトレバーガタ量(無効ストローク量)
- を評価要素とした。

ここでは、シフトレバー剛性値をシフト負荷力に対するシフトレバーの変位量で判定した。またシフトレバーガタ量をニュートラル状態のシフト方向のガタ量(無効ストローク量)で判定した。

またチェンジフィーリングの「スムーズ感」を表現するため

- ・ シフト二段入り比
 - ・ シフトノブ振動
- を評価要素とした。

「二段入り」とは、シフト同期終了後にカップリングスリーブとクラッチギヤが衝突する時に発生する荷重がシフトレバーに伝わる現象である。同期側および被同期側のシャフト回転数とシフト操作力をシフト操作の時系列変化

としてFig.3に示す。二段入り荷重の発生はスムーズなチェンジ操作を悪化させる要因となる。ここでは、二段入り感をシフト同期荷重に対する二段入り荷重の比(シフト二段入り比)で判定した。またシフトノブ振動を実走時のシフトノブ振動(上下・前後・左右方向)で判定した。

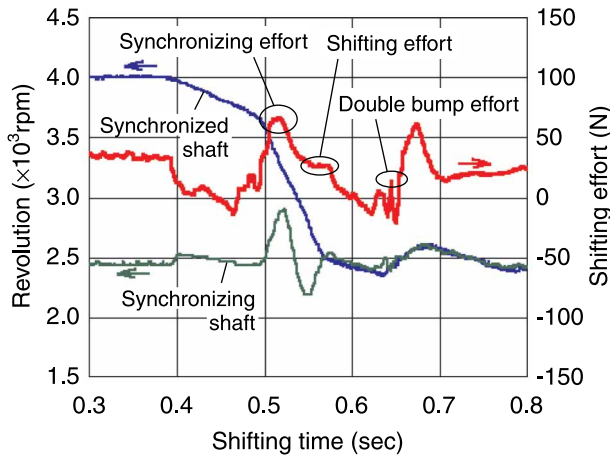


Fig.3 Time chart of shifting

スムーズ感とダイレクト感とは両立しにくいので、総合的なバランスを考慮して各目標特性値を設定した。まず、スムーズ感は総合的なチェンジフィーリングにおいて不可欠であるが、スポーツカーとしてダイレクト感を優先させるため目標特性値を前述の官能評価ポイントで許容下限の6ポイントレベルとした。

ダイレクト感を構成するシフトレバー剛性値とシフトレバーガタ量を軸として、Fig.4に示すように前述の官能評価ポイントで7ポイントレベルの特性値を目標とした。

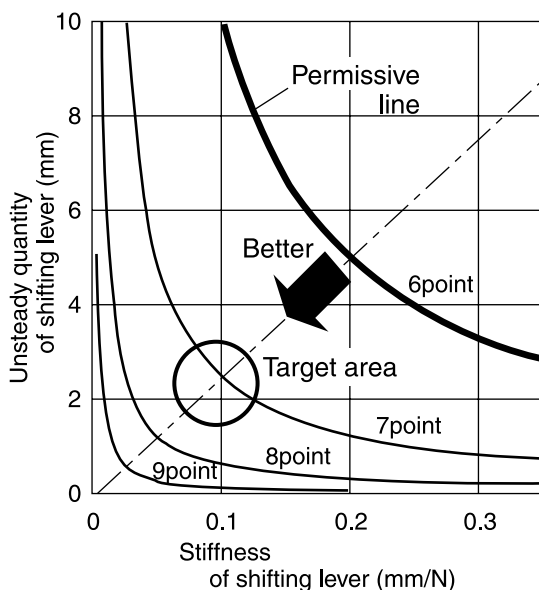


Fig.4 Target area for direct feel

4. 目標値達成の技術

4. 1. 独立出力側減速機構とシンクロナイズ構造

北島らの報告²⁾にあるように、シフト操作力の低減とショートストローク化の実現のため、トランスミッションのギヤトレイン配列には、減速機構が出力側にあり変速機構に対して独立する独立出力側減速機構を採用した。また同様の目的で、Fig.5に示すように1速から4速にマルチコーンシンクロナイズ(摩擦面が複数あるシンクロナイズ)を適用し、特に2速にはトリプルコーンシンクロナイズ構造を採用した。

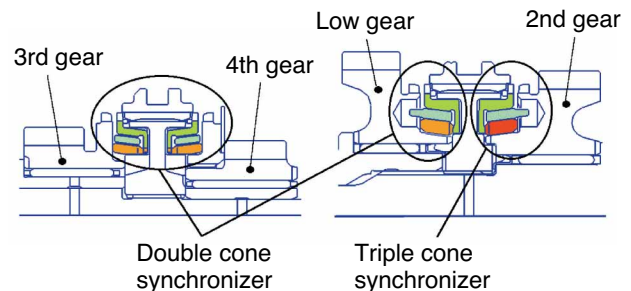


Fig.5 Multi cone synchronizer

4. 2. チェンジ操作系の構造

4. 2. 1. ダイレクトチェンジ構造

「軽快な」、「一体感のある」チェンジフィーリングを実現するため、Fig.6に示すようにシフトレバーユニットを直接トランスミッションに設置するダイレクトチェンジ構造を採用した。これにより、フリクションが低減し、チェンジ操作時の荷重伝達効率が向上した。また、チェンジ操作系全体の累積ガタ量が小さくなり、シフトノブ上の応答遅れが低減した。

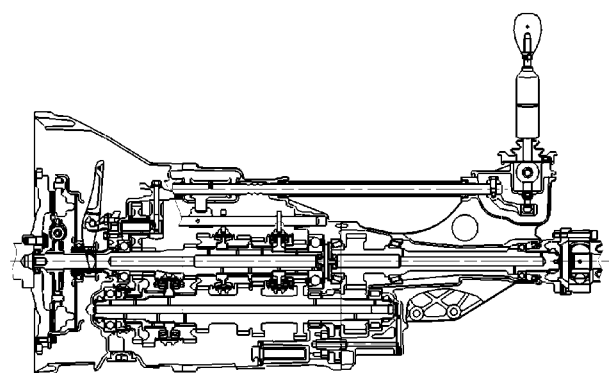


Fig.6 Sectional view of transmission

4. 2. 2. フローティング式シフトレバー構造

高い剛性感を確保するためにはシフトレバーがソリッドタイプであることが好ましいが、その場合トランスミッションの振動がシフトノブ振動として直接ドライバの手に

伝わってしまう。そこで、シフトレバーをFig.7に示すようなフローティングラバー構造とし、シフトレバーの剛性をFig.8に示すような二段特性とした。これにより、シフトノブに軽く手をのせている状態では内蔵ストッパに当てずにバネ定数の低い領域を使ってシフトノブ振動を吸収させ、通常シフト操作およびハードシフト操作では内蔵ストッパに当てることによりバネ定数の高い領域を使って目標とする剛性感を確保することができた。

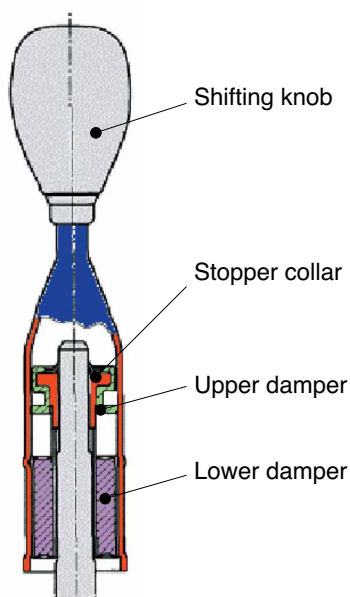


Fig.4 Shifting lever with floating mechanism

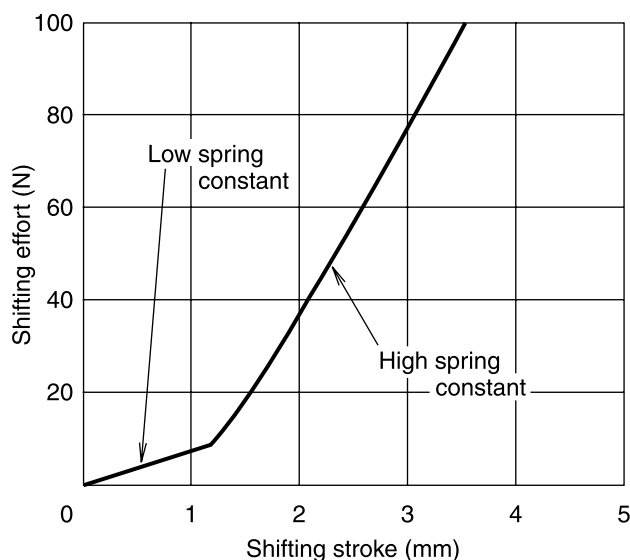


Fig.8 Stiffness characteristic of shifting lever

4. 3. 片チャンファ形状クラッチギヤ構造

シフトアップ操作の滑らかさとスムーズ感を阻害するものに「二段入り」がある。この「二段入り」は、同期崩れによりカップリングスリーブとクラッチギヤが衝突して発生する。また同期崩れは、シンクロナイザ作用トルクがカップ

リングスリーブの進行によって消滅した時に、出力軸側のねじれが戻ることにより回転差が発生して起きる。

Fig.9に示すように、シフトアップ時にカップリングスリーブチャンファがクラッチギヤチャンファをかき分ける方向は決まっていることに着目し、かき分けられるクラッチギヤチャンファ面を小さくした形状(片チャンファ形状クラッチギヤ構造)とすることで「二段入り」の発生頻度を低減できた。

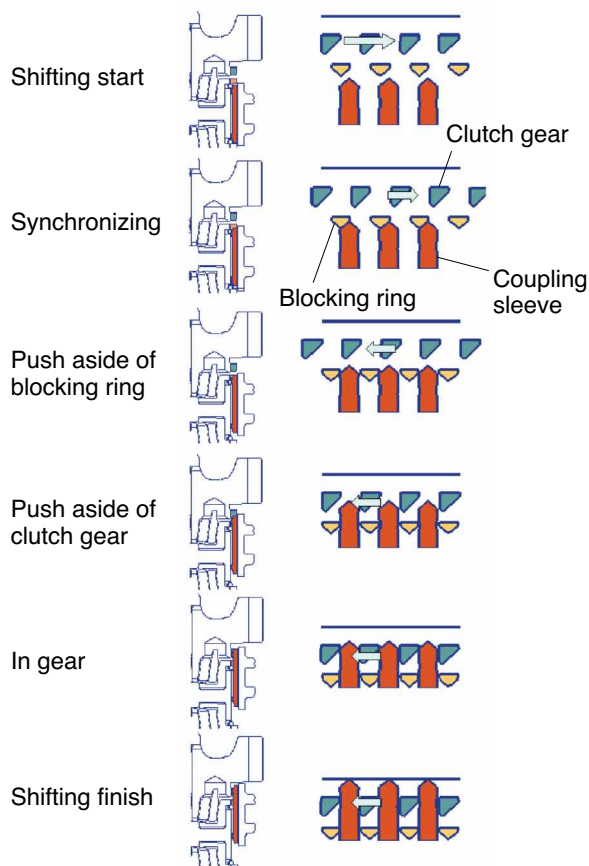


Fig.9 One side chamfer of clutch gear

4. 4. その他の技術要素

セレクトストロークを短くしていくと、

- ・ 2速→3速(5速→4速)の斜めシフト操作時における2速→5速(5速→2速)への誤操作
- ・ 5速→6速のストレートシフト操作時における5速→4速への誤操作

などの頻度が高くなりやすい。

これらの問題を解決するため、Fig.10に示すようにチェンジゲート形状を改善し、セレクト荷重特性を向上させた。

(1)チェンジゲート形状の改善

Fig.10の左に示すようなチェンジゲート形状では、車両に横加速度が入力されるような走行時に、斜めシフト操作で誤操作の頻度が高くなりがちである。そこでFig.10の右に示すようにニュートラル付近を間口の小さい形状にすることで、斜めシフトの操作性を大幅に向上できた。

(2) セレクト荷重特性の向上

Fig.10の左に示すように、セレクト時の変位-荷重特性が単体のバネ特性のみで設定されている場合、フルセレクト時にセレクトリターン荷重が最も大きくなる。その結果、5-6速(1-2速)のセレクト位置ではニュートラルへの戻り荷重が大きくなり、ストレートシフトでの誤操作の頻度が高くなりがちである。そこで、セレクトニュートラル位置にディテント力を追加し、Fig.10の右に示すようにセレクト荷重特性を向上させた結果、5-6速セレクト位置での戻り荷重が軽減され、5速→6速シフト操作の確実性を大幅に向上できた。

以上のように、チェンジゲート形状の改善とセレクト荷重特性の向上により、短いチェンジストロークでありながら誤操作なくドライバの思い通りに確実なシフト操作ができるチェンジフィーリングを実現した。

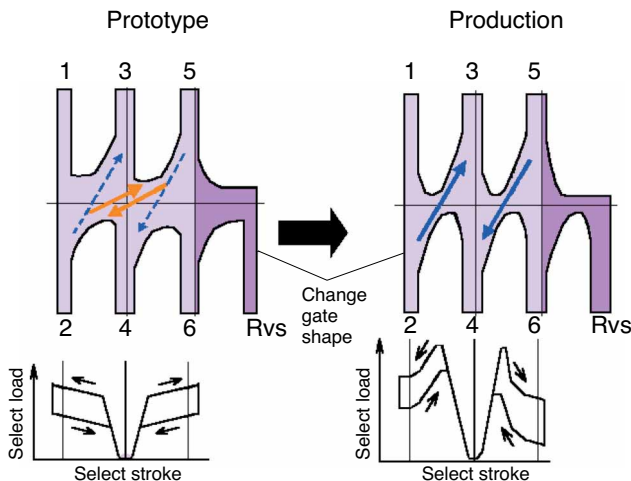


Fig.10 Change gate shape and select-load characteristic

5. チェンジフィーリングの評価

前述のような技術要素の組み合わせにより実現したクイック感、ダイレクト感およびスムーズ感について、冒頭で提示した評価指標上での位置づけを一般のスポーツカーと比較し、指標の妥当性および開発目標達成度を確認する。

Fig.11, 12に示すように、短いシフトストロークでありながら小さいシフト操作力を実現し、高いシフトレバー剛性と少ないシフトレバーガタ量を実現した。その結果、クイック感とダイレクト感はトップレベルの水準を達成した。

また、Fig.13に示すように、スムーズ感を損なうことなく高いシフトレバー剛性を確保した。

また欧米と日本での試乗会において、本トランスミッションは「軽快感」、「人とクルマの一体感」というS2000の開発コンセプトと合致したスポーティチェンジフィーリングであるという高い評価を得ることができた。

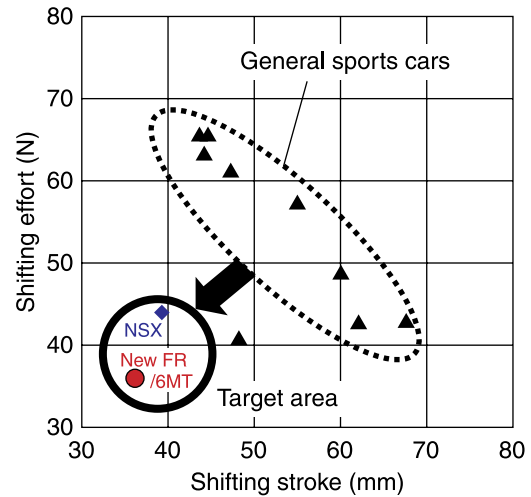


Fig.11 Evaluation of New FR/6MT on quick feel

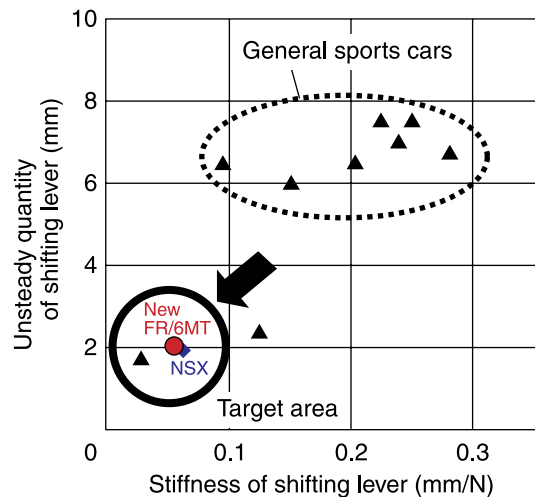


Fig.12 Evaluation of New FR/6MT on direct feel

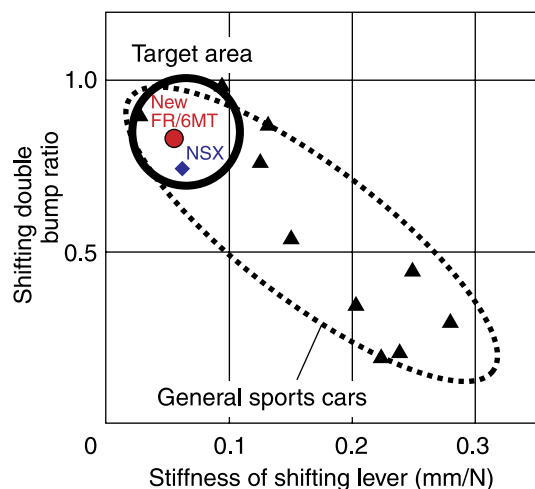


Fig.13 Evaluation of New FR/6MT on smooth feel

6. まとめ

本トランスミッションのチェンジフィーリングを以下の技術によって実現し、内外の試乗会において高く評価された。

- (1) 独立出力側減速機構及びマルチコーンシンクロナイザ構造の採用により、「シフトレバーのショートストローク化」と「シフト操作力の低減」とを両立した。
- (2) ダイレクトチェンジ構造とフローティング式シフトレバー構造及び片チャンファ形状クラッチギヤ構造の採用により、「ハードなシフト操作に対応できる高剛性操作系」と「シフトレバー振動とシフト二段入り感の低減」とを両立した。
- (3) 適切なチェンジゲート形状とセレクト荷重特性により、チェンジ操作性が向上した。

最後に本トランスミッションの開発にあたり多大なご協力をいただきました関連メーカー、ならびに社内関連部署の方々に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山口敏之ほか3名：新型マニュアルトランスミッションの開発，自動車技術会，学術講演会前刷集，No.75-98，p.9-12，(1998)
- 2) 北島恭司ほか4名：新型6速マニュアルトランスミッションの開発，自動車技術会，学術講演会前刷集，No.9-99，p.9-12，(1999)

■ 著 者 ■



村井章文



岡崎功二



奥野勝則