

TDR250の開発



モーターサイクル本部

第1技術部技術11課 富本史郎

1. はじめに

国内の二輪車市場は全体的に見ると、残念ながらここ数年下降傾向にある。この国内市場で唯一伸長を続けているのが軽二輪スポーツのクラスであり、伸長を支えているのが「レーサーレプリカ」と呼ばれるモデルで、図1に示すように、総登録台数の40%以上に達し、今やスタンダードモデルと呼ばれる状況にある。

TZR250に代表されるこのレーサーレプリカや、DT200Rに代表されるオフロードモデルは、ロードレーサーやモトクロスにより近づく宿命を背負っており、単機能化、言い替えると先鋭化の方向にある。このクラスのモーターサイクルは趣味的な強い商品であるため、単機能化することによる研ぎ澄まされた美しさが求められることは当然であるが、追求された機能以外のところでは、ガ

マンが強いられることも事実である。

このような背景の中で、モーターサイクルの楽しみの原点である「走り」に重点を置き、走れる場所を広げること、ファンライディングゾーンを拡大することにより、ライダーに新たな楽しみを提供しようとするのが今回紹介するTDR250（写真1）である。

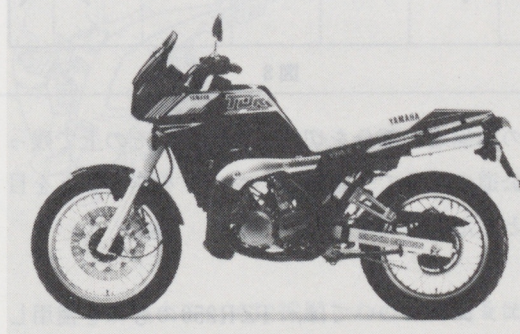


写真1 TDR250

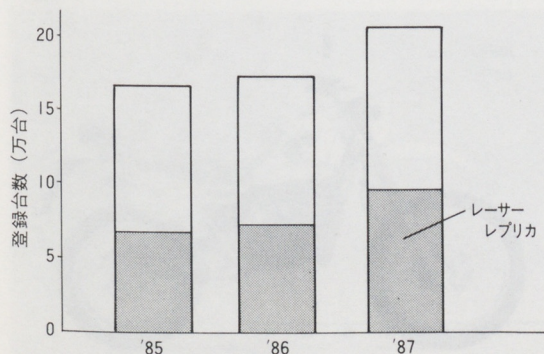
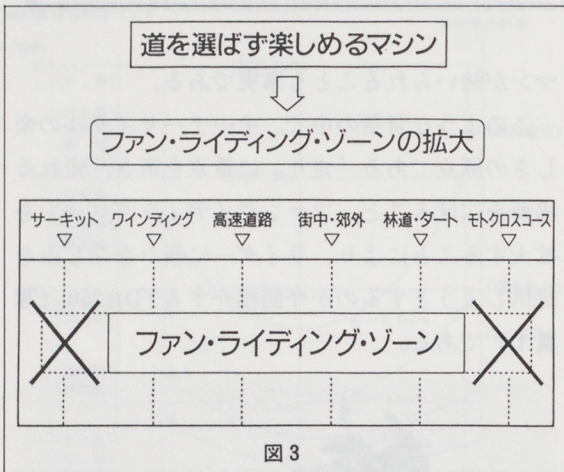
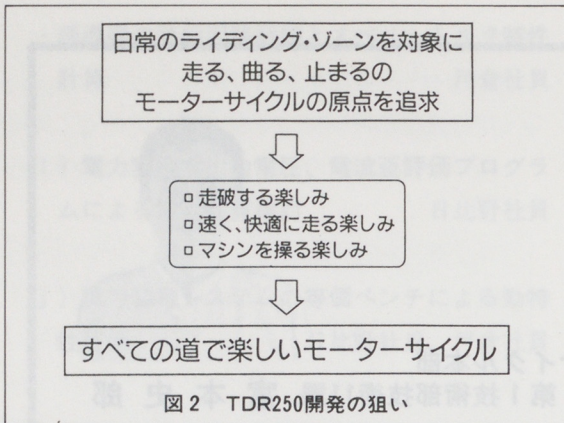


図1 国内軽二輪スポーツ市場

2. 開発概要

開発の狙いは図2に示すように、すべての道で楽しいモーターサイクルであるが、ここで言うすべての道とは、ライダーが日常的に出会う道、すなわち公道を意味する。

オフロードモデルも含め、レーサーレプリカは走りのターゲットをサーキットやモトクロスコースなどに置くのに対し、TDR250は図3のように、



この両極端の部分を切捨てている。その上で残った公道の部分で一番楽しいマシンを作ることを目標とした。

エンジンについては、TZR250のものを使用した。エンジン性能は、モーターサイクルの性格の大きな要素となるが、オンロードで楽しく走るた

めに45馬力の性能と、2 ∞ 、2気筒エンジンが持つ吹き上がり感が不可欠だと考え、TZR250のエンジンを選択した。TZRのエンジンが単に最大出力のみを追い求めただけでなく、中低速性能も併せ持つ優れたエンジンであることも選択の理由である。

モーターサイクルが走る路面は大きく分けて2種類ある。オンロードとオフロードである。

(本来の意味から外れるが、本稿では舗装路をオン、林道やジャリ道といった未舗装路をオフと呼ばせていただく)

オンロードを走ることを目的としたマシン、TZR250(写真2)、オフロードを走るためのマシン、DT200R(写真3)を比較してみると、細部のパーツの形状のみならず、全体のプロポーションまでが大きく異なることが理解できる。

これは、オンとオフでは要求される機能が異なることを意味するが、TDR250の開発で一番苦労したのは、1つの部品でいかにして両方の機能を満足させるか、という点であった。

設計的にも苦労したところであるが、試作車のテストの際にも、オンとオフで評価基準が異なるため、両方のテストが必要となる場面もあった。

比較モデルについても、新しいジャンルということで、対抗モデルが存在しないため、オンとオフの代表たるTZR250とDT200Rを比較モデルとした。

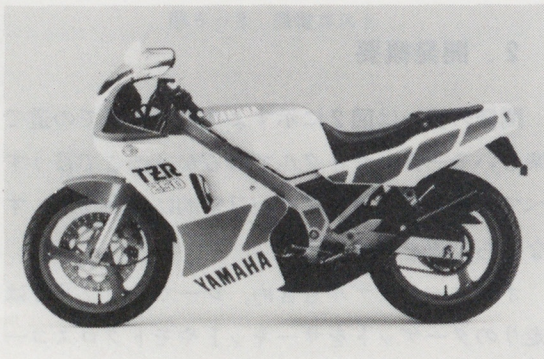


写真2 TZR250



写真3 DT200R

3. エンジン関係主要諸元

前章で述べたとおりエンジン本体はTZR250と基本的に共通である。TZR250のエンジンに関しては、ヤマハ技術会技報No.3に詳しいので参照願いたい。

TDR250ではTZRのエンジンをベースに下記を変更した。

- (1)1速ギアレシオ
- (2)2次減速比
- (3)クロスアップマフラー
- (4)エアクリーナ
- (5)デジタル進角CDI点火

(YPVSコントロールユニット一体化)

(1)(2)については、中低速域の走行性能向上、(3)については、オフロードでの走破性向上、(5)については、小型軽量化を目的としている。

エンジン性能としては、TZRと殆ど同じであるが、2次減速比を大きくすることにより、図4に示すように、後輪駆動力を高め、中低速域の走行性能を向上させている。発売後の市場評価でも加速力抜群と好評を博しており、TDR250の大きなチャームポイントとなっている。

主要諸元の詳細については、文末の表2を参照願いたい。

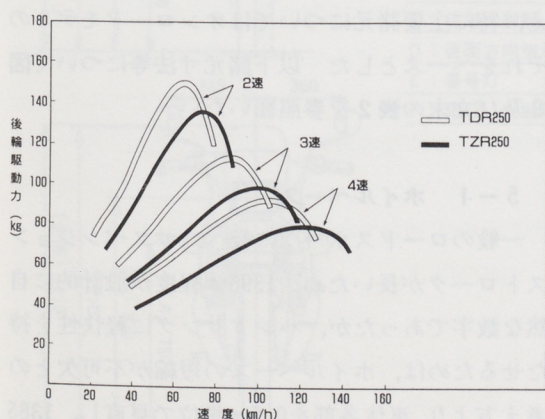


図4 走行性能曲線

4. エンジン関係各部

4-1 クロスアップマフラー

2気エンジン設計で、いつも苦勞するのが、マフラーの通しである。エンジン性能の向上に伴い、胴径が太くなる傾向にある反面、ライディングポジションやバンク角からの要求でマフラーを通せる場所が制限されるケースが多くなっている。

TDR250は、最低地上高を確保するため、アップマフラーを採用したが、エンジン性能をTZRと同等にするためマフラーの基本寸法がTZRと同じであり、2本のマフラーを単純に左右に通したのでは車体巾が巨大になり、カバの背中に乗るようなものとなる。

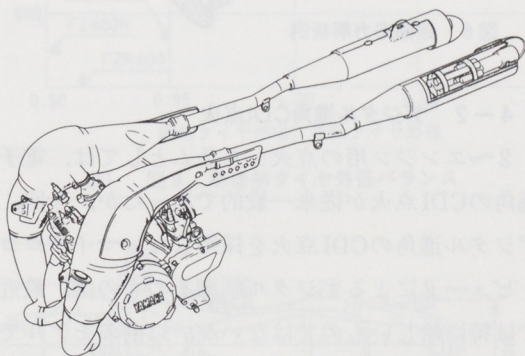


図5 クロスアップマフラー

これを解決するために採用したのが、図5に示すクロスアップマフラーであり、シリンダ前方でマフラーをクロスさせることにより長さを稼ぎ、膨張室部がライディングの妨げにならない形状とした。

今回、マフラー通しに関しては、上記の機能上の要件以外に、外観上の重要な要素となっているため、デザイナーからの要求も多く、設計をやり直すこと実に10仕様目で最終仕様が決定した。

設計に当り、3次元CADのSTAGEを活用したのは当然であるが、従来、オーソゴナルエンジンマウントの影響で開発に時間を要した耐久性に関し、最近リリースされた振動応力解析を利用した。

これは、エンジン加振力を入力とし、マフラーの振動モードよりマフラー各部の応力をシミュレートする手法で、最適のマウント位置及びバネ定数、各部の応力予測が可能である。おかげでマフラーの耐久性に関しては、全く問題なく開発を終了することができた。図6に解析結果の例を示す。

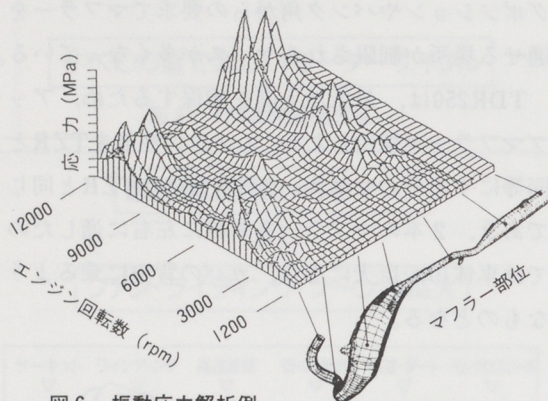


図6 振動応力解析例

4-2 デジタル進角CDI点火

2号エンジン用の点火システムとしては、電子進角のCDI点火が従来一般的であったが、今回、デジタル進角のCDI点火を採用した。マイクロコンピュータによるデジタル制御そのものは、最近では特に珍しいものではないが、以前のモデルでは別に設けていたYPVSのコントロールユニット、及び海外向のモデルに使用しているサイドスタンドスイッチのコントロールユニットをも一体化したことが特徴である。

CDIユニット自体は多少大型化したが、他のユ

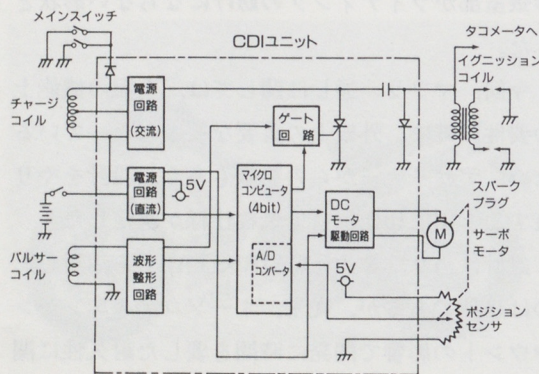


図7 デジタル進角CDI ブロックダイアグラム

ニットが無くなることによりスペースレイアウト上メリットが大きい。

作動については図7のブロックダイアグラムで御理解願えると思うが、追記すべきこととして

○直流電源回路によりバッテリーなしでもエンジン始動が可能である。

○点火パターンを4特性内蔵しており、簡単に変更で他のモデルへの流用が可能である。

が掲げられる。

今回の開発では諸々の事情により、マイクロコンピュータの能力を100%使い切ったとは残念ながら言えない。スロットル開度制御や、ブースト制御など今後のモデルでぜひトライしたいところである。

5. 車体関係主要諸元

開発概要に記したように、すべての道で楽しいマシン作りを目指したわけであるが、現実的な設計の手法として、オンロードモデルをベースにして、オフロード走行に必要な機能を付加していく方法を選択した。選択の理由はエンジンにある。

TDR250のエンジンの最高出力は45馬力であり、最高速度は必然的に180km/h程度に達することになる。そのため高速の操縦安定性について、ロードスポーツ車並の性能を確保する必要があると考え、特に主要諸元についてはオンロードモデルのそれをベースとした以下諸元寸法等について図8及び文末の表2を参照願いたい。

5-1 ホイルベース

一般のロードスポーツに比べ、サスペンションストロークが長い為、1395mm程度が設計的に自然な数字であったが、ハンドリングに軽快性を持たせるためには、ホイールベースの短縮が不可欠との考え方より、車体各部を0.5mm単位で見直し、1385mmにおさえることができた。

5-2 ホイルサイズ

他社のモデルも含め、ロードスポーツ車の主流は前後共17インチ、オフロード車の主流は前輪21インチ後輪18インチである。前者はオンロードでの操縦安定性、後者はオフロードでの走破性、操縦安定性を主眼にサイズが決定されている。

TDR250はオンとオフの両立が可能と考えられる前輪18インチ、後輪17インチとした。前輪19インチの考えもあったが、ホイールベースが延びること、ユーザーが好みでタイヤを交換する時の種類の豊富さの点で18インチとした。

ただし、タイヤサイズの決定に際しては、前後輪の外径バランスに配慮し、同じ18インチの中でも、外径の大きなタイヤを選択した。図9にいくつかのモデルの前後輪の外径比を示すが、TDR250の位置づけが理解願えると思う。

5-3 キャスター角, キャスター

キャスター角は当初TZR250並の26°でテストしたが、フロントのホイールサイズ18インチとの関係で、オフロード走行時にハンドルが切れ込む傾向が出たため、27°とした。

キャスターについても、ロードスポーツで一般的な95~100mmより少し多い114mmとし、オフでの安定性を持たせた。

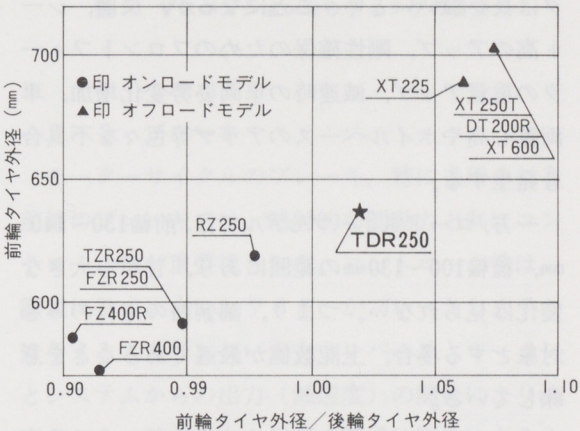


図1 図9 前後輪タイヤ外径バランス

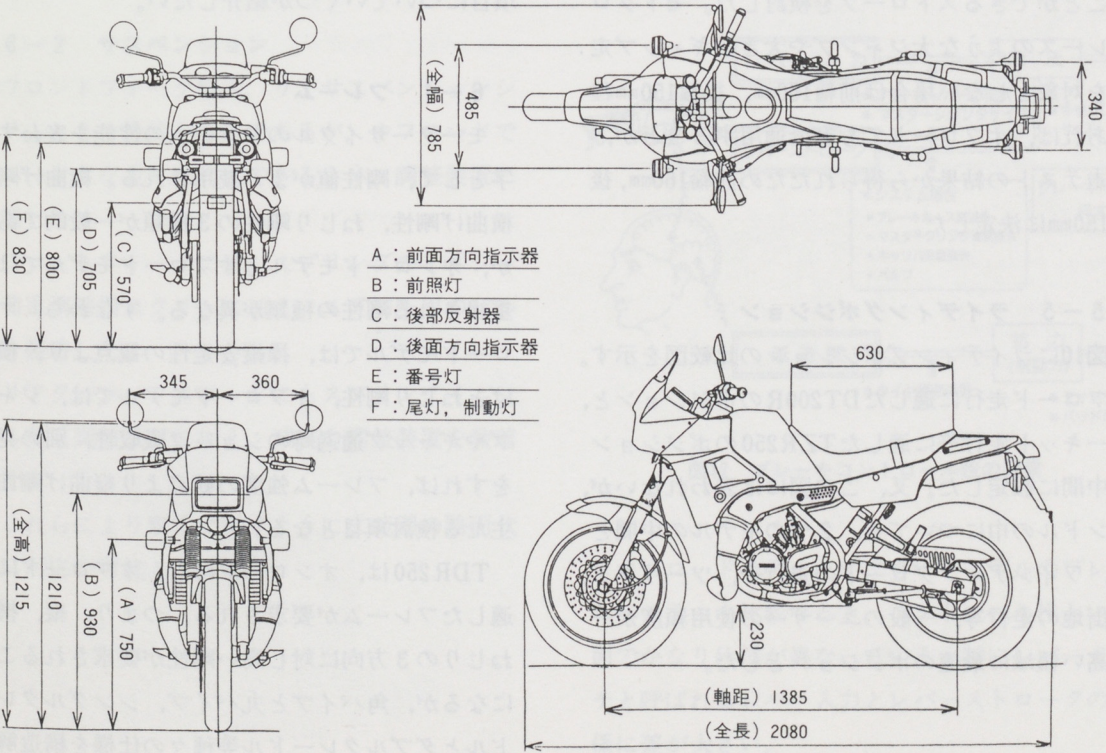


図8 車体寸法諸元

5-4 サスペンションストローク

主要諸元の検討の中で、ホイールサイズと同じく特に悩まされたのが、サスペンションストロークである。

DT200Rに代表されるオフロードモデルではサスペンションストロークが長大化する傾向にある。オフロードの走破性のみに着目すれば、ストロークは長い程いいということになるが、反面、シート高のアップ、剛性確保のためのフロントフォークの重量アップ、減速時の車両姿勢変化増加、車両重心高やホイールベースのアップ等色々な不具合も発生する。

一方、ロードスポーツモデルでは、前輪130～140mm、後輪100～130mmの範囲にあり、昔から大きな変化は見られない。つまり、舗装路の走行のみを対象とする場合、上記数値が最適であることを意味している。

このような状況の中で、オンロードでの性能を確保しながら、オフロードで高い走破性を持たせることができるストロークを検討した。モトクロスレースのような大ジャンプや大きなギャップ走行を対象としない場合は前輪160mm、後輪150mm程度あれば、オフロードでも充分通用することが、実走テストの結果から得られたため前輪160mm、後輪150mmに決定した。

5-5 ライディングポジション

図10にライディングポジションの比較図を示す。オフロード走行に適したDT200Rのポジションと、サーキット走行等に適したTZR250のポジションの中間に設定した。又、この図には表われないが、ハンドルの巾についても、2つのモデルの中間とし、ワインディングロードの走行や、ツーリング、市街地の走行等、一般のユーザーの使用頻度が一番高い領域に最適のポジションとした。

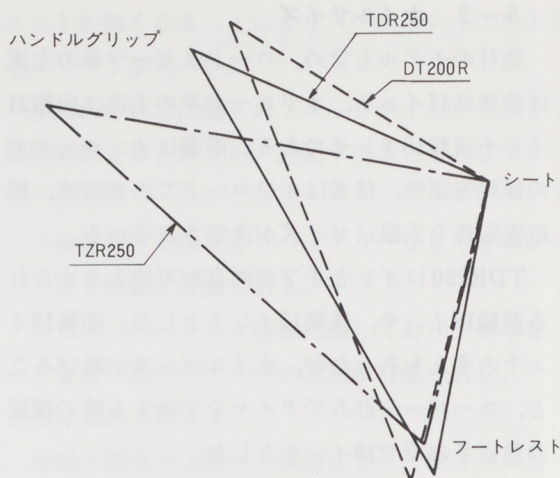


図10 ライディングポジション比較
(シート、ヒップポイント基準)

6. 車体関係各部

比較的オーソドックスな仕様であり、ニューファイチャーと呼ばれるものは少ないが、特徴的な項目についていくつか紹介したい。

6-1 フレーム

モーターサイクルのフレームの性能を表わす数字として、剛性値がよく使用される。縦曲げ剛性、横曲げ剛性、ねじり剛性の3種類が一般的であるが、オンロードモデルとオフロードモデルでは、重視される剛性の種類が異なる。すなわち、オンロードモデルでは、操縦安定性の観点より、横曲げとねじり剛性、オフロードモデルでは、ジャンプやギャップ通過時のショック吸収性、別の見方をすれば、フレーム強度の観点より縦曲げ剛性が主たる検討項目となる。

TDR250は、オンロードにも、オフロードにも適したフレームが要求される。つまり、縦、横、ねじりの3方向に対し高い剛性が要求されることになるが、角パイプと丸パイプ、シングルクレードルとダブルクレードル等種々の仕様を構造解析

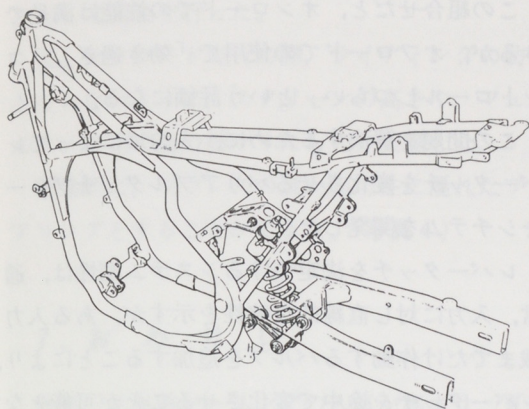


図11 高張力鋼管ダブルクレードルフレーム

で比較しながら、最もバランスの良い、丸パイプのダブルクレードルフレームとした。

強度部材については、STKMHT60, SAPH45等、高張力材を採用し、強度的な予裕を持たせた。(図11)

材質についてアルミも検討したが、コスト上の制約及び、アップマフラーにより車体内部のスペースに予裕がない等の理由で採用を見送った。

6-2 サスペンション

フロントフォーク構造、リアサスペンションシステムとも一般的なものであるが、オフロードでのハードな走りに対応できるように、調整装置に配慮した。

フロントフォークには、スプリングのイニシャル荷重調整用スクリュに加え、エア加圧用のバルブを装着した。

リアクッションユニットにもスプリングイニシャル荷重調整装置に加え、減衰力調整装置を装着した。

これらにより表1に示すように広範囲の路面状況に対応が可能となった。

路面の状況 または走行状態	フロント		リヤ	
	エア圧	スプリング イニシャル	ダイビング アジャスタ	スプリング セット長
●一般、高速	0kg/cm ²	7本目	7段	180mm
●未舗装路 ●一般の林道	0kg/cm ²	7~3本目	7段	180mm
●荒れた林道	0.4kg/cm ²	3本目	5段	170~175mm

.....標準
調整

表1 サスペンションセッティングの目安

6-3 ブレーキ

モーターサイクルのブレーキ、特に多用される前輪のブレーキでは、絶対的な制動力と共にコントロール性が重要視される。コントロール性は、図12に示すように、ライダーがブレーキシステムに与える入力（レバー入力とレバーストローク）とシステムからの出力（減速度）の関係により決定される。又、入力と出力の関係は図中にあるようなシステム構成部品仕様の仕様により定められる。

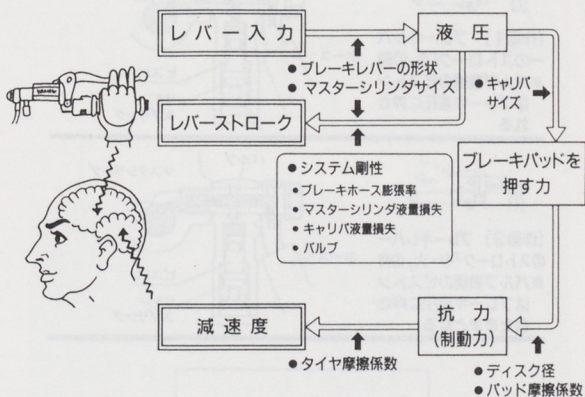


図12 ブレーキコントロール性の要素

オンロードモデルとオフロードモデルのブレーキシステムを比較すると、コントロール性という面でかなり仕様が異なっている。特にレバータッチと呼ばれるレバー入力とレバーストロークの関係に差が大きい。

摩擦係数が0.8程度の舗装路面を対象とするオンロードモデルでは、レバー入力に対するレバーストロークを小さくし、硬いタッチによるダイレクト感が重視されるが、摩擦係数が0.4~0.6の未舗装路面を対象とするオフロードモデルでは、入力に対するストロークを大きくし、微妙なコントロールを可能にしている。いわば、入力依存型とストローク依存型である。

TDR250のブレーキシステムは、オンロードで優れた制動フィーリングを得るために、基本仕様としてTZR250の仕様を共通仕用している。すなわち、 $\phi 320$ の大径フローティングディスクと4ポットキャリパの組合せである。

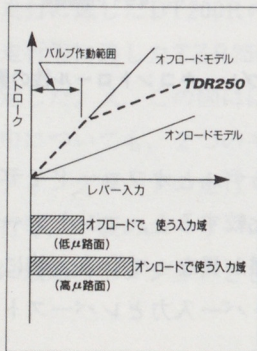
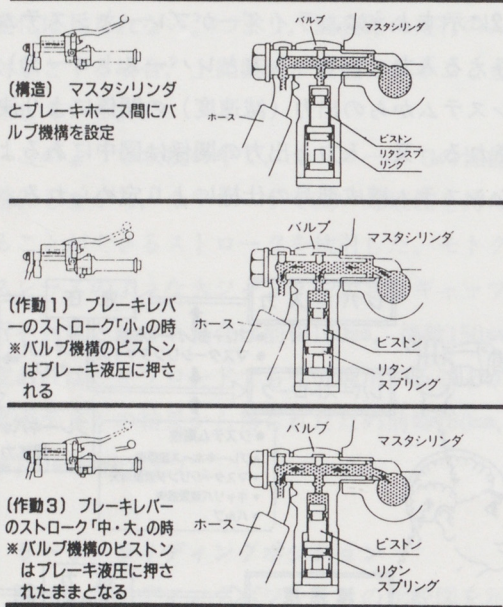


図13 バリアブルタッチブレーキシステムの作動原理と機能

この組合せだと、オンロードでの性能は満足できるが、オフロードでの使用で「効き過ぎ」、「コントロールしづらい」という評価になる。

この問題を解決するために、入力域によってレバータッチを変化させるバリアブルタッチブレーキシテムを開発した。

レバータッチを決定づけるシステム剛性は、通常、入力に対し直線的な特性を示すが、ある入力域までだけ作動するバルブを追加することにより、レバータッチを途中で変化させることが可能となる。すなわち、図13に示すように、路面の摩擦係数の差により、オンとオフで使用する入力域に差があることに着目し、低入力域ではオフロードモデルの特性、高入力域ではオンロードモデルの特性を、バルブ追加により持たせたのが、バリアブルタッチブレーキシテムである。

バルブの構造と作動を図13に示すが、バルブで消費する液量は $\phi 8.4 \times 3.4$ (ストローク) で約0.2 ccである。

6-4 フェアリング

レーサーレプリカモデルでは、最高速が大きなセールスポイントとなるため、伏姿勢での空気抵抗の減少を主眼に設計されるため、ウインドプロテクションが犠牲になっているケースが見られる。

TDR250では、ウインドプロテクションを最優



写真4

先として開発を行った。

又、オフロード走行の際、ライディングの妨げとならないように、スクリーンの高さや、フェUELタンクとの面の継がりにも充分配慮した。

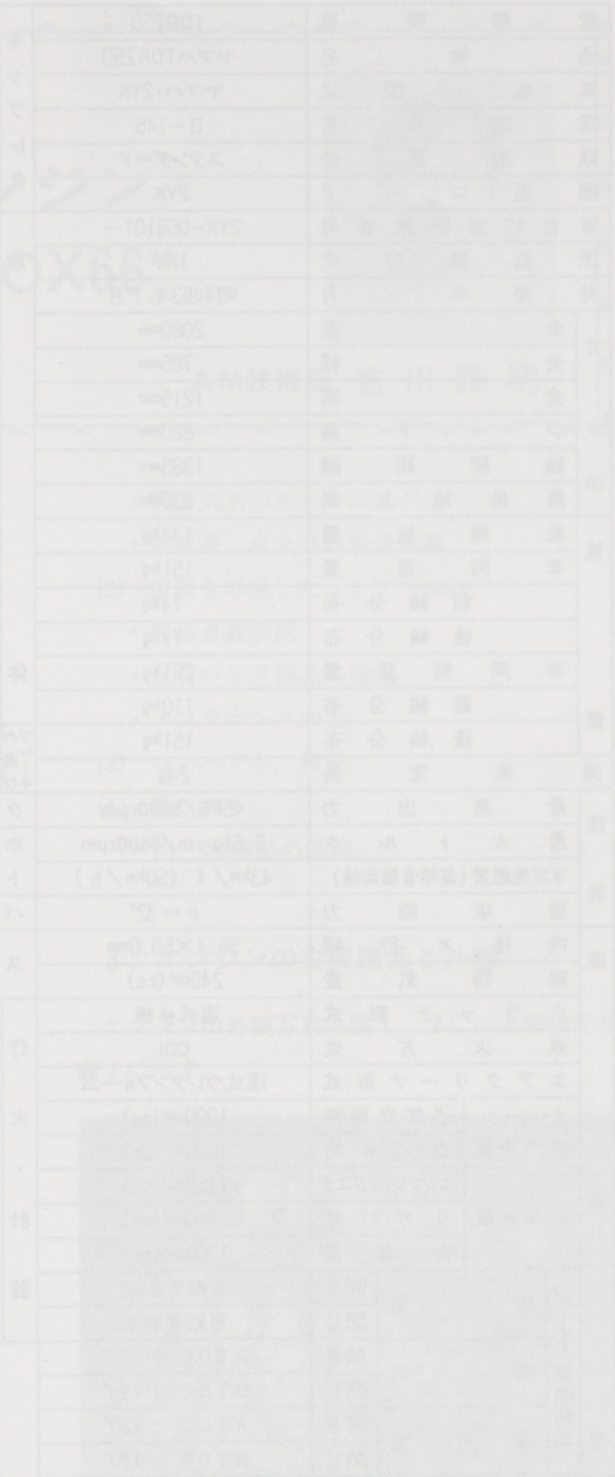
結果的に、バランスの良い実用性に優れたフェアリングとすることができた。(写真4)

7. お わ り に

近年、北海道ツーリングの人气が高まり、夏が近づくと雑誌の誌面を賑わしている。北海道の特色は、広大な自然もさることながら、突然舗装が切れてジャリ道になるというように、道がバラエティに富んでいることであろう。開発スタート時要求される機能の確認のために、北海道体験ツーリングを実施したTDR250は、正に、北海道に最適のマシンと言える。

より多くのライダーが、様々な場所で新しいモーターサイクルの楽しみを感じてくれることを願っている。

最後に、本モデルの開発、製造、販売に当り、御協力いただいた社内外の方々に深く感謝の意を表したいと思います。



営業呼称	TDR250		型式	2YK(TM28SS)		
通称	ヤマハTDR250		メインジェット	#210		
車名・型式	ヤマハ・2YK		ジェットニードル	5L19		
認定番号	II-145		クリップ段数	$\frac{2}{5}$		
類別区分	スタンダード		油面高さ(H寸法)	20-22mm		
機種コード	2YK		アイドリング回転数	1200r.p.m.		
車台打刻開始番号	2YK-066101~		フレーム型式	鋼管ダブルクレードル		
原動機型式	1KT		キヤスタ	27°		
発売年・月	昭和63年1月		トレール	114mm		
寸法	全長	2080mm	ハンドル切れ角	左右各40°		
	全幅	785mm	フュエルタンク容量/予備容量	14ℓ/約4ℓ		
	全高	1215mm	オイルタンク容量	1.4ℓ		
	シート高	820mm	フロントフォーク	オイル量/種類	388cm ³ (cc)/G-10	
軸間距離	1385mm	オインレベル		123mm		
最低地上高	230mm	インナチューブ径		φ 38mm		
重量	乾燥重量	134kg	タイヤサイズ (指定タイヤ)	前輪	100/90-18 56H(ブリジストンTW35)	
	車両重量	151kg		後輪	120/80-17 61H(ブリジストンTW36)	
	前輪分布	74kg	1名乗車 (高速走行)	前輪	1.75kg/cm ² (2.00kg/cm ²)	
	後輪分布	77kg		後輪	2.00kg/cm ² (2.25kg/cm ²)	
	車両総重量	261kg	2名乗車	前輪	2.00kg/cm ²	
	前輪分布	110kg		後輪	2.25kg/cm ²	
	後輪分布	151kg	フロントブレーキレバー	2~5mm		
乗車定員	2名		リヤブレーキペダル	無調整式		
性能	最高出力	45PS/9500rpm	クラッチレバーの遊び	10~15mm		
	最大トルク	3.6kg-m/8500rpm	ホイール	前輪	160mm	
	※定地燃費(運輸省届出値)	43km/ℓ (50km/h)	トラベル	後輪	150mm	
	登坂能力	θ = 32°	バッテリー型式	GM4A-3B		
原動機	内径×行程	56.4×50.0mm	スパークプラグ型式	BR8ES (BR9ES)		
	総排気量	249cm ³ (cc)				
	クラッチ形式	湿式多板				
	点火方式	CDI	ヘッドライト	12V60/55W		
	エアクリーナ形式	湿式ウレタンフォーム		ストッパ/テール		
ミッション	通常交換時	12V21/ 5W				
動機	ミッション オイル量	O / H 時	フラッシュランプ	12V23W×4		
		エンジン/ラジエタ		メータ灯		
	冷却水量	リカバリ		スピード	タコ	テンブ
		全容量	12V3.4W	12V1.4W×2	12V1.7W	
		速度警告灯	12V3.4W			
	パイロット ランプ	ニュートラル	12V3.4W			
		ハイビーム	12V3.4W			
		フラッシュ	12V3.4W			
		オイル	12V3.4W			
	ポート 開閉時期	吸気	開き	自動管制式		
閉じ			自動管制式			
排気		開き	A.T.D.C.84~93°			
		閉じ	B.T.D.C.84~93°			
掃気	開き	A.T.D.C. 120°				
	閉じ	B.T.D.C. 120°				

表2 主要諸元表