

土 木 研 究 所 資 料

旅行速度測定装置に関する調査報告書

平成元年12月

建設省土木研究所
道路部新交通研究室

Copyright ©(1989) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

旅行速度測定装置に関する調査報告書

道路交通総括研究官	神 崎 紘 郎*
新交通研究室 室長	谷 口 栄 一
研究員	河 野 辰 男
	中 口 和 巳
システム課	川 名 万寿雄**

要 旨

現状の旅行速度の調査方法の代替案として、旅行速度を自動計測し、容易にかつ高精度で数多くのデータを収集・解析・蓄積するために旅行速度測定装置を開発した。

本報告は、旅行速度測定装置の概要、使用方法、試走路における精度検定のための試験、実道路における使用例等について報告する。

キーワード：旅行速度測定装置，渋滞判定，解析プログラム

* 前 新交通研究室室長

**前 新交通研究室研究員

はじめに

道路交通の状況は交通量、駐車車両の有無や個々の自動車の運転状況等により刻々と変化しているので、それにともないその時々旅行速度は変動しているものと考えられる。しかし、現在の道路交通センサス等の調査により得られる旅行速度データは、ある一時点のものであり、これをもって当該道路に固有な旅行速度やサービス水準とし、道路の整備状況の判断や道路整備計画のための資料とするには十分でない。従って、この問題に対処するためには、当該道路において数多くの交通状況の実態を正確に把握する必要がある。

現在の旅行速度調査の方法は、試験車を走行させて計測員がストップウォッチ等により調査区間の所要時間を実測する方法によっており、この方法によって数多くのデータを測定することは現実的でない。

本調査では、現状の旅行速度の調査方法の代替案として、計測員の手作業を機械化することにより旅行速度を自動計測し、容易にかつ高精度で数多くのデータを収集・解析・蓄積するために旅行速度測定装置を開発した。本報告書では装置の概要、使用方法、試走路における精度検定のための試験、実道路における使用例等について報告する。

平成元年12月

建設省土木研究所
道路部新交通研究室

目 次

はじめに

1. 調査概要	1
2. 旅行速度測定装置の試作	2
3. 基本性能試験	7
3.1 試験方法及び条件	7
3.2 試験結果	9
3.3 試験結果の解析	15
3.4 装置の校正	29
4. 一般道路におけるデータ収集	30
4.1 調査方法及び条件	30
4.2 調査結果	34
5. 渋滞判定に関する検討	36
5.1 概 要	36
5.2 運転者の渋滞感と交通状況	36
5.3 渋滞判別のための要因	41
5.4 判別方法の提案	44
6. 解析プログラムの開発	52
6.1 解析方法の概要	52
6.2 交通状況の把握方法	52
6.3 速度の算出方法	52
6.4 停止回数の判定方法	56
6.5 渋滞状況の判定方法	59
6.6 解析プログラムの作成	59
7. 収集データの解析	61
7.1 収集データの解析例	61
7.2 解析結果の妥当性検討	62
7.3 距離測定の精度	64
7.4 マーカ位置の精度	64

8. まとめ	65
--------------	----

【参考資料】

1. 旅行速度測定装置の取扱い要領	67
2. 解析プログラムの説明	79

1. 調査概要

一般道路における旅行速度調査の信頼性の向上と省力化を図るため、車載型の旅行速度測定装置を試作し、旅行速度に係る距離や所要時間等の自動計測手法を明らかにする。また、本装置により収集されたデータから調査区間内の渋滞の有無やその程度等を容易に解析することが可能な旅行速度解析ソフトウェアをパソコン利用を前提に開発する。さらに、車載型旅行速度測定装置の収集データが調査時間帯の対象区間の交通状況を代表できるものであるかどうかを確認するため、試験車の調査と同一の時間帯における対象区間の交通状況をビデオ装置を用いて録画し、録画された車両のナンバープレートの自動読み取りの照合結果からの平均旅行速度や対象区間の常時観測交通量データからの平均旅行速度及び別途調査のヘリコプターを用いた上空からの自動車の滞留長等の結果を用いて本装置を用いた調査データの有効性を明らかにする。

図-1に調査フローを示す。

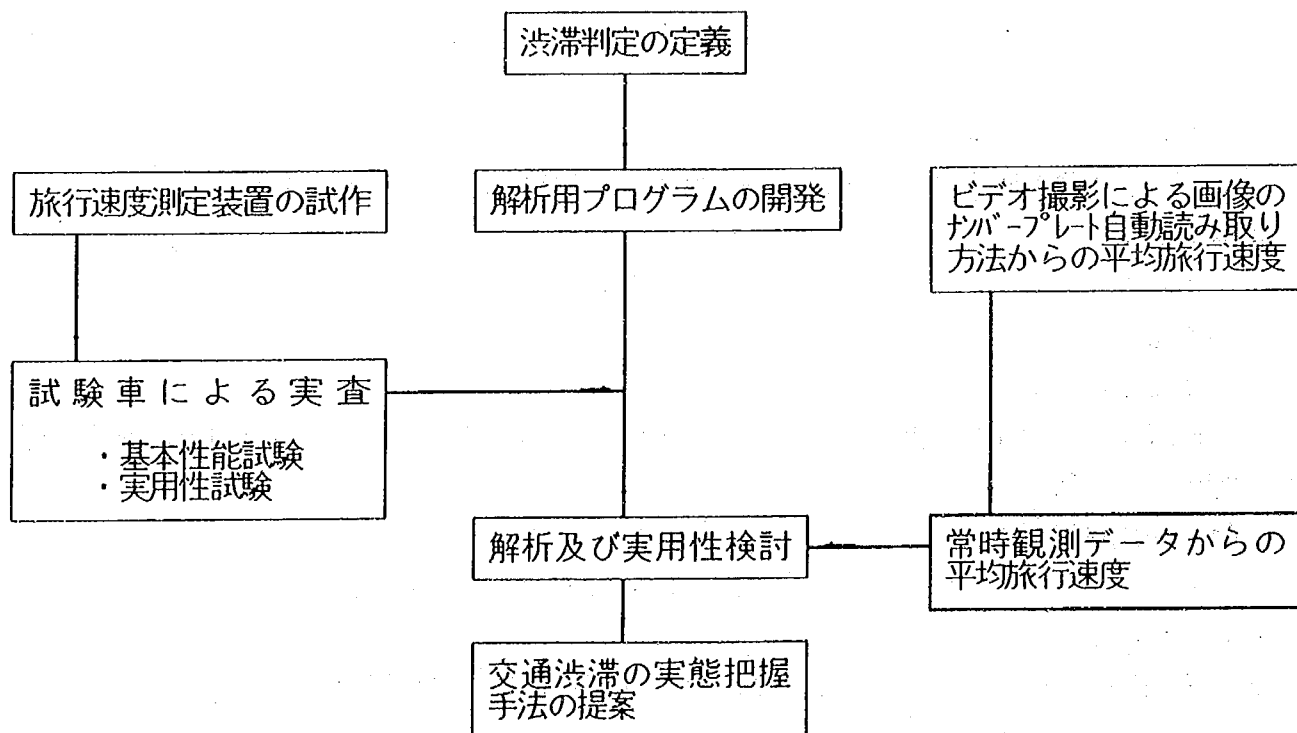


図-1 交通渋滞の実態把握に関する調査フロー

2. 旅行速度測定装置の試作

旅行速度測定装置の仕組みは、自動車の変速機終段に回転検出器を取り付け、検出器からのパルス出力を、リモートボックスのボタン操作（“スタート”から“ストップ”の間）で任意の調査区間について、車内に搭載した本装置の本体（データ処理部）であらかじめ設定したサンプリング間隔毎に所要時間及び走行距離等を自動計測する。計測されたデータは随時一時記憶用RAMメモリ上に記憶されるが、後にデータファイルとしてフロッピーディスクに書き込むことができる。

図-2に旅行速度測定装置の構成を示す。また、写真-1に試作した旅行速度測定装置の外観を、図-3に車両への取付け例を示す。試作した旅行速度測定装置のブロック別の各機能は、以下のとおりである。

<本 体>

データ収録部：

旅行時間、旅行距離及びマーカ信号等を、1調査区間1ファイルとして管理するためのデータ制御中枢部。

マーカ機能：

事前に8種類以内で設定したチェック項目の中から渋滞原因を1つ選択し、ボタン操作により入力する。

サンプリング間隔可変機能：

データ収集間隔を約0.2mから正数倍（1～99）で約20mまで設定可能。

時計機能：

回転検出器からのパルス数及びその間隔時間を自動的に計測し、サンプリング間隔毎に出力する。

ファイル制御機能：

作成するファイル名及びフロッピーディスクへの収録時等に於けるファイルの自動割付機能等の制御を行う。

一時記憶用メモリ：

サンプリング間隔約1mの計測で約50km分の一時記憶が可能。

FD収録機能：

3.5インチ 1メガバイトタイプのフロッピーディスクの初期化及び一時記憶用メモリ内のデータファイルをフロッピーディスクへ書き込む機能を有する。

データ補正機能：

車両の違いによる計測誤差を補正する機能で、事前に使用車両で計測距離値の校正を行えば、外部表示器の表示内容が高精度でモニタできる。

<リモートボックス>

外部表示器：

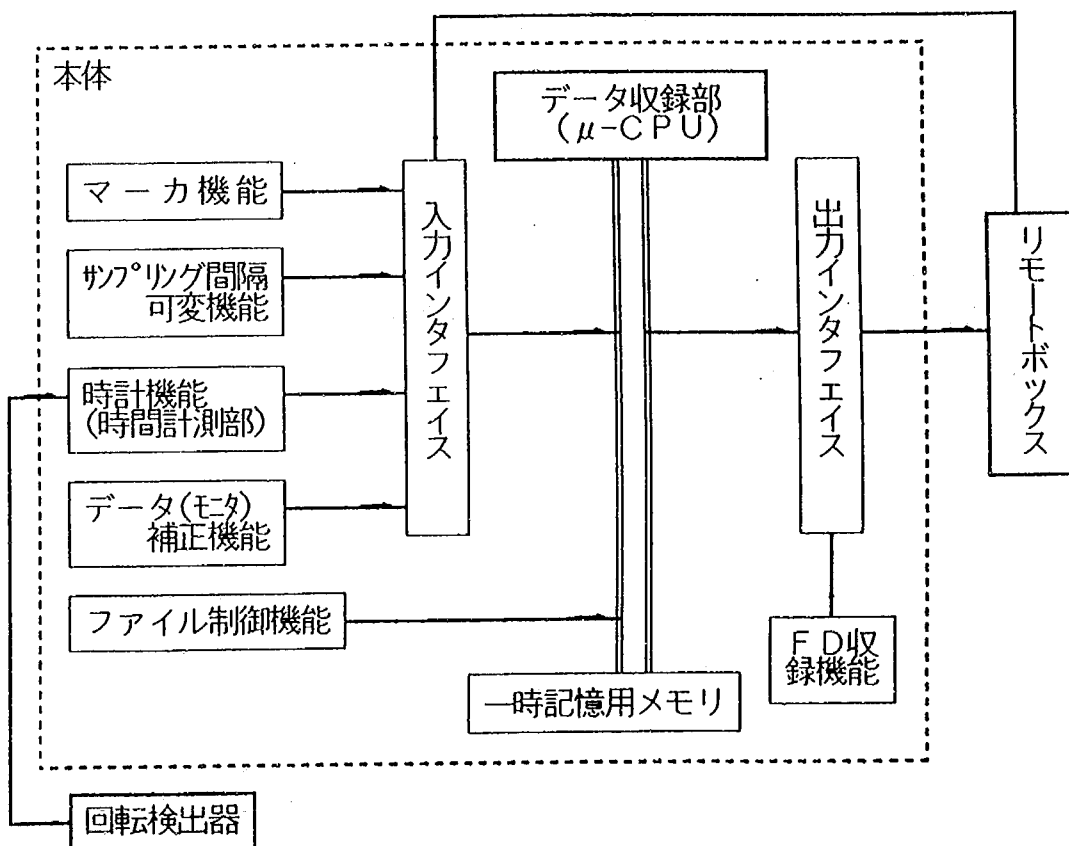
旅行時間、距離及び速度等のモニタ表示。

遠隔操作機能：

データ収集に必要な機能（例えば、“スタート”、“ストップ”、“マーカ”等）をボタン操作により制御する。

<回転検出器>

自動車の変速器終段（スピードメータの取り出し口）の回転を「回転パルス」変換し、回転数に応じた電気パルス信号（200パルス／回転）として本体（データ収録部）へ出力する。



図一 2 旅行速度測定装置の構成

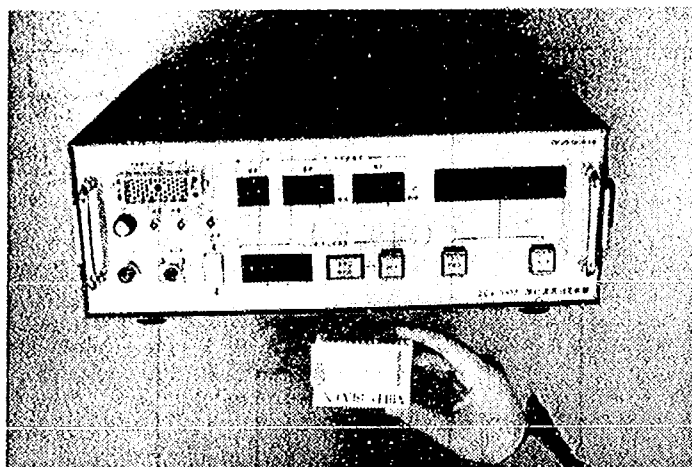
収録されるデータファイルは、ヘッダファイルとステップデータファイルの2つで構成し、各ファイルの収録項目は、以下に示すとおりである。

<ヘッダファイル>

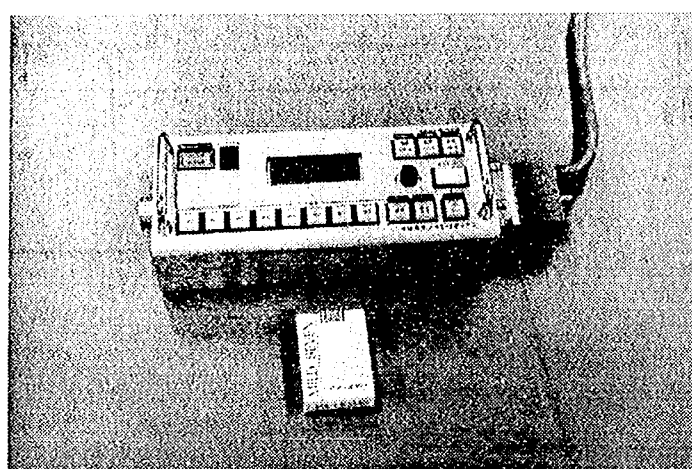
ファイルNo設定	:	1 byte (BCD表現)
コメントNo設定	:	2 byte (BCD表現)
日付データ	:	3 byte (各2桁、BCD表現)
開始時刻	:	3 byte (各2桁、BCD表現)
終了時刻	:	3 byte (各2桁、BCD表現)
サンプル間隔設定値	:	1 byte (BIN表現)
基準タイヤ設定値	:	2 byte (BIN表現)
補正タイヤ設定値	:	2 byte (BIN表現)
積算走行距離データ	:	4 byte (BIN表現)
積算走行時間データ	:	2 byte (BIN表現)
ステップ数	:	2 byte (BIN表現)

<ステップデータファイル>

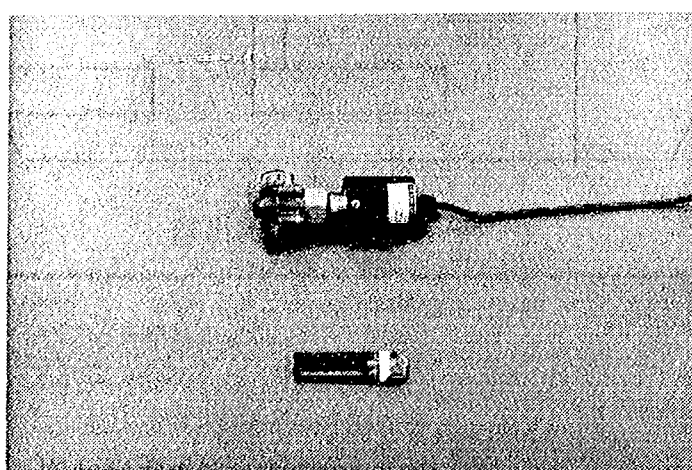
積算走行距離	:	2 byte (BIN表現)
ステップ所要時間	:	2 byte (BIN表現)
ステップ終了時刻	:	3 byte (各2桁、BCD表現)
マーカ信号	:	1 byte (BIT対応)



本 体

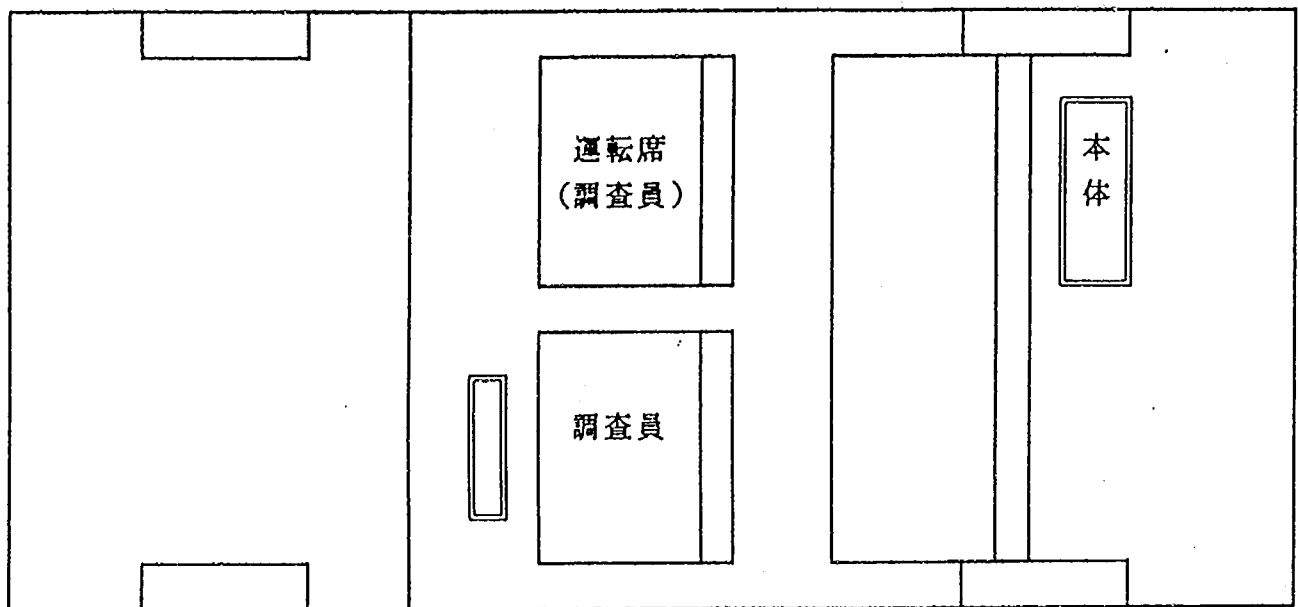


リモートボックス



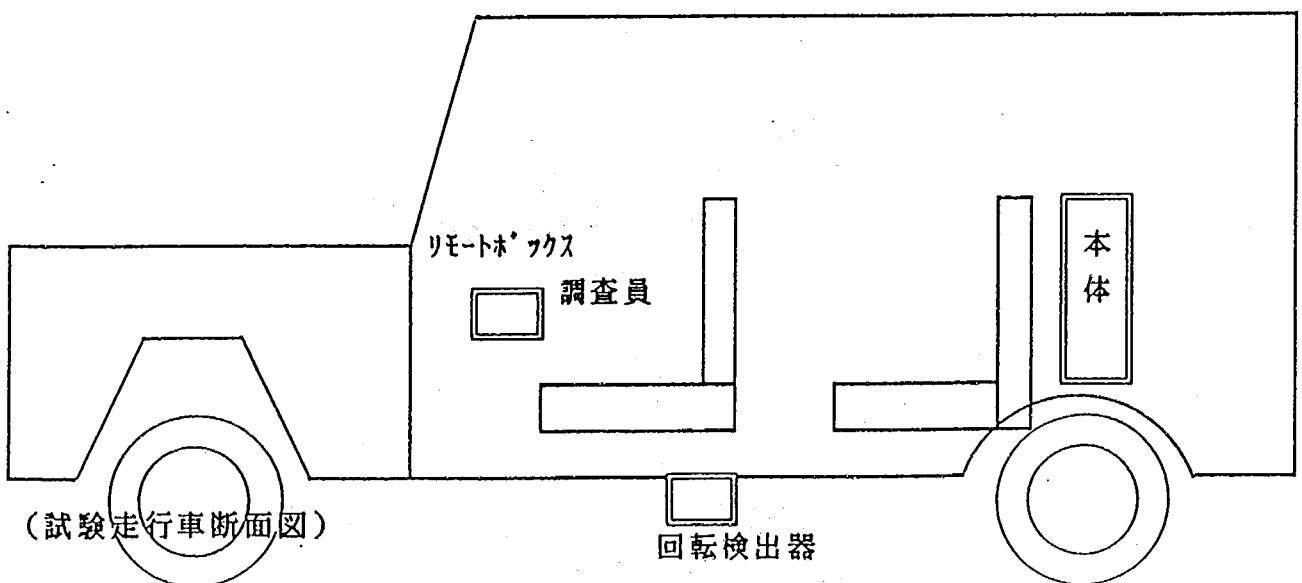
回転検出器

写真一 試作旅行速度測定装置外観



(試験走行車平面図)

リモートボックス



(試験走行車断面図)

回転検出器

図-3 旅行速度測定装置の取付け例

3. 基本性能試験

3.1 試験方法及び条件

当所構内の試験走路において、図一4に示すような既知の1 km区間を用いて試作した旅行速度測定装置の基本性能を把握するため、表一1に示す要因の組合せについて試験を行った。

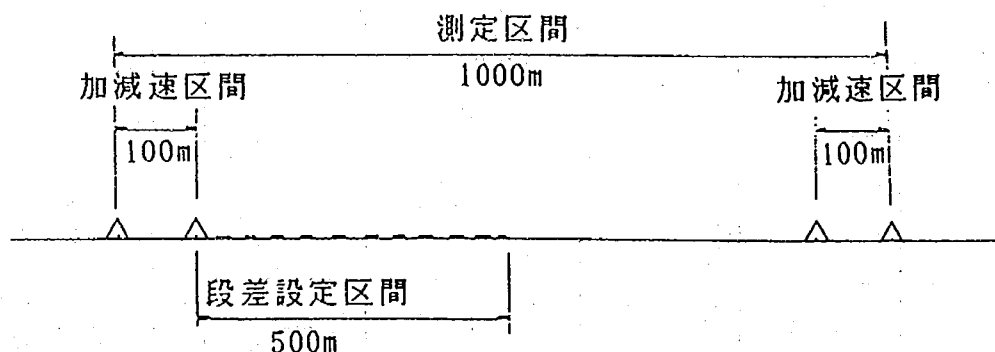
旅行速度測定装置は、トランスミッション終段に速度検出装置を取り付け、同検出装置より出力されるパルス信号を後部座席に設置した測定装置本体に入力する。

測定装置の電源は、車両のバッテリーより直接供給した。

測定装置本体を操作するためのリモートボックスは、助手席において計測員が操作した。

既知の正確な指定区間（1 km）と計測結果を比較するため、測定装置の起動・停止は、車両前部にマイクロスイッチを取り付け、計測区間の起終点の地上に設置した突起に当てることにより機械的に行った。なお、起動・停止を確実にを行うため、計測区間の起点・終点側100 mは、加減速区間として利用した。（図一4参照）

収集データのサンプリング間隔は、試験の最高速度70 km/hまでが計測できるサンプリング間隔の中で最も細かな間隔である2ステップ（約40 cm間隔）を主に用いた。



図一4 基礎的性能試験の計測区間縦断面

試験の項目としては、将来工事事務所での運用を考慮した車種と速度（一般道路を対象）について、表一1に示す各種要因の組合せで各ケースとも3回の計測を行い、旅行速度測定装置の基本性能の確認を行った。

旅行速度測定装置に影響を及ぼすと思われる要因のうち車両に係るものとして、以下の条件を設定した。

表-1 実験番号及び実験条件一覧表

実験番号	車 乗 田	機 ハ ン	タ イ ヤ		空 低	気 普	圧 高	積 載 荷 重 (kg)				段 差 (m)			定 行 バ			タ 発 進	一 停 止	ン 加 速	タイ 半 徑	
			ラッフル 後用ハ ン	ハ ン ス				0	65	130	195	なし	12.5	25	定	速 (km/h)	速					速
								1人	2人	3人	4人				20	50	70					
S-1		○		○		○			○			○				○				○		
S-2	○		○			○			○			○				○				○		
A-1		○		○		○			○			○				○				○		
A-2		○		○		○			○			○					○			○		
A-3	○		○			○			○			○				○				○		
A-4	○		○			○			○			○					○			○		
A-5		○		○	○				○			○				○				○		
A-7		○		○		○					○	○				○				○		
A-8		○			○				○			○				○				○		
A-9		○			○	○			○			○				○				○		
A-10		○			○						○	○				○				○		
A-11	○		○		○				○			○				○				○		
A-13	○		○			○					○	○				○				○		
B-1		○		○		○			○			○							○	○		
B-2		○		○		○			○			○					○			○		
B-3		○		○		○			○			○						○		○		
B-4		○		○			○		○			○				○				○		
B-5		○		○			○		○			○				○				○		
B-6		○		○			○		○			○					○			○		
B-7		○		○			○		○			○						○		○		
B-8		○		○		○			○			○				○				○		
B-9		○		○		○			○			○					○			○		
B-10		○		○		○			○			○						○		○		
B-11		○		○		○			○			○						○		○		
B-12		○		○		○					○	○							○	○		
B-13		○		○		○					○	○					○			○		
B-14		○		○		○					○	○						○		○		
B-15		○		○		○					○	○				○				○		
B-16		○		○		○					○	○					○			○		
B-17		○		○		○					○	○						○		○		
B-18		○		○		○					○	○							○	○		
B-19		○		○		○				○左	○	○				○				○		
B-20		○		○		○				○右	○	○				○				○		
B-21		○		○		○			○			○				○				○		
B-22		○		○		○			○			○					○			○		
B-23		○		○		○					○	○				○				○		
B-24		○		○		○					○	○					○			○		
B-25		○		○	○				○			○				○				○		
B-26		○		○	○				○			○					○			○		
B-27		○		○	○						○	○				○				○		
B-28		○		○	○						○	○					○			○		
B-29		○		○	○						○	○				○				○		
B-30		○		○	○						○	○					○			○		
B-31		○		○	○						○	○						○		○		
B-32		○		○	○						○	○							○	○		
B-33		○		○			○	○	○		○	○				○				○		
B-34		○		○			○	○	○		○	○					○			○		
B-35		○		○			○	○	○		○	○						○		○		
B-36		○		○			○	○	○		○	○							○	○		
C-1		○		○			○		○					○		○				○		
C-2		○		○		○			○					○		○				○		
C-3		○		○	○				○					○		○				○		
C-4		○		○			○		○					○		○				○		
C-5		○		○		○			○					○		○				○		
C-6		○		○	○				○					○		○				○		
C-7		○		○			○		○					○			○			○		
C-8		○		○			○				○			○		○				○		
C-9		○		○		○					○			○		○				○		
C-10		○		○	○						○			○		○				○		
C-11		○		○			○	○	○			○					○			○		
D-1		○	○				○		○					○		○				○		
D-2		○	○			○			○					○		○				○		
D-3		○	○		○				○					○		○				○		
D-4		○	○			○					○			○		○				○		
D-5		○	○				○		○					○		○				○		
D-6		○	○			○			○					○		○				○		
D-7		○	○		○				○					○		○				○		
D-8		○	○			○					○	○				○				○		

車 種：ワゴン及びライトバン

空 気 圧：標準、低圧(-20%)及び高圧(+10%) (表-2 参照)

タイヤ種別：乗用ラジアル、貨客用ラジアル及び貨客用バイアス

積 載 荷 重：乗車人員1、2、3及び4人

表-2 タイヤ種別と空気圧 (単位：kg/cm²)

タ イ ヤ 種 別	低 圧	標 準	高 圧
乗用車用ラジアル	1. 5	1. 8	2. 0
貨客車用ラジアル	1. 6	2. 0	2. 2
貨客車用バイアス	1. 8	2. 2	2. 4

走行条件：①定速走行 (20、50及び70km/h)

②発進 (タイヤがスリップしない状態での急発進の繰り返し)

③停止 (タイヤがスリップしない状態での急停止の繰り返し)

④加減速走行 (40km/hから70km/hの間で加速・減速の繰り返し)

⑤段差路面定速走行 (試験区間内の500mに幅10cm厚さ1.3mmの板を12.5m間隔又は25m間隔で設置)

3.2 試験結果

(1) 距離補正

表-3はタイヤ温度、タイヤ半径、総ステップ数の測定結果である。表-4の距離は、ステップデータとして測定装置より出力された積算距離ではなく、計測された総ステップ数 (表-3) を用いて式(2)により換算し、かつ車種とタイヤ種別等の組合せによる標準的な状態 (表-4中の*印のケース：基準ケース) の測定結果を基に式(1)による距離補正を行って算出したものである。

注1)

補正式

補正距離 = (換算距離) / (基準ケースの3回走行の平均換算距離) × 1,000m 式(1)

換算式

$D = 0.19623 \times S \times N$ 式(2)

ここで、D：換算距離 (m)

S：ステップ間隔 (本試験では、2とした)

N：総ステップ数

式(2)の定数の根拠

JIS規定によれば一般車においては

トランスミッション終段で 637回転/分→60km/hと規定されている。

従って、1回転は $1000\text{m}/637 \approx 1.56986\text{ m}$

旅行速度測定装置の回転検出器は、1回転を8分割 (8パルス方式) しているため

1パルス当りの走行距離は

$1000\text{m}/637/8 \approx 0.1962323\cdots\text{m}$

となり、ここでは0.19623mとして用いている。

[注] 1. 旅行速度測定装置は距離補正用の補正值設定機能を有するが、これは、ステップデータの積算距離を計算する時に用いられるのみであり、ステップデータの出力間隔が補正されるものではない。本来、調査前に確認した補正值で距離データを補正することが可能であるが、実用を考慮し走行距離はメートル単位での表示及び記録とした。そのため、本試験では、ステップ数のみを利用し、式(1)を用いてメートル以下の距離を求めて解析を行った。

表-3 試験結果一覧表(ステップ数)

[illegible]

備考：表頭の記号は以下のとおり

タイヤ換

ラジ：ラジアル

ハイ：ハイアス

乘：乘用車用

バ : 貨客車（ライトバン）用

段差: 数値は段差板の設置間隔

路面：路面状態が乾燥、湿潤、水膜有の別

間隔：ステップ間隔（2～約40cm間隔）

表一 4 試験結果一覧表(距離補正後)

試験番号	車種	タイヤ	空気圧	燃料消費率	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120
------	----	-----	-----	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

(2) 試験の代表的走行パターン例

試験条件の中から、代表的走行パターンとして定速走行、発進、停止及び加減速走行の4種類について、ステップデータの所要時間を用いて、「距離-速度」及び「距離-時間」図を作成したものが、図-5から図-8である。

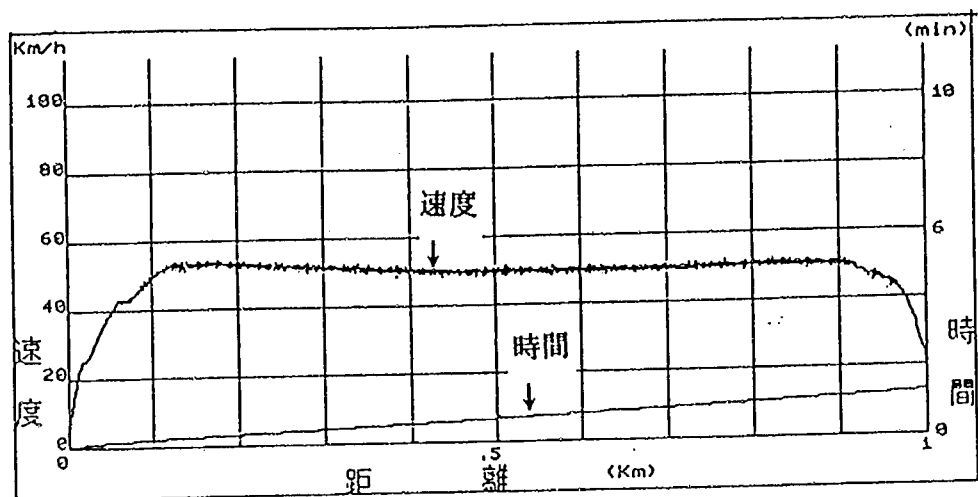


図-5 試験の代表的走行パターン例 (定速走行)

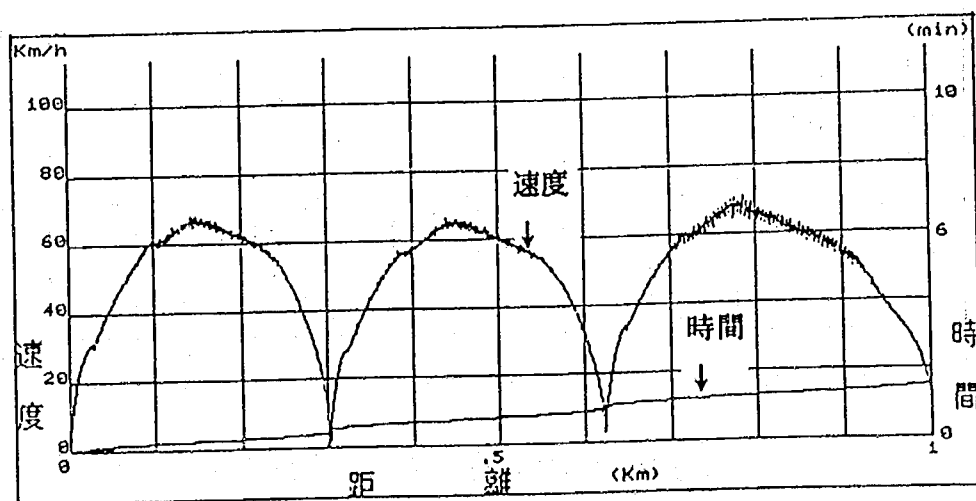


図-6 試験の代表的走行パターン例 (急発進)

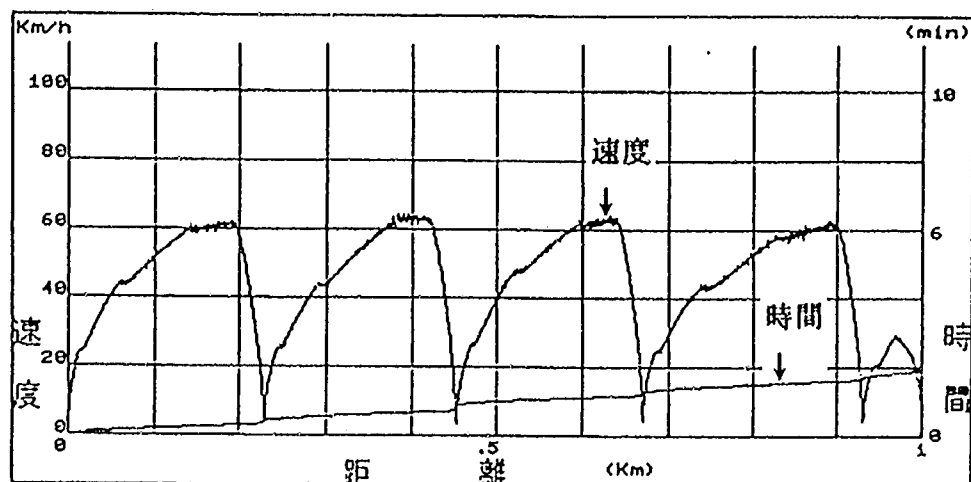


図-7 試験の代表的走行パターン例（急停止）

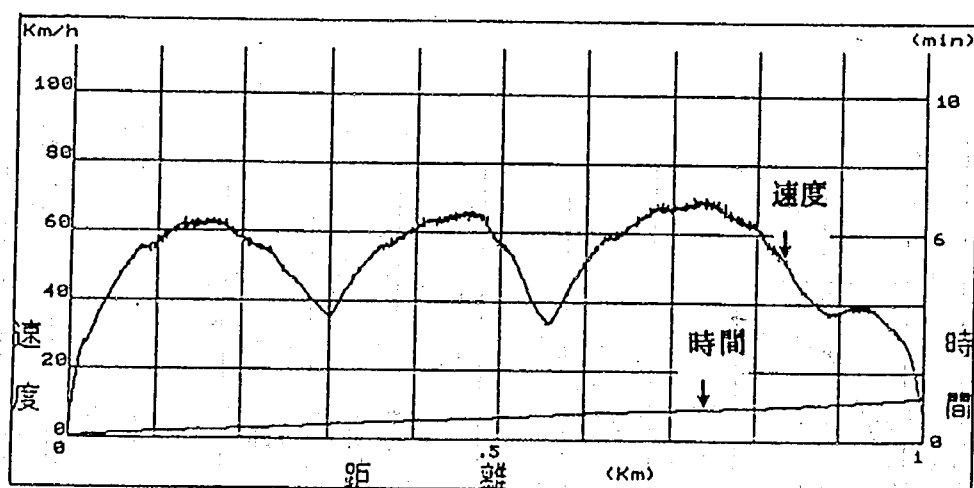


図-8 試験の代表的走行パターン例（加減速走行）

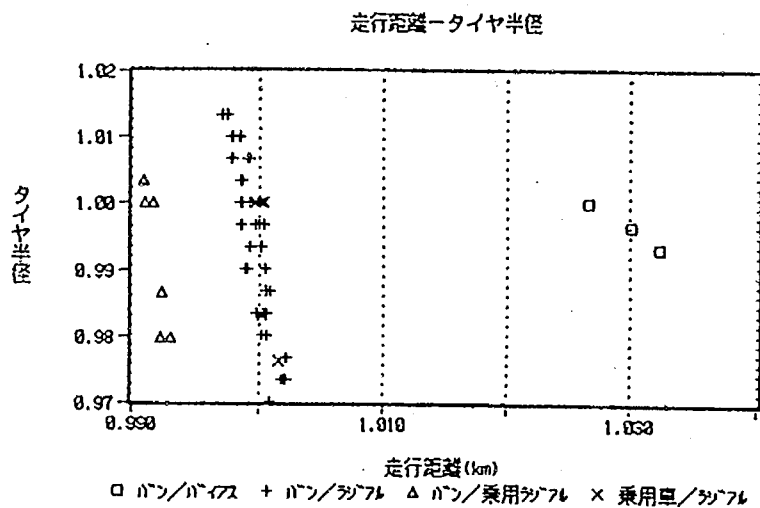
3.3 試験結果の解析

(1) サンプルの分布

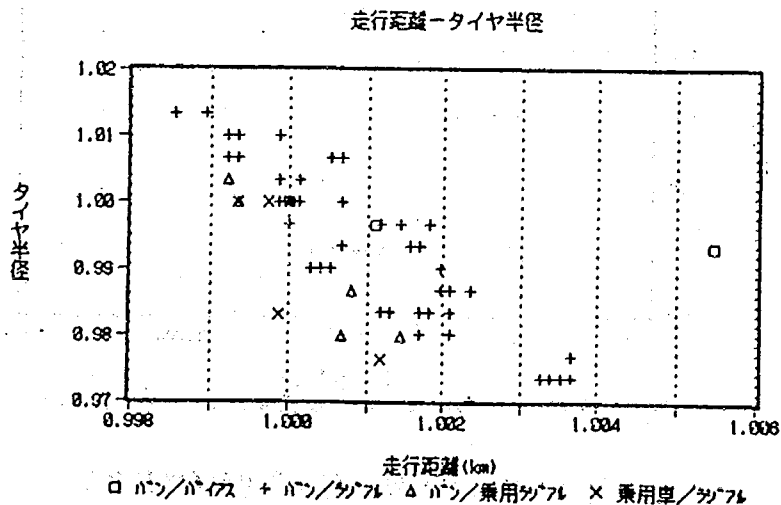
図一9～12に、走行距離に対するタイヤ半径、空気圧、積載荷重の3要因の影響を示す。なお、これらの図には試験車両の標準的な状態を基に行った距離補正前後の測定結果を示している。図一9～11の補正前の状態を見ると、車種とタイヤの種類の組合せによって、3つのグループにグループングでき、その走行距離と各要因との関係は、グループ毎に同様の傾向を示している。

また、各要因と走行距離の関係のみを抽出するために車種とタイヤ種別の組合せで補正した補正後の結果を見ると、車種とタイヤの種別による3つのグループが1つになっている。なお図一9(2)において同一のタイヤ半径に対してもデータがばらついていて理由としては、車種によって走行中のタイヤ半径(動半径)の変化の程度が異なるためであると思われる。

すなわち、タイヤの動半径(走行中のタイヤの半径)に影響を及ぼす要因によって、タイヤが変形し、その結果として測定距離が変化しているものと思われる。



図一9 (1) タイヤ半径の影響 (補正前)



図一9 (2) タイヤ半径の影響 (補正後)

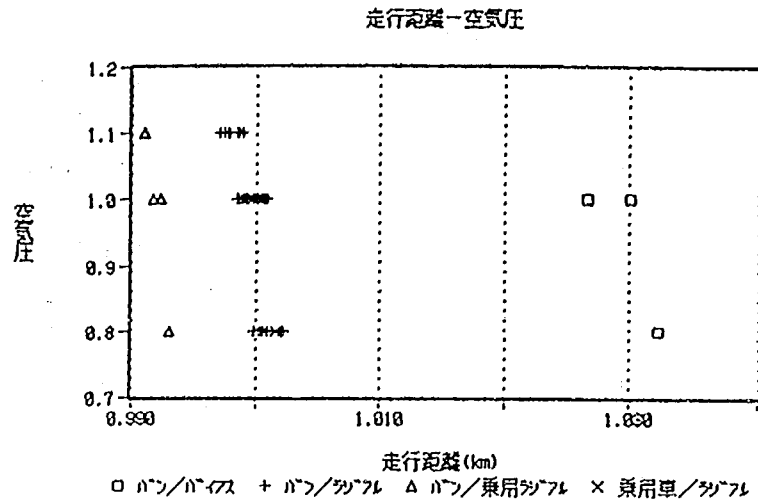


図-10 (1) 空気圧の影響 (補正前)

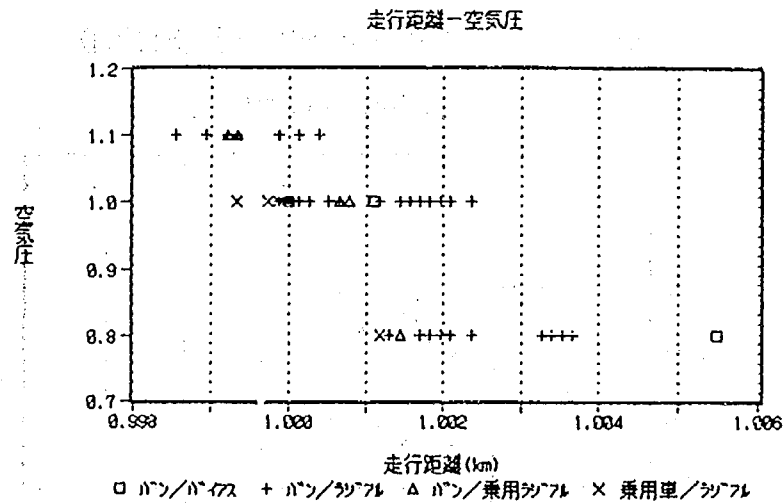
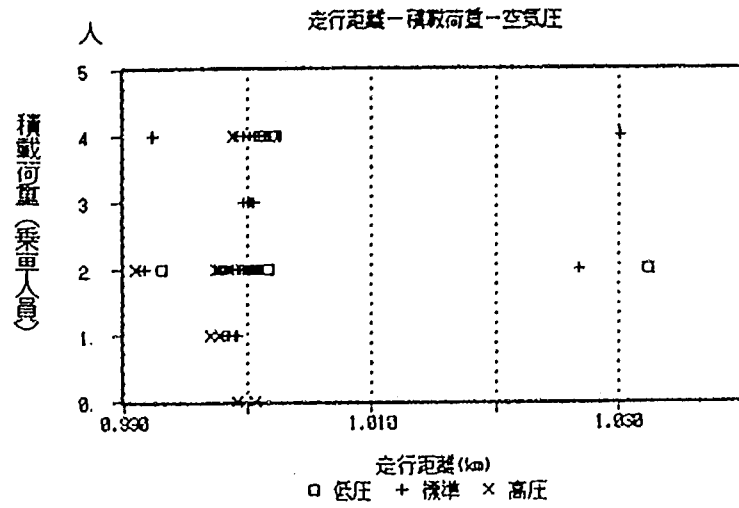
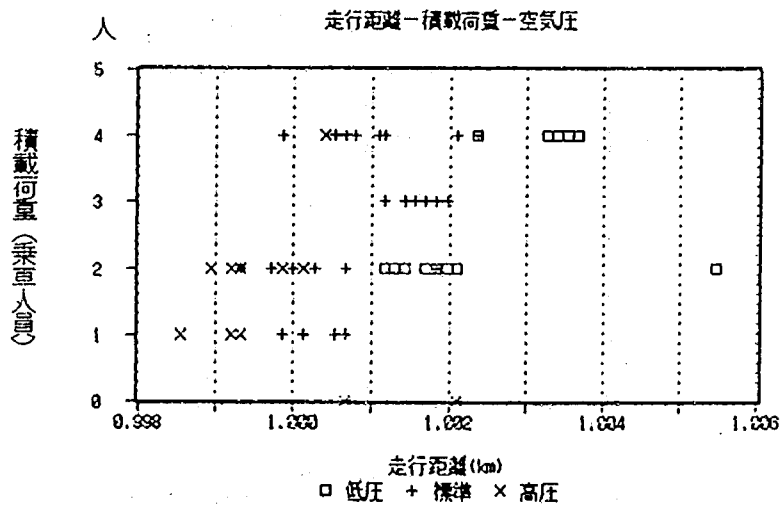


図-10 (2) 空気圧の影響 (補正後)



図一12 (1) 積載荷重・空気圧の影響 (補正前)



図一12 (2) 積載荷重・空気圧の影響 (補正後)

② タイヤ種別については、

ケースA-8において、特異な値が観測されているが、これを除くと個々の車種とタイヤ種別による補正が施されていれば、他の条件の違いによる相対的な差はないと判断された。

表-6 タイヤ種別による相違の検定結果

実験番号	車種	タイヤ	空気圧	積載荷重	段差	走行パターン	タイヤ半径	距離平均値	F値	判定
	乗用車	トラック	低圧高圧	1234	なし1225	定速発進停止減速				
D-7	○	○	○	○	○	○	29.1	1001.45	32.3944	
A-5	○	○	○	○	○	○	29.7	1001.97		
A-8	○	○	○	○	○	○	29.4	1005.48		
D-6	○	○	○	○	○	○	29.7	1000.00	0.0000	×
S-1	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.00		
A-9	○	○	○	○	○	○	29.6	1000.00		
D-5	○	○	○	○	○	○	29.3	999.21	6.4256	×
B-4	○	○	○	○	○	○	30.4	999.37		
B-15	○	○	○	○	○	○	29.9	1001.70		
B-19	○	○	○	○	○	○	29.9	1001.57	2.3358	×
B-20	○	○	○	○	○	○	29.3	1001.37		
D-8	○	○	○	○	○	○	29.1	1000.36		
A-7	○	○	○	○	○	○	29.3	1000.52	0.1811	×
A-10	○	○	○	○	○	○	29.5	1001.10		
D-3	○	○	○	○	○	○	29.1	1001.45		
C-6	○	○	○	○	○	○	29.5	1001.70	1.7545	×
D-2	○	○	○	○	○	○	29.7	1000.00	4.0000	×
C-5	○	○	○	○	○	○	29.8	1000.26		
D-1	○	○	○	○	○	○	29.7	999.34		
C-4	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.13	8.8861	△
D-4	○	○	○	○	○	○	29.3	1000.79	4.5000	×
C-9	○	○	○	○	○	○	29.6	1001.12		

③ 空気圧については、

全体として差があると判断でき、空気圧の変化が測定距離に及ぼす影響が大きいことがわかった。

表-7 空気圧による相違の検定結果

[illegible]

④ 積載荷重については、

空気圧の高い場合、或は硬いバイアスタイヤの場合など積載荷重がタイヤの変形に影響を及ぼしにくい場合には差がないと判断され、他のケースでは、積載荷重の影響があることがわかった。

表一 8 積載荷重による相違の検定結果

試験番号	取組	70t	空気圧	積載荷重	段差	走行パターン	タイヤ	距離	F値	判定
	積載荷重	1225	205070	205070	205070	205070	205070	205070		
B-25	○	○	○	○	○	○	○	29.5	1002.10	
B-27	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.28	
B-21	○	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.66	
B-23	○	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.10	116.1006
B-3	○	○	○	○	○	○	○	30.3	1000.66	
S-1	○	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.00	
B-15	○	○	○	○	○	○	○	29.9	1001.70	
B-19	○	○	○	○	○	○	○	29.9	1001.57	
B-20	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1001.37	
A-7	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1000.52	
B-33	○	○	○	○	○	○	○	30.5	998.55	
B-4	○	○	○	○	○	○	○	30.4	999.37	
A-5	○	○	○	○	○	○	○	29.7	1001.37	
B-29	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.41	117.7225
S-2	○	○	○	○	○	○	○	29.6	1000.00	
A-13	○	○	○	○	○	○	○	29.1	999.37	0.1429
D-5	○	○	○	○	○	○	○	29.7	1000.00	
D-8	○	○	○	○	○	○	○	29.1	1000.66	12.3876
A-9	○	○	○	○	○	○	○	29.5	1000.00	
A-10	○	○	○	○	○	○	○	29.5	1001.10	0.7991
C-6	○	○	○	○	○	○	○	29.5	1001.70	
C-10	○	○	○	○	○	○	○	29.2	1002.36	12.3876
D-2	○	○	○	○	○	○	○	29.7	1000.00	
D-4	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1000.79	18.4645
C-5	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1000.26	
C-9	○	○	○	○	○	○	○	29.5	1001.18	
C-4	○	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.13	
C-8	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1000.39	1.9997
B-26	○	○	○	○	○	○	○	29.6	1002.10	
B-28	○	○	○	○	○	○	○	29.4	1003.67	71.3822
B-22	○	○	○	○	○	○	○	30.0	1001.83	
B-24	○	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.36	16.6213
C-11	○	○	○	○	○	○	○	30.3	999.34	
C-7	○	○	○	○	○	○	○	30.2	999.37	15.4056
B-9	○	○	○	○	○	○	○	30.3	1000.52	
A-1	○	○	○	○	○	○	○	30.0	1000.00	
B-16	○	○	○	○	○	○	○	30.0	1001.33	46.4808
B-13	○	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.36	
B-34	○	○	○	○	○	○	○	30.4	999.21	
B-5	○	○	○	○	○	○	○	30.3	999.21	0.0000
B-2	○	○	○	○	○	○	○	29.6	1001.70	
B-30	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.67	114.3195
B-10	○	○	○	○	○	○	○	30.2	998.08	
A-2	○	○	○	○	○	○	○	30.0	1000.00	
B-17	○	○	○	○	○	○	○	30.0	1001.44	42.3360
B-14	○	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.36	
B-35	○	○	○	○	○	○	○	30.3	999.21	
B-6	○	○	○	○	○	○	○	30.4	999.34	0.5000
B-3	○	○	○	○	○	○	○	29.6	1001.70	
B-31	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.54	100.1657
B-11	○	○	○	○	○	○	○	30.2	1000.13	
B-13	○	○	○	○	○	○	○	30.0	1001.18	56.3281
B-12	○	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.10	
B-35	○	○	○	○	○	○	○	30.1	999.21	
B-7	○	○	○	○	○	○	○	30.5	998.35	1.9997
B-1	○	○	○	○	○	○	○	29.5	1001.31	
B-32	○	○	○	○	○	○	○	29.3	1002.23	11.5343

⑤ 走行パターンについては、

一部のケースに有意な差が見られるが、全体的には個々の車種とタイヤ種別による補正が施されていれば、他の条件の違いによる相対的な差はないと判断された。

表-9 走行パターンによる相違の検定結果

実験番号	車種	タイヤ	空気圧	積載荷重	段差	走行パターン	タイヤ	距離	F値	判定
	種別	種別	低圧高圧	1234	なし	定速発進加速減速	半径	平均値		
B-25	○	○	○	○	○	○	29.5	1002.10	5.3297	△
A-5	○	○	○	○	○	○	29.7	1001.97		
B-26	○	○	○	○	○	○	29.6	1002.10		
B-2	○	○	○	○	○	○	29.6	1001.70		
B-3	○	○	○	○	○	○	29.6	1001.70		
B-1	○	○	○	○	○	○	29.6	1001.31		
B-21	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.66	62.7337	
S-1	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.00		
B-22	○	○	○	○	○	○	30.0	1001.33		
A-1	○	○	○	○	○	○	30.0	1000.00		
A-2	○	○	○	○	○	○	30.0	1000.00		
B-27	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.28	2.2700	×
B-29	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.41		
B-28	○	○	○	○	○	○	29.4	1003.67		
B-30	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.67		
B-31	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.54		
B-32	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.28		
B-23	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.10	19.7006	
A-7	○	○	○	○	○	○	29.8	1000.52		
B-24	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.36		
B-13	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.36		
B-14	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.36		
B-12	○	○	○	○	○	○	29.7	1002.10		
B-8	○	○	○	○	○	○	30.3	1000.66	6.1645	△
B-9	○	○	○	○	○	○	30.3	1000.52		
B-10	○	○	○	○	○	○	30.2	998.08		
B-11	○	○	○	○	○	○	30.2	1000.13	6.0775	△
B-33	○	○	○	○	○	○	30.5	998.56		
B-34	○	○	○	○	○	○	30.4	999.21		
B-35	○	○	○	○	○	○	30.3	999.21	2.3701	×
B-36	○	○	○	○	○	○	30.4	999.21		
S-2	○	○	○	○	○	○	29.6	1000.00		
A-3	○	○	○	○	○	○	29.6	999.74	5.8034	△
A-4	○	○	○	○	○	○	29.6	999.35		
B-4	○	○	○	○	○	○	30.4	999.87		
B-5	○	○	○	○	○	○	30.3	999.21	3.9939	△
B-6	○	○	○	○	○	○	30.4	999.34		
B-7	○	○	○	○	○	○	30.5	998.95		
B-15	○	○	○	○	○	○	29.9	1001.70	4.0000	×
B-19	○	○	○	○	○	○	29.9	1001.57		
B-20	○	○	○	○	○	○	29.8	1001.97		
B-16	○	○	○	○	○	○	30.0	1001.33		
B-17	○	○	○	○	○	○	30.0	1001.44		
B-18	○	○	○	○	○	○	30.0	1001.18		
C-4	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.13		
C-7	○	○	○	○	○	○	30.2	999.37		

- ⑥ 段差（路面状況）については、
全体として測定値に差はないと判断された。

表-10 段差による相違の検定結果

実験番号	車種 乗用車	タイヤ 5.0H 15	空気圧 2.5	積載荷重 125kg	段差 なし	走行パターン 定速 発進 停止 減速	タイヤ 半径	距離 平均値	F 値	判定
D-7	○	○	○	○	○	○	29.1	1001.45	0.0000	×
D-3	○	○	○	○	○	○	29.1	1001.45		
A-5	○	○	○	○	○	○	29.7	1001.97	1.4998	×
C-6	○	○	○	○	○	○	29.5	1001.70		
C-3	○	○	○	○	○	○	29.6	1001.83		
D-6	○	○	○	○	○	○	29.7	1000.00	0.0000	×
D-2	○	○	○	○	○	○	29.7	1000.00		
S-1	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.00	4.7609	×
C-5	○	○	○	○	○	○	29.8	1000.26		
C-2	○	○	○	○	○	○	29.9	1000.66		
D-5	○	○	○	○	○	○	29.8	999.21	0.2500	×
D-1	○	○	○	○	○	○	29.7	999.34		
B-4	○	○	○	○	○	○	30.4	999.87	1.0000	×
C-4	○	○	○	○	○	○	30.1	1000.13		
C-1	○	○	○	○	○	○	30.1	999.87		
B-15	○	○	○	○	○	○	29.9	1001.70	2.3358	×
B-19	○	○	○	○	○	○	29.9	1001.57		
B-20	○	○	○	○	○	○	29.8	1001.97		
B-29	○	○	○	○	○	○	29.3	1003.41	65.2367	
C-10	○	○	○	○	○	○	29.2	1002.36		
D-8	○	○	○	○	○	○	29.1	1000.66		
D-4	○	○	○	○	○	○	29.3	1000.79	0.5000	×
A-7	○	○	○	○	○	○	29.8	1000.52		
C-9	○	○	○	○	○	○	29.6	1001.18	12.3089	△

(3) 回帰分析による解析

本試験における各要因は、名義尺度としての車種、タイヤ種別及び走行条件と数量としての空気圧、積載荷重及びタイヤ半径に分けられる。

解析は、数量化Ⅰ類及び重回帰分析を用いて行った。

a) 数量化Ⅰ類

数量で表現されている空気圧、積載荷重、タイヤ半径についてもカテゴリー化した上で、数量化Ⅰ類を用いた分析を行った。結果を表－１１に示す。

表－１１ 数量化Ⅰ類による分析結果

外的基準 項 目		全ケース		空気圧＋積載荷重		タイヤ種別＋空気圧 ＋積載荷重	
アイテム	カテゴリー	カテゴリー に付与する 数 量	偏相関 係 数	カテゴリー に付与する 数 量	偏相関 係 数	カテゴリー に付与する 数 量	偏相関 係 数
車 種	乗用車	-0.442	0.037	—	—	—	—
	バン	0.035		—		—	
タイヤ種別	乗用ラジアル	-0.490	0.705	—	—	-0.624	0.184
	バンラジアル	0.076		—		0.103	
	バイアス	0.797		—		0.915	
空気圧	低い	1.410	0.944	1.485	0.841	1.419	0.894
	普通	-0.281		-0.326		-0.285	
	高い	-1.149		-1.142		-1.152	
積載荷重	1人	-0.673	0.871	-0.581	0.728	-0.697	0.781
	2人	-0.366		-0.437		-0.364	
	3人	0.778		0.946		0.801	
	4人	0.728		0.759		0.729	
段 差	なし	0.035	0.117	—	—	—	—
	12.5m	-0.153		—		—	
	25.0m	0.003		—		—	
走行 パターン	定速走行	0.050	0.254	—	—	—	—
	急発進	0.052		—		—	
	急停止	-0.106		—		—	
	加減速	-0.237		—		—	
定 数 項		1000.995		1000.995		1000.995	
重相関係数		0.969		0.895		0.933	

全要因を外的基準とした数量化Ⅰ類による分析の結果、測定距離の変動要因として寄与しているものは、空気圧、積載荷重及びタイヤ種別であり、他の要因は、変動の要因とは考えられない。

また、寄与の大きい空気圧、積載荷重及びタイヤ種別の3要因で再度分析を行った結果、タイヤ種別の寄与が激減し、空気圧と積載荷重で測定距離の変動を説明できるという結果が得られた。さらに、空気圧及び積載荷重の2要因のみで数量化Ⅰ類による回帰を行った結果、この2要因のみでも、重相関係数が0.895と高く、空気圧及び積載重量で十分測定距離の変動を説明できることが明らかとなった。

b) 重回帰分析

数量化Ⅰ類による分析の結果抽出された、空気圧、積載荷重及びタイヤ種別の3つの変動要因について重回帰分析を用いて分析を行った。

その結果、3要因を用いた回帰式として、次式が得られた。

$$D = 1006.9 - 0.812 T - 7.497 P + 0.5884 L \quad (r=0.928) \quad \text{式(2)}$$

但し、D：測定装置に設定する補正值

T：タイヤ種別（乗用車用ラジアルの場合1、その他0）

P：空気圧比（空気圧／標準空気圧）

L：乗車人員（人）

(2)式を用いて推計した値と実測値でプロットしたものを図-13に示す。

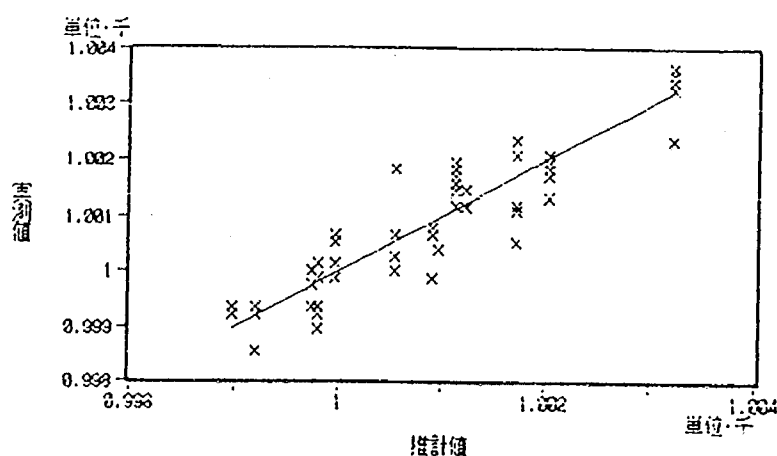


図-13 3要因による回帰分析推計結果

また、空気圧と積載荷重の2要因のみで回帰した結果は、次式に示すとおりである（バンにバン用ラジアルタイヤを装着したケースにより推計）。

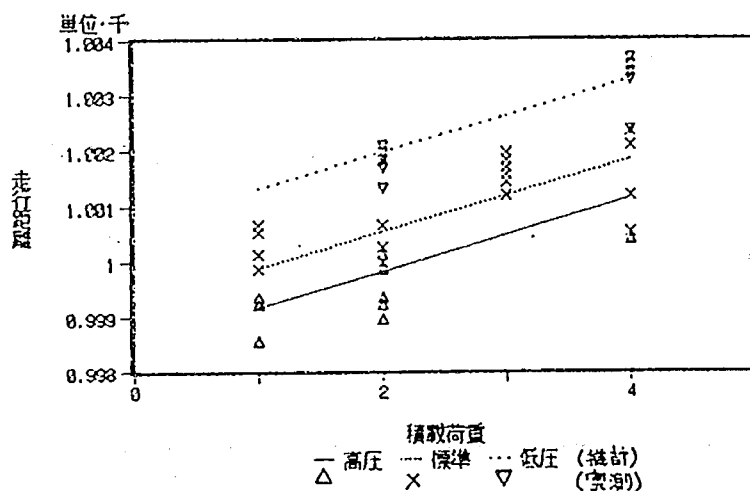
$$D = 1006.4 - 7.191 P + 0.6559 L \quad (r=0.931) \quad \text{式(3)}$$

但し、D：測定装置に設定する補正值

P：空気圧比（空気圧／標準空気圧）

L：乗車人員（人）

(3)式を用いてタイヤ空気圧状態別に求めた回帰線と補正済実測値とを併せて描いたものを図一14に示す。



図一14 2要因による回帰分析推計結果

3.4 装置の校正

(1) 補正係数

試験走路における基本性能試験の結果より、旅行速度測定装置を任意の車両に搭載する場合の校正としては、以下に示す方法を用いることにより高精度での測定が可能となる。

旅行速度測定調査に使用する車両に本装置を搭載し、装着タイヤの標準空気圧の基で試験走行を行い、その測定結果より表－１２と同様なものを作成し、調査に使用する車両と本装置を組み合わせた総合的な基本特性を把握する。

ここで、表－１２の作成方法は以下の通りである。

- ① 試験走行結果から、タイヤの空気圧比と乗車人員を取り上げ、重回帰分析を用いて式（３）のような回帰式を求める。
- ② それぞれ空気圧と乗車人員の組合せた場合、回帰式を用いて補正値を求める。
- ③ 得られた補正値が試験走行の際の計測区間距離となるように係数を求める。

表－１２ 補正係数表

空気圧 人員	1	2	3	4
高 圧	1.0009	1.0002	0.9995	0.9989
標 準	1.0001	0.9995	0.9988	0.9982
低 圧	0.9987	0.9980	0.9974	0.9967

(2) 補正値の適用

実査に際しては、調査時の乗車人員及び空車時のタイヤの空気圧から表－１２を用いて算出した補正係数を、旅行速度測定装置のデータ補正機能を用いて事前に設定することにより、表示及び各ステップの距離及び速度データをより正確に検出し、設定されたステップ間隔毎にステップデータを自動的に記録することができる。

なお、センサス区間等の旅行速度調査に当っては、実用上距離補正が不要となるだけの精度は有している。後述する本装置による収集データの解析方法では、調査時の省力化を図るために別途調査区間の距離を測定し作成した「路線データ」ファイルを用いて解析ソフトにより距離補正を施し、解析を行うものとした。

4. 一般道路におけるデータ収集

4.1 調査方法及び条件

(1) 調査方法の概要

試作した旅行速度測定装置の実用性を検証するため、一般道路での走行車線や走行状態の影響を考慮した走行調査を行いデータの収集を行った。

走行調査を行った対象路線は、以下のとおりである。なお、実査は、昭和63年11月における平日（火～木曜日）について行った。調査日時は、表-13に示すとおりである。

① 国道14号線（両国～小松川付近：図-15参照）

ピーク及びオフピーク時

② 国道15号線（品川～大森付近：図-16参照）

ピーク及びオフピーク時

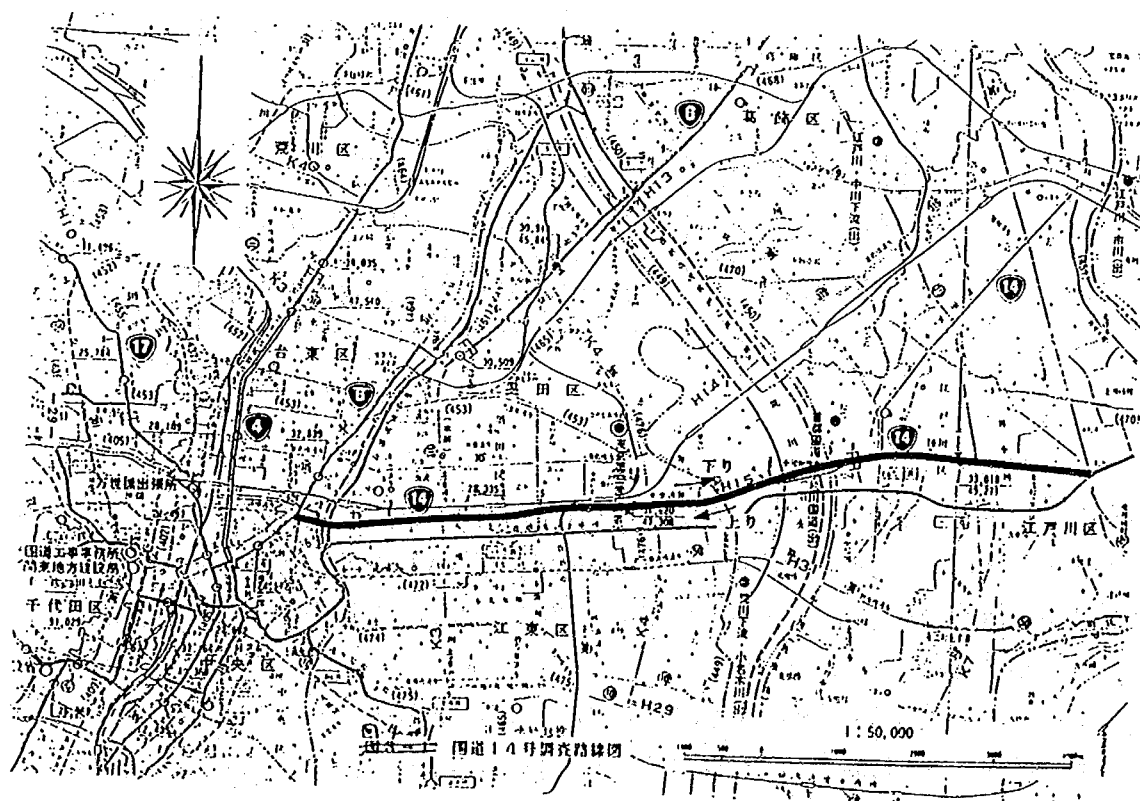


図-15 国道14号調査路線図

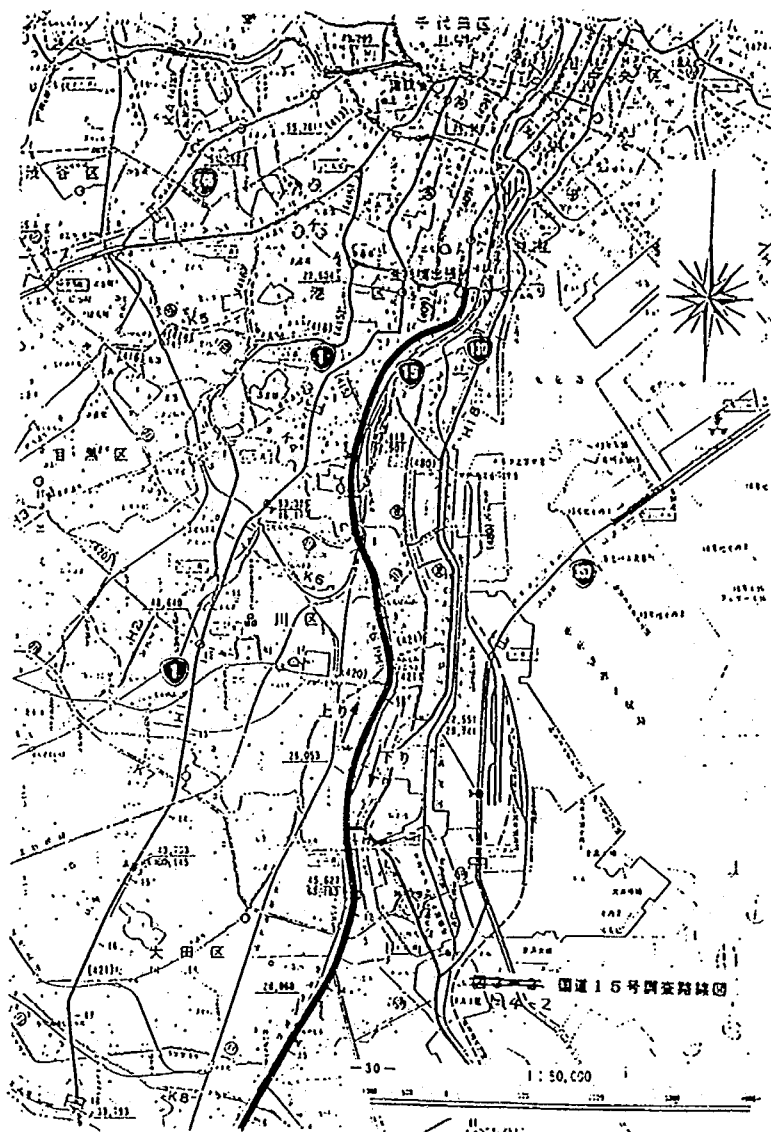


図-16 国道15号調査路線図

表-13 一般道路におけるデータ収集調査日時

対象 道路	時間帯	方向	走行レーン				測定日	開始時	終了時	ステップ 回数
			中央	外側	変更	任意				
国道 14 号	PEEK	上り	○				11月8日	7:15:24	8:13:51	5
	OFF	上り		○			11月8日	10:24:21	11:4:23	5
	PEEK	上り		○			11月9日	7:43:19	8:55:25	5
	OFF	上り	○				11月16日	13:30:40	14:0:31	5
	PEEK	上り	○				11月16日	7:1:28	8:10:23	5
	PEEK	上り		○			11月16日	8:51:27	9:34:21	5
	OFF	上り		○			11月16日	10:25:57	11:21:0	5
	OFF	上り			○		11月16日	14:51:23	15:21:0	5
	OFF	上り	○				11月17日	13:34:56	13:57:31	5
	OFF	上り				○	11月17日	15:49:53	16:15:27	5
	PEEK	上り			○		11月17日	7:0:36	8:32:0	5
	OFF	上り			○		11月17日	14:51:1	15:14:59	5
	PEEK	上り			○		11月17日	8:59:53	9:34:58	5
	OFF	下り				○	11月8日	11:19:0	11:48:10	5
	PEEK	下り				○	11月8日	8:19:14	8:41:30	5
	PEEK	下り	○				11月16日	16:2:10	16:35:31	5
	OFF	下り	○				11月16日	9:54:6	10:20:20	5
	OFF	下り	○				11月16日	11:26:49	11:54:14	5
	OFF	下り	○				11月17日	14:7:49	14:43:20	5
	PEEK	下り	○				11月17日	16:19:43	16:48:38	5
国道 15 号	OFF	上り	○				11月15日	10:31:9	11:33:6	5
	PEEK	上り	○				11月15日	8:22:34	9:26:7	5
	OFF	上り	○				11月15日	13:32:39	14:34:49	5
	PEEK	上り	○				11月15日	7:1:49	7:43:53	5
	OFF	上り		○			11月15日	15:47:45	16:31:48	5
	PEEK	上り		○			11月18日	6:50:2	7:23:52	5
	PEEK	上り			○		11月18日	8:10:33	9:0:49	5
	OFF	上り			○		11月18日	9:50:52	10:51:37	5
	PEEK	下り	○				11月15日	16:40:33	17:28:4	5
	OFF	下り	○				11月15日	9:48:41	10:24:49	5

(2) 車両条件

一般道路におけるデータ収集調査に用いた車両は、前章の基本性能試験と同一の車両（ライトバン）を用いた。

タイヤは、貨客車用ラジアルタイヤを装着した車両であり、タイヤ空気圧は調査期間中を通し車両の標準空気圧（2.2 kg/cm²）とした。

調査時の車両には、運転手、調査員及び助手の3名が乗車し行った。

(3) 走行条件

走行条件としては、渋滞状況の観測及び試験車の走行状況による影響を考慮し、表-13に示すとおり、中央車線走行、外側車線走行、車線変更の繰り返し走行及び任意走行の4種類の走行車線の選択方法を設定し、各測定時とも一般交通の流れに沿って実施した。

(4) 計測項目

一般道路におけるデータ収集で計測及び調査した項目は、以下のとおりである。

a) 旅行速度測定装置によるデータ

旅行速度測定装置により指定ステップ間隔毎の所要時間及びステップ終了時刻等の情報を自動的にフロッピーディスクに記録した。

なお、計測のステップ間隔は、5ステップ（約1m）間隔とした。

b) マーカ情報

旅行速度測定装置によるデータ収集の他に、表-14に示す走行状態をマーカによって記録した。さらに、解析時に必要と思われる各種事象はメモによった。

表-14 マーカ情報一覧表

マーカ種別	内 容
1	交差点通過 (交差点の停止線通過時)
2	渋滞の始終点 (運転手の渋滞感による渋滞の開始・終了点)
3	バス停(14号) (バス停にバスが停車している横を通過した時)
4	交通事故、故障車、駐車車両の位置通過 (交通の障害になる車両等の位置を通過した時)
5	橋梁区間 (大きな橋梁の起終点)
6	停止 (理由の如何にかかわらず停止した時)
7	前方に大型車両がある区間 (前方の大型車による影響を受けた区間の起終点)
8	その他(歩道橋位置) (歩道橋位置及び特記事象のあった場合)

4.2 調査結果

(1) 収集データの概要

各路線別の旅行速度測定装置により収集した調査結果の一覧表を表-15に示す。

表の距離は、ステップデータとして旅行速度測定装置より出力された積算距離ではなく、計測された総ステップ数(N)とステップ間隔により算定したものである。

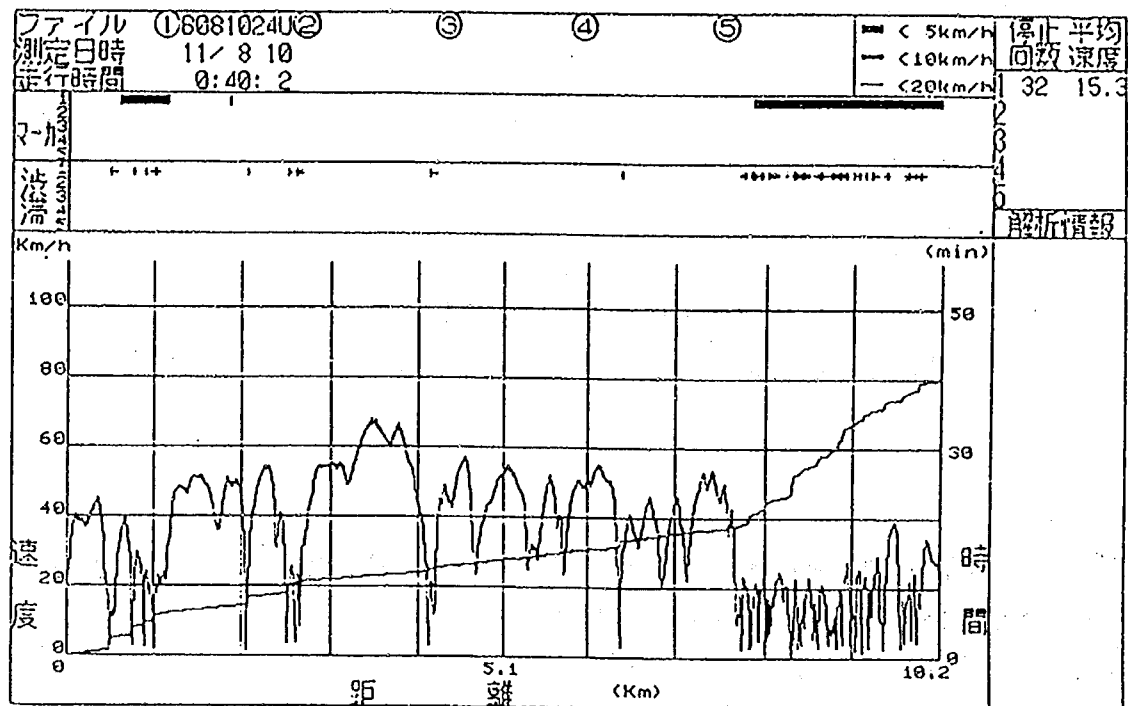
表-15 一般道路におけるデータ収集調査結果一覧

月	時刻帯	方向	走行レーン	中央	外側	内側	車線	ファイル名	測定日	開始時	終了時	ステップ 間隔	走行距離 (km)	走行時間	備考 (地図上の距離)
国道 14号	PEEK	上り	○					0100701U	11月18日	7:11:20	8:10:23	5	10.205	1時間 8分55秒	10.27km
	PEEK	上り	○					0000715U	11月 8日	7:15:24	8:13:51	5	10.210	0時間58分16秒	
	PEEK	上り	○					0000742U	11月 9日	7:43:19	8:55:25	5	10.210	1時間12分 6秒	
	PEEK	上り	○					0100050U	11月16日	8:51:27	9:34:21	5	10.203	0時間42分54秒	
	PEEK	上り	○					0170050U	11月17日	8:50:53	9:34:50	5	10.197	0時間36分 4秒	
	PEEK	上り	○					0170700U	11月17日	7: 0:30	8:32: 0	5	10.207	1時間31分23秒	
	PEEK	下り	○					0101002D	11月16日	10: 2:10	10:35:31	5	10.207	0時間33分22秒	
	PEEK	下り	○					0171019D	11月17日	10:10:43	10:40:30	5	10.204	0時間29分55秒	
	PEEK	下り	○					0000015D	11月 8日	8:10:14	8:41:30	5	10.310	0時間31分17秒	
	OFF	上り	○					0171334U	11月17日	13:34:50	13:57:31	5	10.201	0時間22分34秒	
	OFF	上り	○					0101330U	11月16日	13:30:40	14: 0:31	5	10.190	0時間29分50秒	
	OFF	上り	○					0171549U	11月17日	15:49:53	16:15:27	5	10.190	0時間25分33秒	
	OFF	上り	○					0001024U	11月 8日	10:24:21	11: 4:23	5	10.200	0時間40分 2秒	
	OFF	上り	○					0101025U	11月16日	10:25:57	11:21: 0	5	10.202	0時間55分11秒	
	OFF	上り	○					0101451U	11月18日	14:51:23	15:21: 0	5	10.190	0時間29分37秒	
	OFF	上り	○					0171451U	11月17日	14:51: 1	15:14:50	5	10.197	0時間23分57秒	
	OFF	下り	○					0100954D	11月18日	9:54: 6	10:20:20	5	10.210	0時間26分15秒	
	OFF	下り	○					0101120D	11月18日	11:20:40	11:54:14	5	10.200	0時間33分25秒	
	OFF	下り	○					0171407D	11月17日	14: 7:49	14:43:20	5	10.205	0時間35分31秒	
	OFF	下り	○					0001110D	11月 8日	11:19: 8	11:48:10	5	10.257	0時間29分 1秒	
国道 15号	PEEK	上り	○					C150022U	11月15日	8:22:34	9:20: 7	5	13.054	1時間 3分30秒	13.00km
	PEEK	上り	○					C150701U	11月15日	7: 1:40	7:43:53	5	13.050	0時間42分 4秒	
	PEEK	上り	○					C100650U	11月18日	6:50: 2	7:23:52	5	13.007	0時間33分40秒	
	PEEK	上り	○					C100010U	11月18日	8:10:33	9: 0:40	5	13.071	0時間50分15秒	
	PEEK	下り	○					C151040D	11月15日	10:40:33	11:20: 4	5	13.054	0時間39分31秒	
	OFF	上り	○					C151031U	11月16日	10:31: 9	11:33: 0	5	13.050	1時間 1分57秒	
	OFF	上り	○					C151332U	11月15日	13:32:30	14:34:40	5	13.061	1時間 2分10秒	
	OFF	上り	○					C151647U	11月15日	15:47:45	16:31:40	5	13.040	0時間44分 2秒	
	OFF	上り	○					C100940U	11月18日	9:50:52	10:51:37	5	13.002	1時間 0分46秒	
	OFF	下り	○					C150940D	11月15日	9:40:41	10:24:40	5	13.001	0時間43分 7秒	

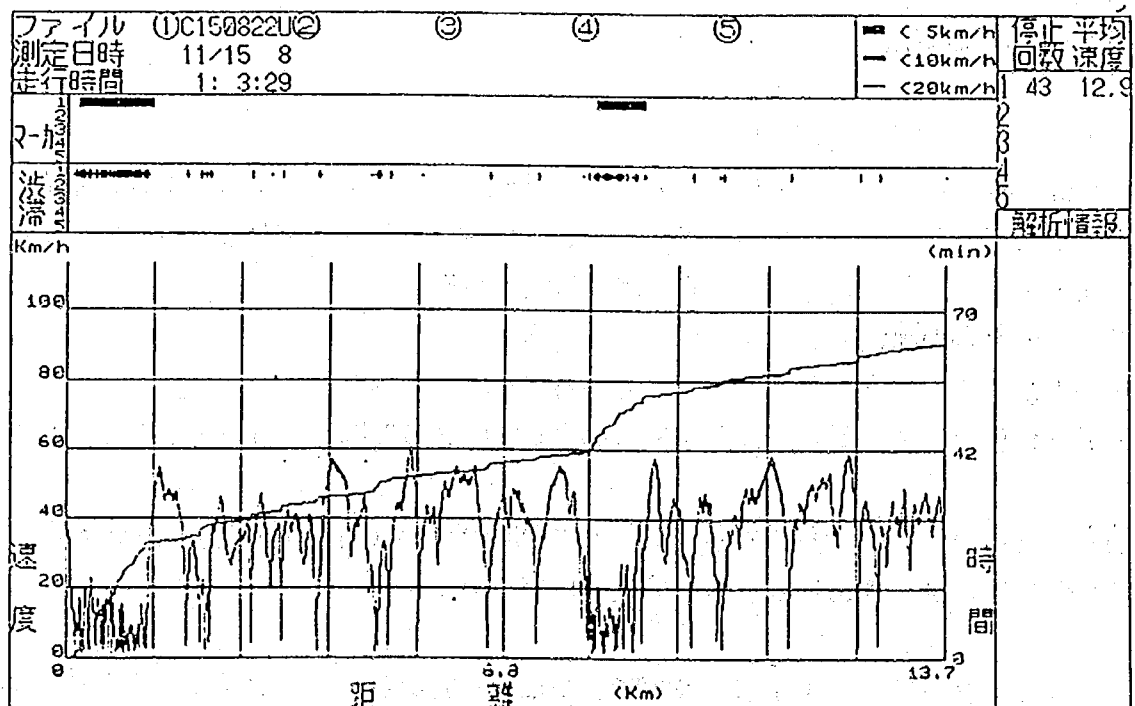
(2) 走行パターン

一般道路の走行パターンとして、後述する旅行速度解析プログラムを用いて「距離－速度」図及び「距離－時間」図を作成した一例を図－17及び図－18に示す。

ただし、図中のマーカ種別表示欄は、運転手が渋滞感を持った区間を表示したものである。



図－17 国道14号 走行パターン例



図－18 国道15号 走行パターン例

5. 渋滞判定に関する検討

5.1 概要

本章では、一般道路における渋滞状況を試験走行データから判別する方法について検討した結果を記述する。

(1) 対象データ

検討に用いた試験走行データは、4章で述べた国道14号、15号(4車線)で調査したものであり、事故、工事等の影響は含まれていない。

また、試験走行と同一時間帯に行ったヘリコプターからのビデオ撮影による車両滞留長調査データ及び調査対象区間内に設置されている車両感知器データも使用している。

なお、滞留長は信号あるいは渋滞等で停止しているであろうと判断される車両またはこれに近い状態の車両群をビデオ画面から読み取り、これを路線図にプロットして、その長さを計測したものである。

(2) 検討方法

渋滞判別は、運転者の渋滞感の有無をベースに考え、以下の2通りについて検討した。

①信号交差点で区切った各区間毎の走行状態で判別する場合

②状態を停止と走行とに分けて扱った場合

なお、本稿でいう停止状態とは、速度が4km/h以下に低下した場合を停止の始まりとし、10km/h以上に回復した場合を停止の終了として、この間を1回の停止と定義しており、これ以外を走行状態として扱った。詳細な根拠等は次節で述べる。

5.2 運転者の渋滞感と交通状況

図-19は、運転者が渋滞感をもつ時の交通状況を、ヘリコプターによる車両の滞留状況調査結果及び車両感知器データからみたものと併せて示したものである。同図から、以下のことがいえる。

- ・ 渋滞感をもつ区間の多くは、大きな滞留状態にある
- ・ 200m未満の滞留で単独のものは、渋滞感をもたない傾向にある
- ・ 短い滞留でも、大きな滞留に接近している場合は渋滞感をもつ
- ・ 渋滞感をもつ場合、車両感知器データの占有率は20%以上、速度は25km/h以下となっている
- ・ 渋滞感をもつ区間内であっても、部分的に速度の高い(占有率の低い)箇所がある
- ・ 渋滞感の末尾は、滞留長よりも幾分長めにでている

なお、ヘリコプターは、対象路線上を短時間で飛行しているため、試験走行車両を途中で捕獲してはいるもののヘリコプターの調査時刻と自動車の到着時刻には、ずれがある。このため、交通状況が変化している可能性があり、この影響で位置的なずれが出ている面もあると思われる。

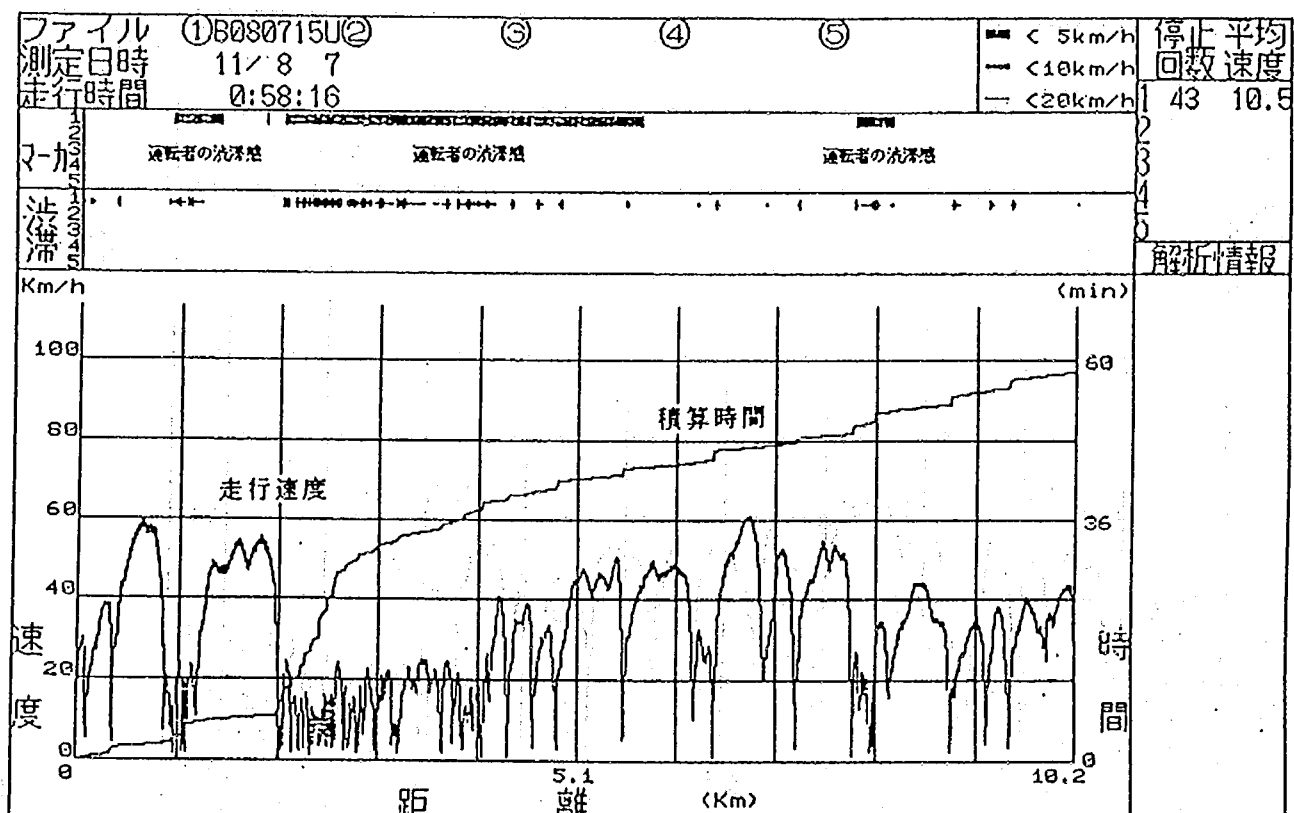
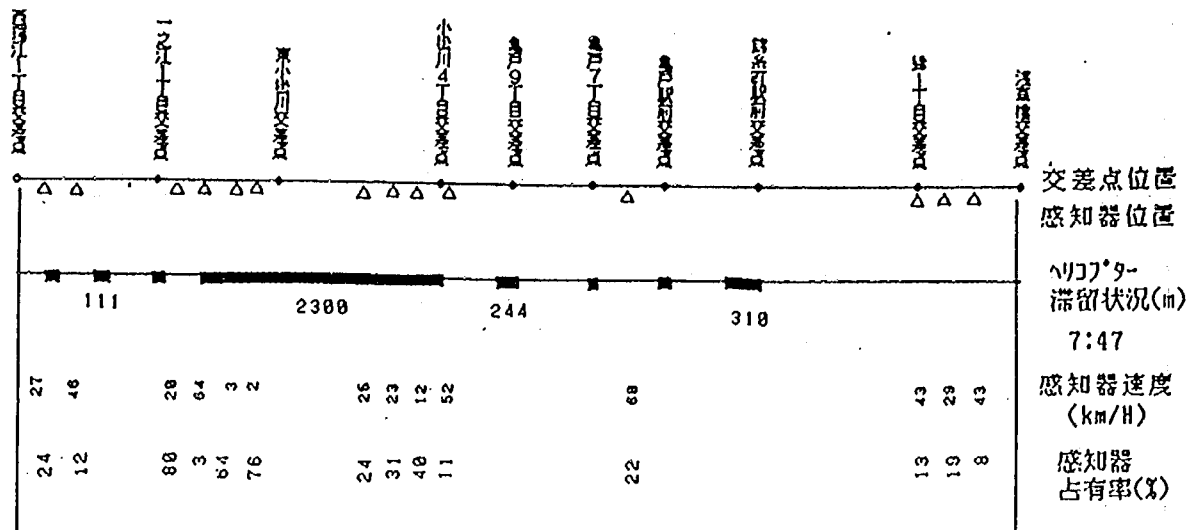
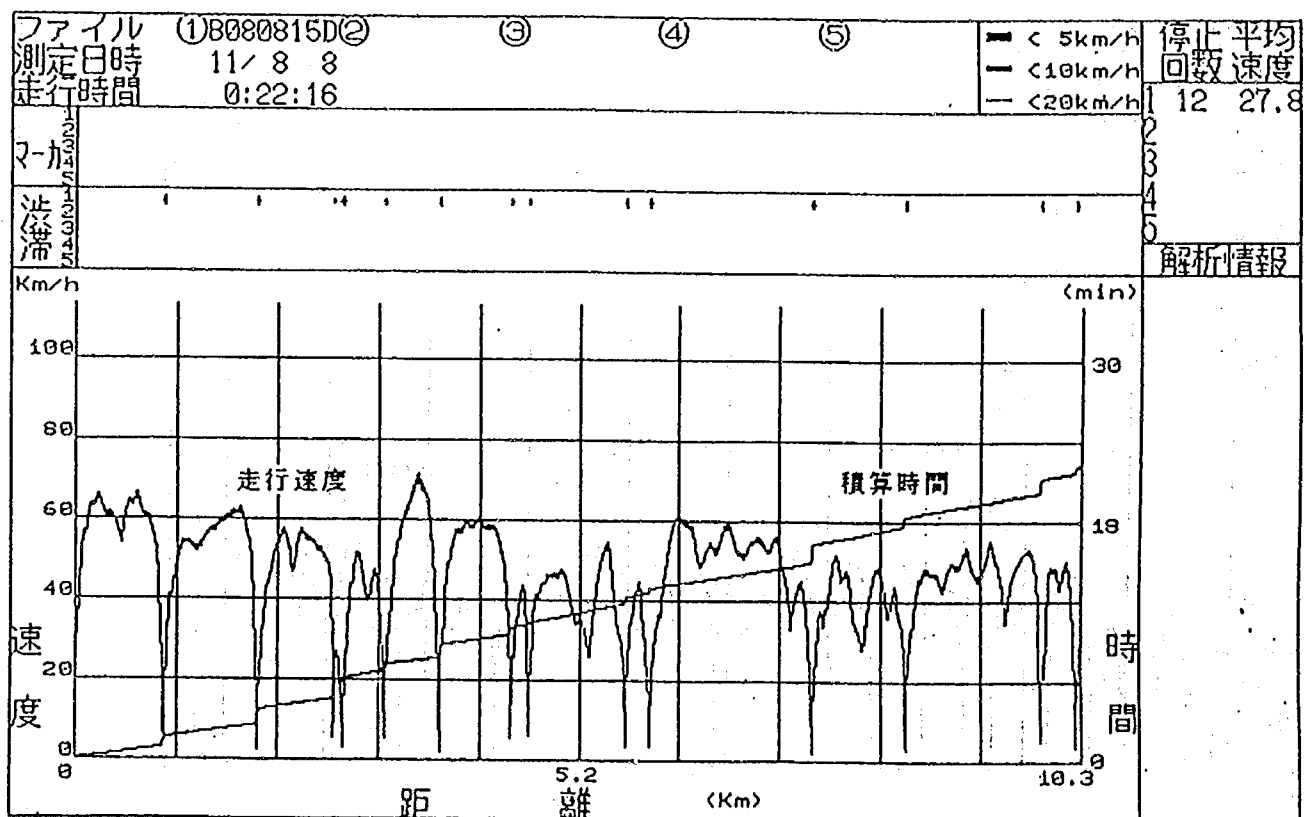
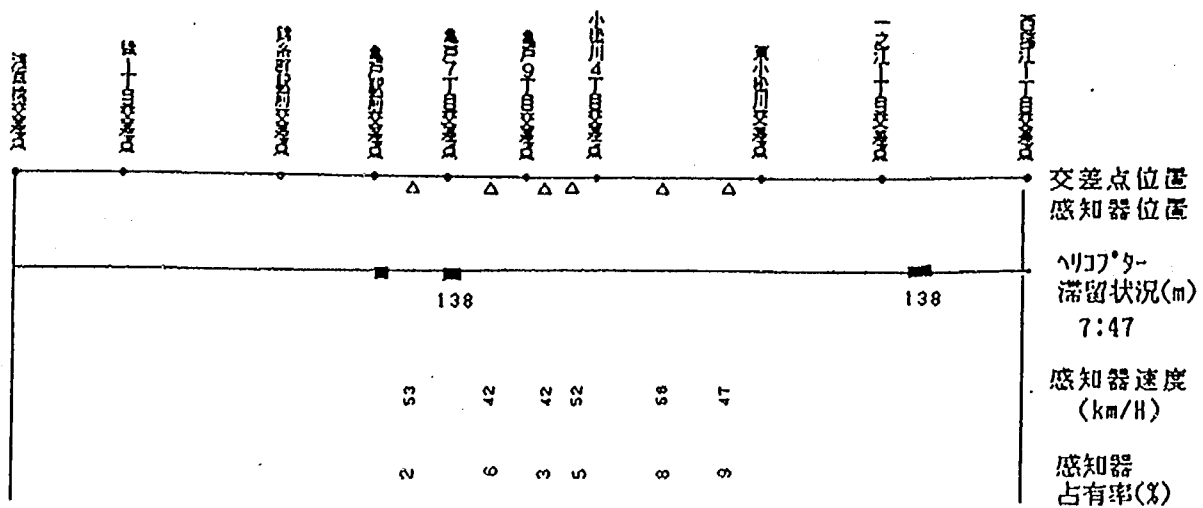


図-19 (2) 実現象との比較 (11月8日7時:国道14号上り)



図一19 (3) 実現象との比較 (11月8日7時:国道14号下り)

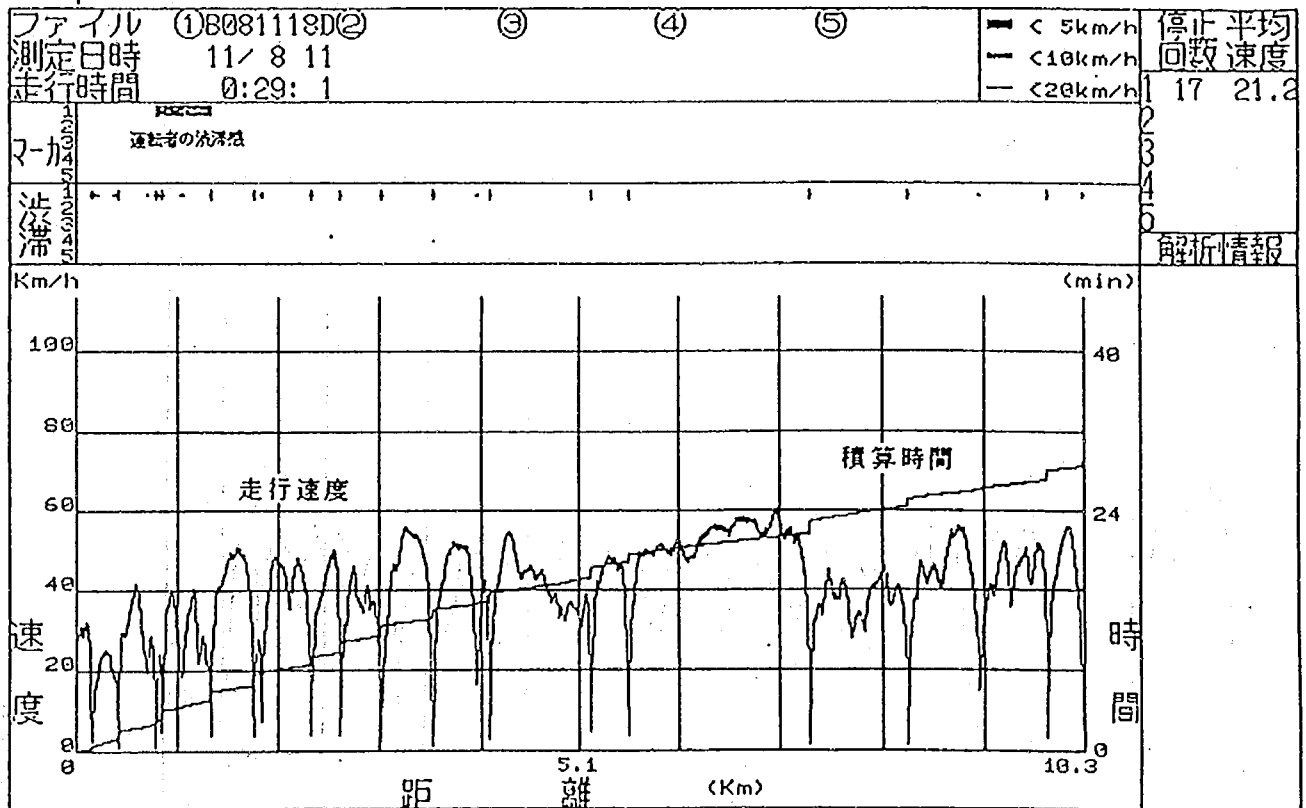
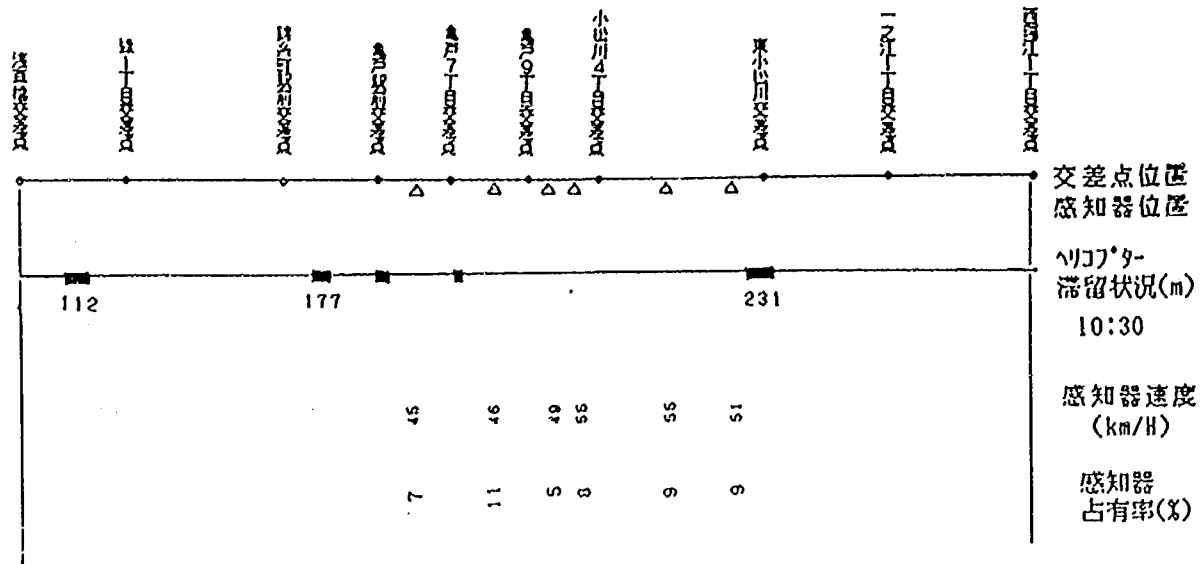


図-19 (4) 実現象との比較 (11月8日10時: 国道14号下り)

5.3 渋滞判別のための要因

(1) 信号交差点間での判別要因

試験走行データから得られる信号交差点区間ごとの停止回数、停止時間、旅行速度、最高速度等の各要因の数値データと渋滞感の有無（有：1，無：0）での数量化データを用いて行った判別分析の結果を表－16に示す。

Free状態（運転者が渋滞感をもたない区間）とJam状態（運転者が渋滞感をもつ区間）双方をうまく判別する要因はみあたらない。しいてあげるならば最高速度が比較的安定している。

また、各要因を組み合わせて行った判別分析結果においても適切なもの（目標判別率80%以上）は得られなかった。

表－16 信号交差点区間単位の走行状況データによる判別率 (%)

	停止回数	停止時間	旅行速度	最高速度	走行速度	停止時間 ／旅行時間	45Km/h以上 での走行距離
Free	95.1 %	88.3	65.1	75.8	58.1	17.2	39.8
Jam	45.4	54.2	76.9	75.3	85.7	47.8	91.6
全体	86.4	82.3	67.2	75.7	62.9	22.5	48.9

	停止回数 ／区間延長	停止回数 と旅行速度	旅行速度 と最高速度	停止回数 と最高速度	停止回数・旅行 速度と最高速度
Free	86.0	95.2	74.7	93.4	88.3
Jam	62.2	45.4	71.3	59.8	68.1
全体	81.8	86.5	74.1	87.5	84.7

(2) 停止と走行状態に分けたときの判別要因

そこで、試験走行データを信号交差点で分割して考えるのではなく、停止状態と走行状態とに分けて扱い、運転者がもつ渋滞感の特性及び各走行状態を現す要因を用いた判別分析を行ってみた。

まず、運転者がもつ渋滞感の特性を整理すると以下の通りである。

1) 渋滞感の特性

① 渋滞感をもつ時の平均速度、最高速度

- ・ 渋滞と感じている場合は、大部分の平均速度が25km/h未満、最高速度は35km/h未満である。
- ・ 渋滞感のない場合は、高い速度で長い距離を走行し、渋滞感をもつ場合は低速でかつ短い距離の移動に留まっている。

② 渋滞感の起終点

- ・ 運転者の感じる渋滞の起終点と実際の走行状況を比較すると、起点側は、速度低下となると直ちに渋滞に入ったと感じているが、終点については、渋滞を抜けて通常走行に入った後しばらく（平均150m程度）走行してから渋滞が終了したと感じている。
- ・ 渋滞区間の途中では、比較的高い速度（平均35km/h）で走行できても渋滞の継続と感じている部分がある。

③ 渋滞感と走行距離

- ・ 停止状態における移動距離（速度が4km/h以下になってから次に10km/hになるまでに移動した距離）は、渋滞感をもたない場合には20m以下が大部分であるが、渋滞感をもつ場合は比較的長い距離を移動し、中には200m以上も移動するケースもみられる。
- ・ 走行状態における移動距離は、渋滞感をもたない場合は300m以上が比較的多い（66%）が、渋滞感をもつ場合は200m以下が大部分（91%）である。

④ 渋滞感と走行時間

- ・ 走行状態における走行時間は、渋滞感をもつ場合には1分以内が大部分（95%）である。
- ・ 停止状態における停止時間は、渋滞感をもたない場合は1分以内が90%を占めているが、渋滞感をもつ場合には2分以上にも及ぶケースもある。

渋滞感をもつ場合は停止時間が長く、いざ走行を開始してもその走行距離は最大300m程度で再停止の状態になってしまう。

しかし、渋滞感のない場合は、停止時間が1分以内で走行状態になり、その走行距離も長い。

2) 渋滞の判定要素

上記解析結果より、ある走行状態或は停止状態が渋滞か否かを判定する要素として以下のことがいえる。

- ・ 平均速度、走行時間（停止時間）は、走行状態および停止状態の渋滞判定に有効であろうと考えられる。

- ・最高速度は、走行状態の渋滞判定に有効であろうと推察される。
- ・走行距離は、走行状態の渋滞判定に有効であるが、走行距離があまり短い場合の判定は困難であろうと推察される。
- ・走行状態のデータを用いた渋滞判定の方が、停止状態のものより明確に判定できるであろうと思われる。

3) 判別分析

走行状態及び停止状態別に、平均速度、最高速度、走行時間（停止時間）、走行距離を用いて判別分析を行った。走行状態の判別結果を表－17に示す。

なお、停止状態における渋滞の判別は表－18に示すように、いずれの要因を用いても判別率が低く（Free側が60～80%、Jam側 が35～45%程度の判別率）、適用性が低いことがわかった。

表－17 走行状態区間データによる判別率 (%)

	平均速度	最高速度	走行時間	走行距離	平均速度 と最高速度	平均速度 と走行時間
Free	73.2 %	73.2	61.5	59.8	73.4	73.2
Jam	91.3	88.7	88.7	96.7	91.0	91.3
全体	81.3	80.2	73.8	76.5	81.3	81.3

	平均速度 と走行距離	最高速度 と走行時間	最高速度 と走行距離	平均速度・最高 速度と走行時間	平均速度・走行 時間と走行距離	4要因
Free	74.0 %	73.4	74.0	73.6	75.3	74.6
Jam	90.5	88.5	87.9	91.0	89.2	89.2
全体	81.5	80.2	80.3	81.5	81.6	81.2

表－18 停止状態区間データによる判別率 (%)

	平均速度	停止時間	走行距離
Free	75.2 %	62.4	88.2
Jam	40.3	47.6	35.0
全体	59.2	55.6	63.7

5.4 判別方法の提案

これまでの検討結果から、渋滞の判別方法として走行状態のデータを用いた以下の方法を提案する。単独要因を用いた判別分析の結果より、判別関数値が0となる閾値を求めた結果を表一19に示す。

表一19 判別関数及び閾値

	平均速度 (χ_1)	最高速度 (χ_2)	走行時間 (χ_3)
判別関数	$Z=0.212\chi_1$ -4.653	$Z=0.132\chi_2$ -4.414	$Z=0.035\chi_3$ -1.378
閾値	21.9km/h	33.4km/h	39.4sec

以上の結果から渋滞の判定基準として、数値の丸めを行い以下の通り設定した。

- ・平均速度20km/h以下は、渋滞
- ・最高速度35km/h以下は、渋滞
- ・走行時間40秒以内は、渋滞

この要因を単独及び組み合わせた場合の渋滞判別率を中率を表一20に示す。

表一20 渋滞判別率の中率

要因の組合せ	的中率 (%)		
	渋滞区間	非渋滞区間	総合
平均速度	78.0	86.4	81.8
最高速度	71.7	91.3	80.5
走行時間	60.5	89.0	73.3
平均速度+最高速度	78.2	85.4	81.5
3要因	79.0	80.3	79.7

的中率でみる限りは、走行時間単独のケース以外は大きな差がないが、図一20から判断すれば、平均速度+最高速度のケースが最も実態に近い。

従って、本稿での結論としては、平均速度と最高速度を用いた渋滞判定方法を提案する。すなわち平均速度が20km/h以下かつ最高速度が35km/h以下の時に渋滞と判定することとする。

なお、図からも明らかなように、短い区間については渋滞あるいは非渋滞の連続性が考慮されていないため不自然な判定結果となっている部分がある。そこで、この連続性の基準として300m（注）未満の区間については、前後区間の状態と同様であるという補正を行うことにした。その最終結果が図中、渋滞判定欄の下段に示したものである。

注）300mの根拠

幹線道路の代表的交差点で1青現示で捌ける台数から滞留長換算すると概ね300m程度であろうと推定される。

信号サイクル：130sec

青時間比：0.53

停止密度：110台/km（ ≈ 9.1 m/台）

飽和流：1800台/青1h（2.0sec/台）

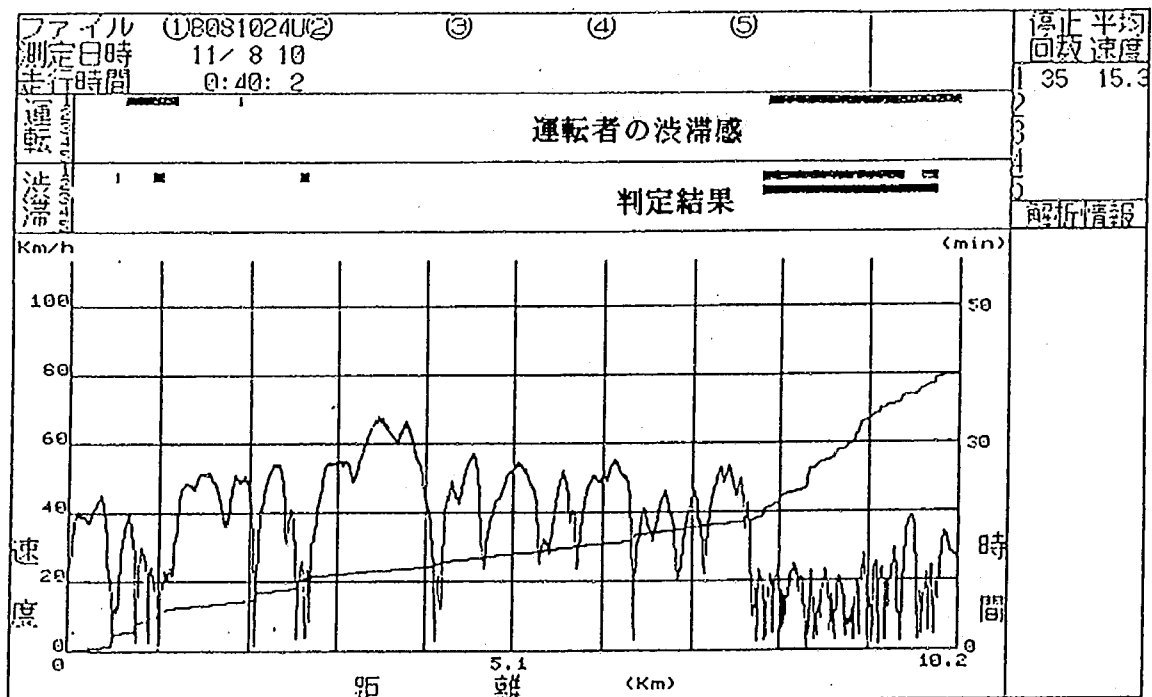
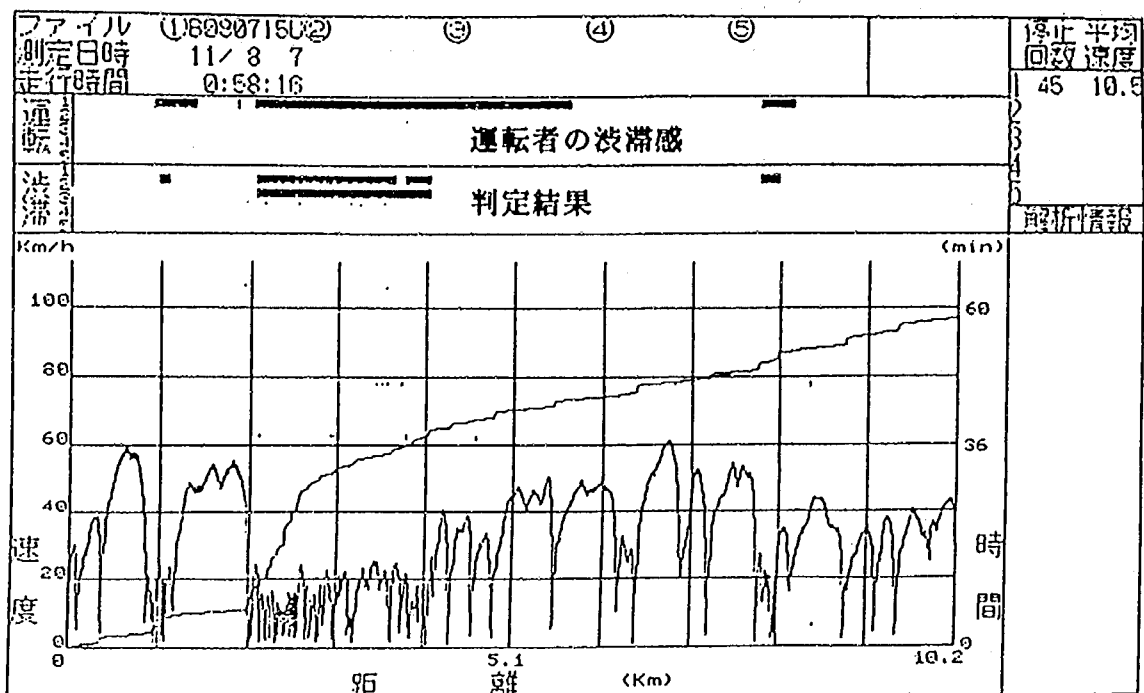
と仮定すると1回の青時間で捌ける台数は

$$130\text{sec} \times 0.53 \div 2\text{sec/台} \approx 34\text{台}$$

34台分の滞留長は310m程度となる。

交差点における信号1回待ちは通常渋滞とは言えない。

従って、1青現示で捌ける300m程度の滞留長は一概に渋滞とは判定し難い。



図一20(1) 渋滞判定結果(平均速度、最高速度による判定)

渋滞情報欄の上段は補正前の判定結果で、下段は300m未満の区間に対して判定補正を施した結果を示している。

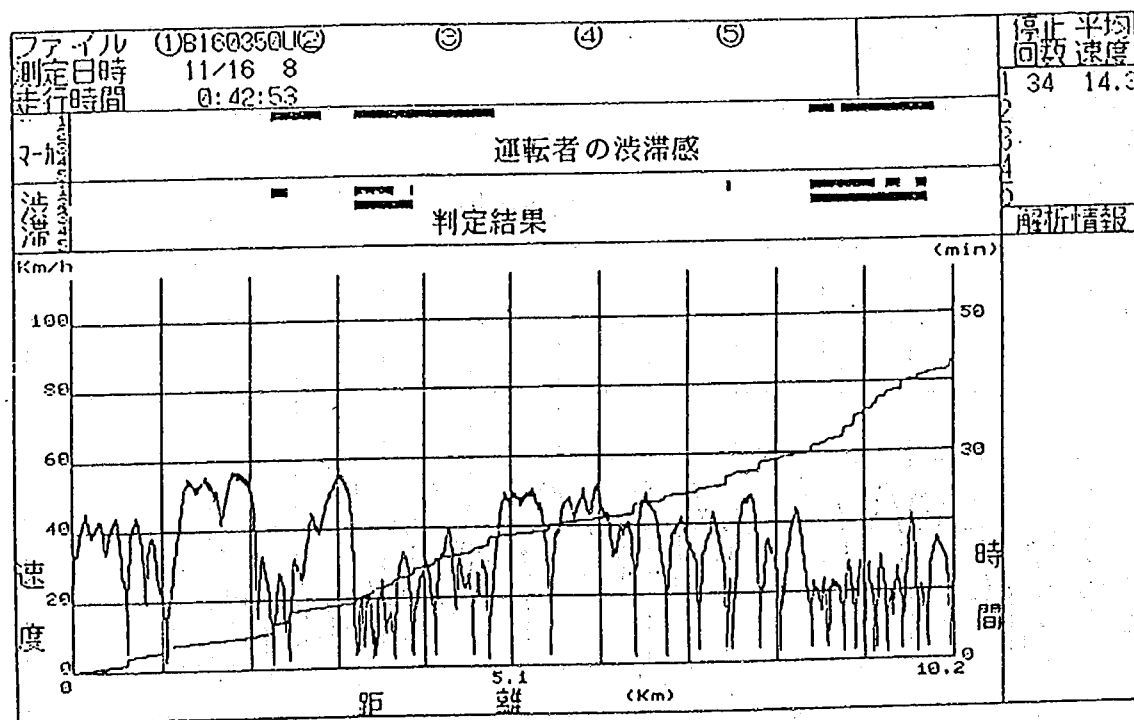
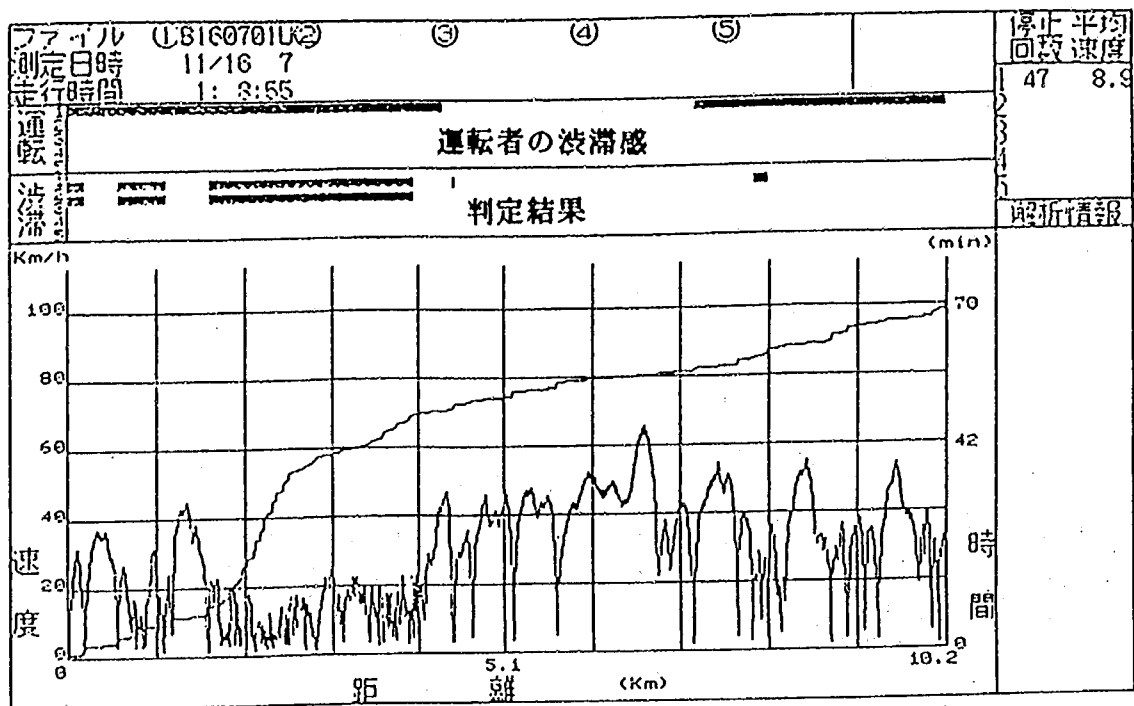
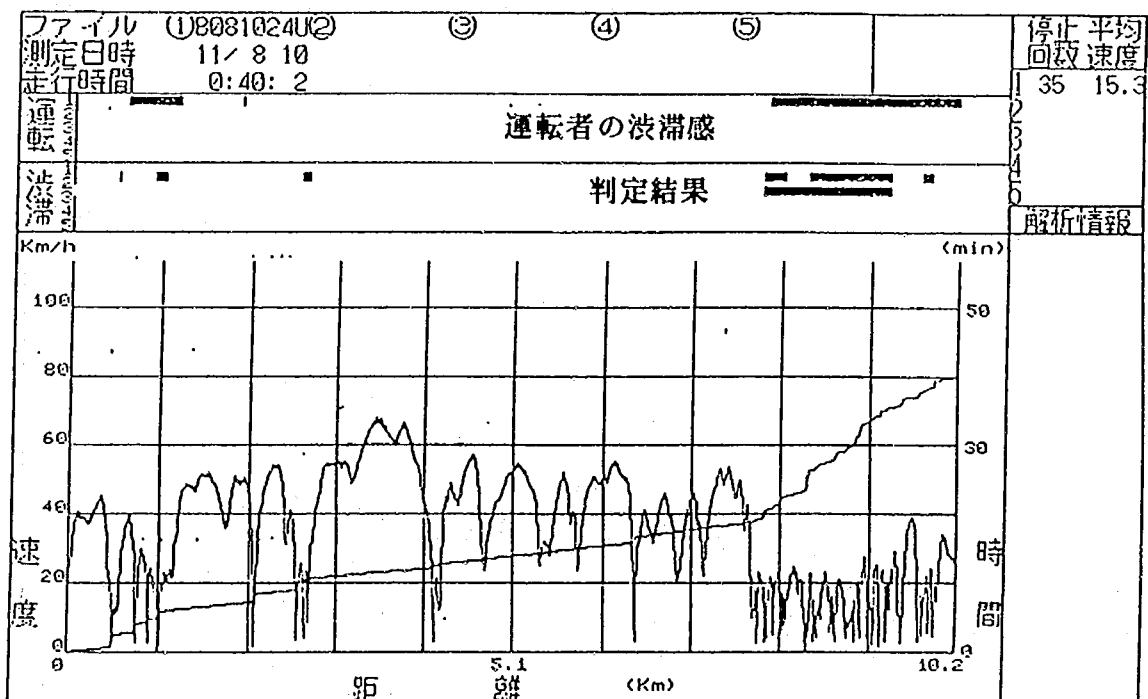
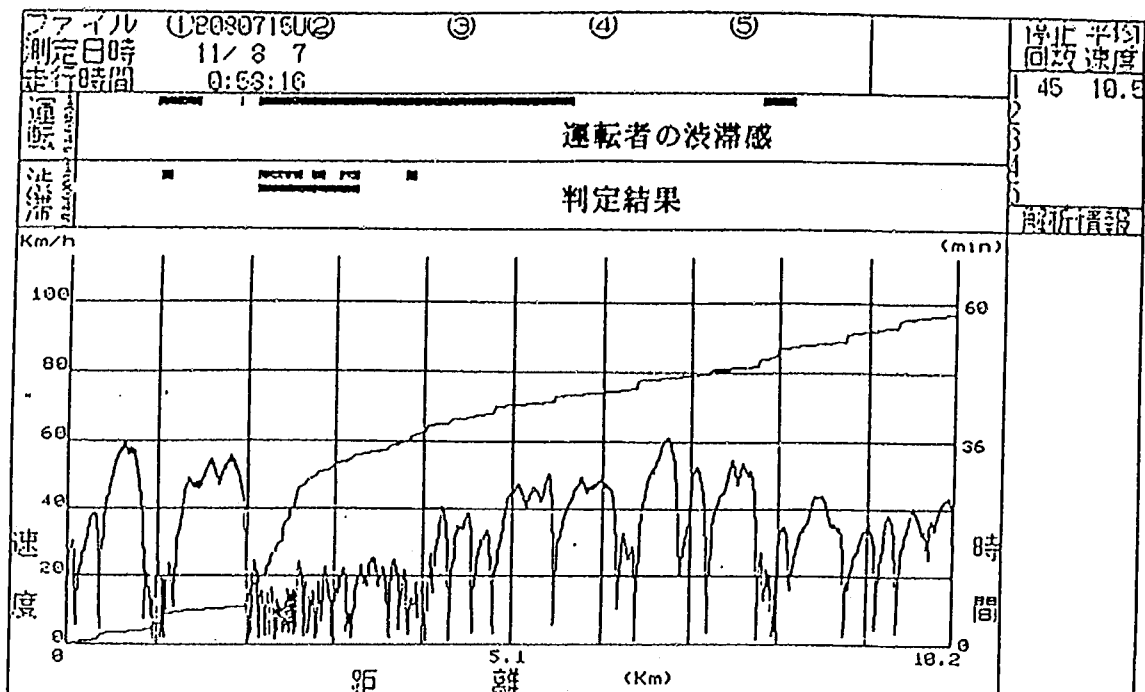


図-20 (2) 渋滞判定結果 (平均速度、最高速度による判定)

渋滞情報欄の上段は補正前の判定結果で、下段は300m未満の区間に対して判定補正を施した結果を示している。



図一20 (3) 渋滞判定結果 (平均速度、最高速度、走行時間による判定)

渋滞情報欄の上段は補正前の判定結果で、下段は300m未満の区間に対して判定補正を施した結果を示している。

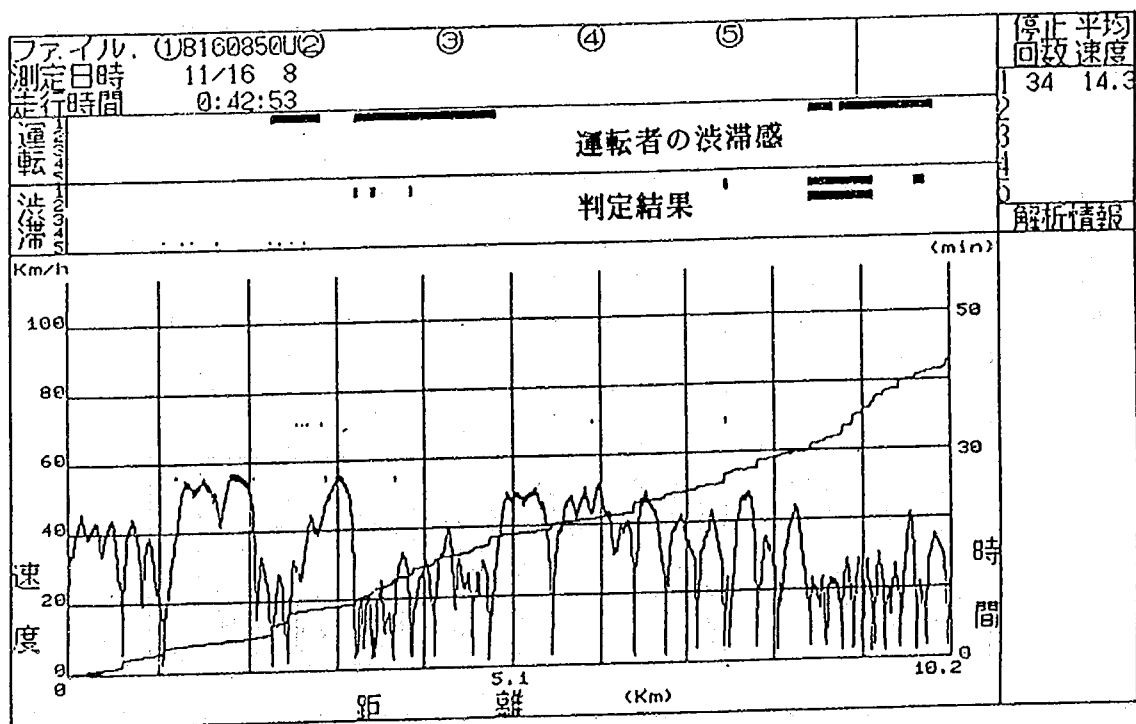
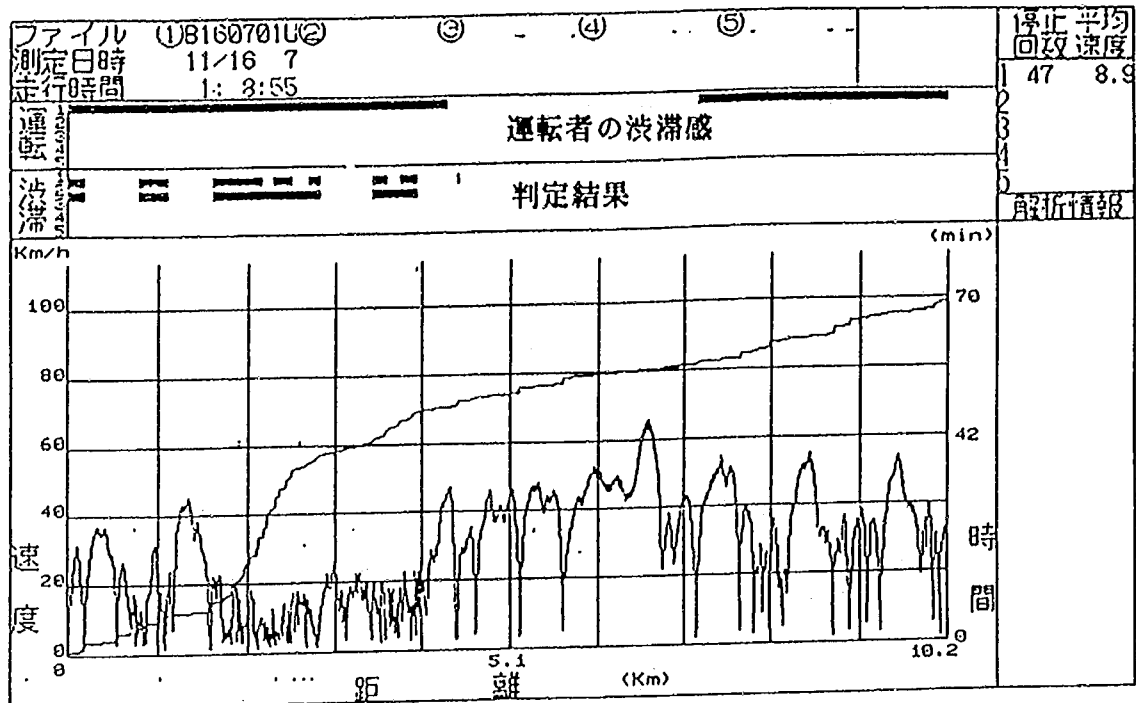


図-20 (4) 渋滞判定結果 (平均速度、最高速度、走行時間による判定)

渋滞情報欄の上段は補正前の判定結果で、下段は300m未満の区間に対して判定補正を施した結果を示している。

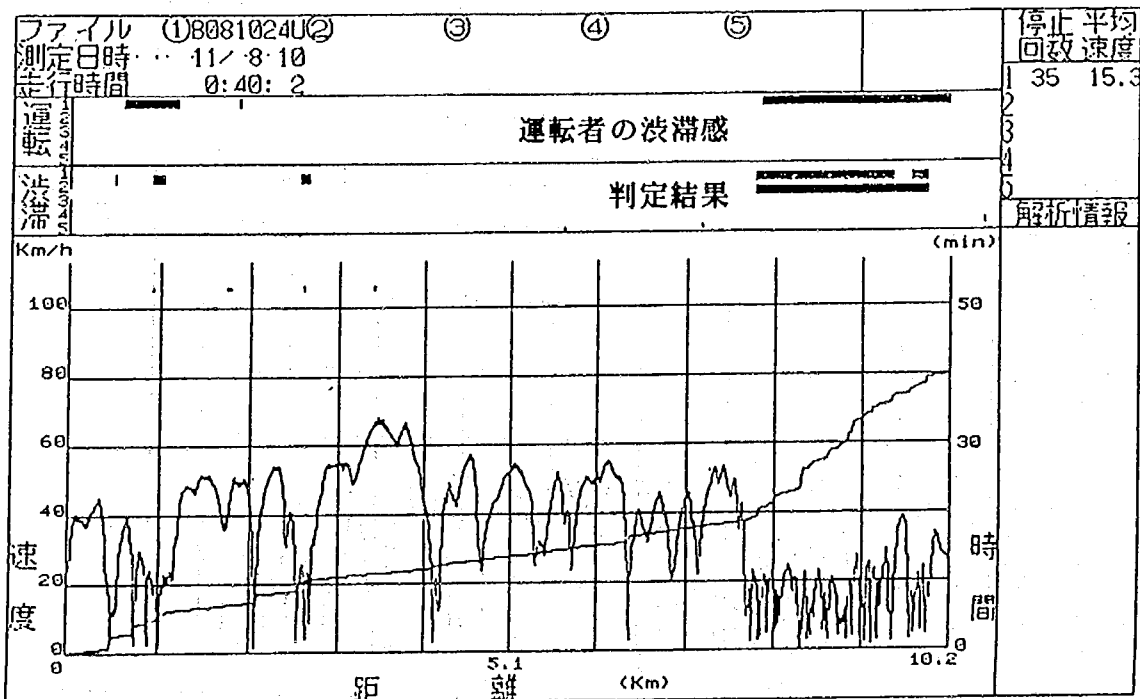
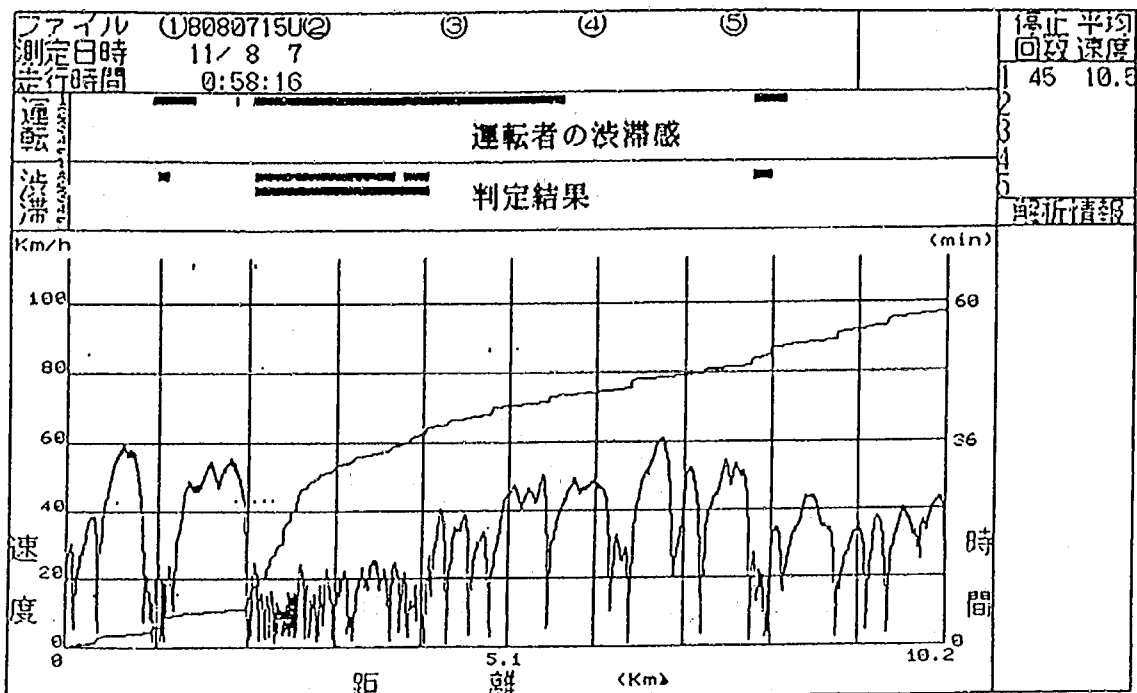
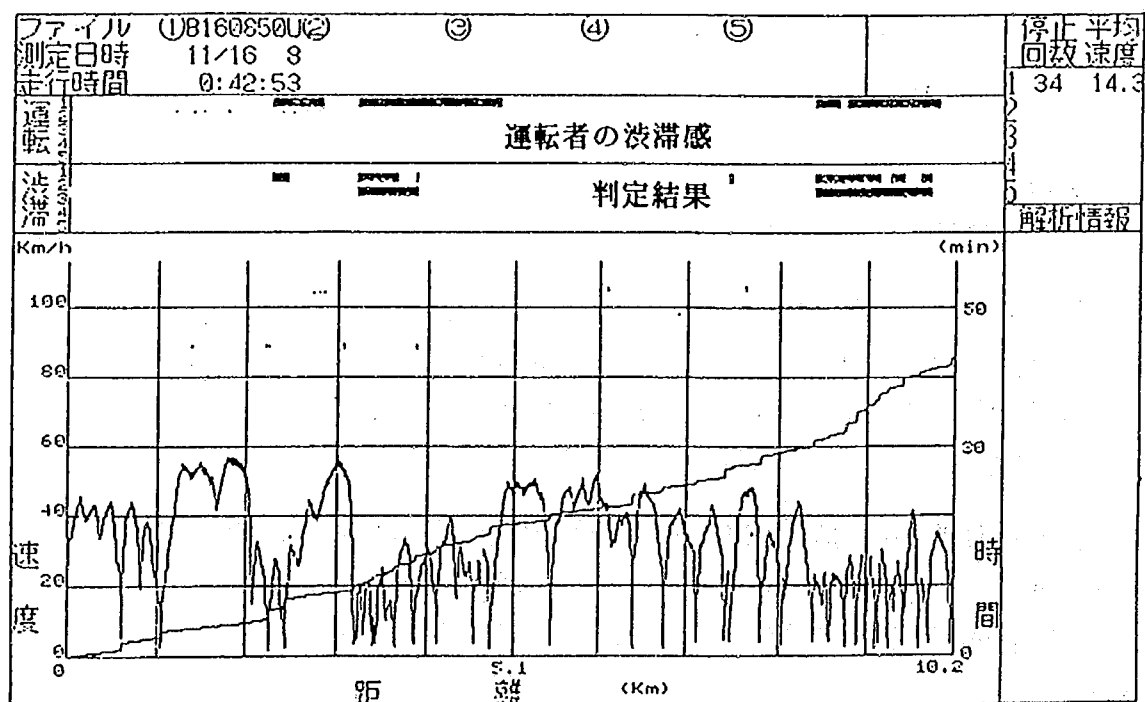
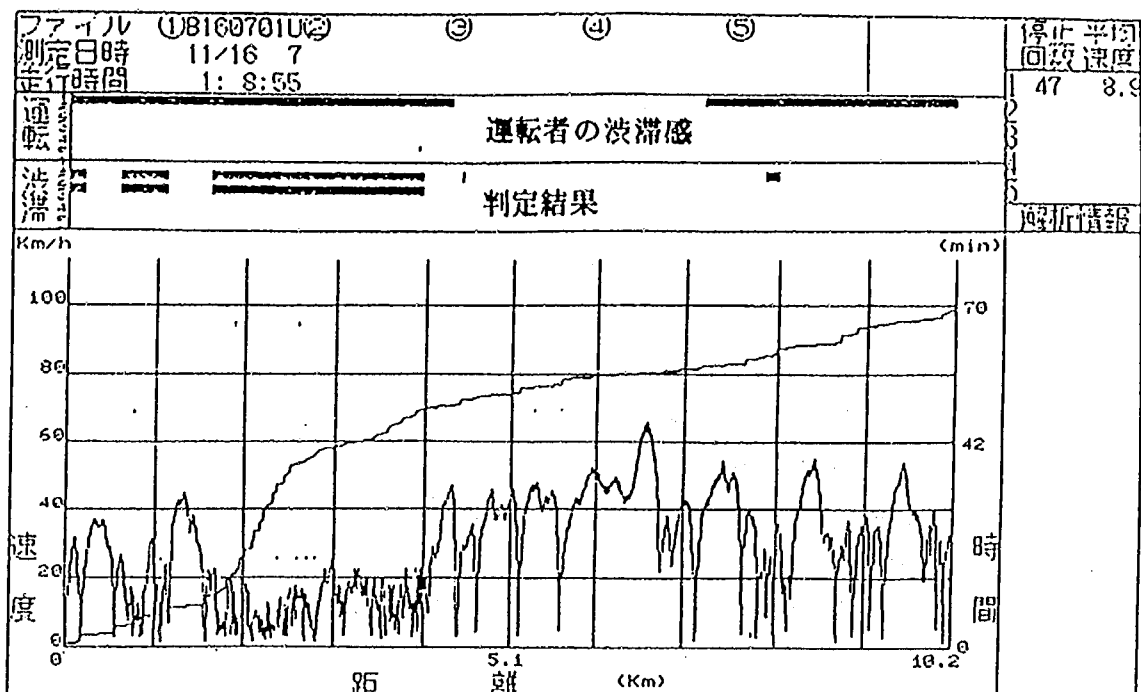


図-20 (5) 渋滞判定結果 (平均速度による判定)

渋滞情報欄の上段は補正前の判定結果で、下段は300m未満の区間に対して判定補正を施した結果を示している。



図一20(6) 渋滞判定結果(平均速度による判定)

渋滞情報欄の上段は補正前の判定結果で、下段は300m未満の区間に対して判定補正を施した結果を示している。

6. 解析プログラムの開発

6.1 データ解析方法の概要

一般道路における調査結果（収集データが記録されたフロッピーディスク）を用いて、調査対象区間の交通状況を把握する方法及び調査対象区間の交通状況の解析が容易に可能となる解析用プログラムの開発を行った。

なお、これらの解析に必要なプログラムはパソコン上でBASIC言語を用いた。

6.2 交通状況の把握解析方法

旅行速度測定装置によって測定した走行距離と走行時間に対して、調査対象区間に係る別途作成の「路線データ」ファイルを用いて解析ソフト上で補正を施すことで、十分精度の高い旅行速度データが得られる。従って調査時の簡素化を図ることも考慮して、一連の調査・解析で交通状況を把握できる手法の検討を進めた。

交通状況あるいは走行状態を表す指標として、「走行速度」、「走行時間」、「走行距離」、「停止回数」、「渋滞区間」、「渋滞長」、「走行パターン」など多くの指標があるが、これらの指標を求めるために必要となる基本的な要素として、走行速度、停止及び渋滞に関するものが考えられる。そのため、走行速度については速度の算定方法を、停止に関しては停止の判定方法を、また、渋滞に関しては渋滞の判定方法をそれぞれ検討することとした。

6.3 速度の算出方法

旅行速度測定装置による収集データから、速度としては以下の3種類を算出することができる。

- ① ある地点での瞬間速度
- ② 停止・渋滞等の遅れを含む総所要時間（旅行時間）と走行距離より算定する旅行速度
- ③ 車両が実際に動いた時間で総所要時間から停止時間を除いたもの（走行時間）と走行距離から算定する走行速度

ここで、走行距離の短い旅行速度は瞬間速度であると考えることができるため、各速度の算定において検討すべき点は、瞬間速度の算定方法と停止時間の判定である。

なお、調査目的がセンサス区間等の旅行速度調査に限定される場合には、本節に示すような検討は必要ない。

(1) ステップデータの瞬間速度

基本性能試験における収集データの中から、ステップ間隔を「2（約40cm）」とした場合と「5（約1m）」とした場合について、個々のステップ間距離と所要時間より算定した瞬間速度を示したものが図-21と図-22である。これらの図は、定速走行をしている任意の100m区間を示したものである。

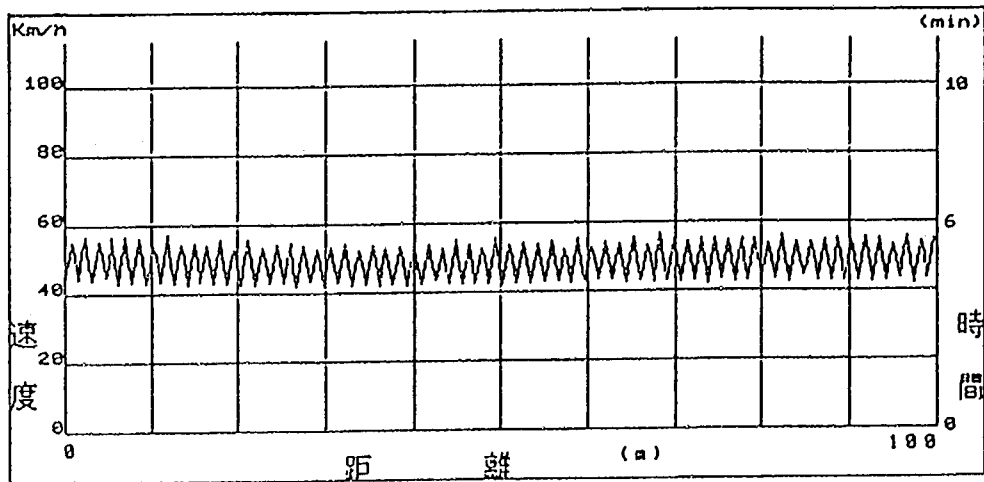


図-2.1 瞬間速度の変動（ステップ間隔2（40cm間隔）の場合）

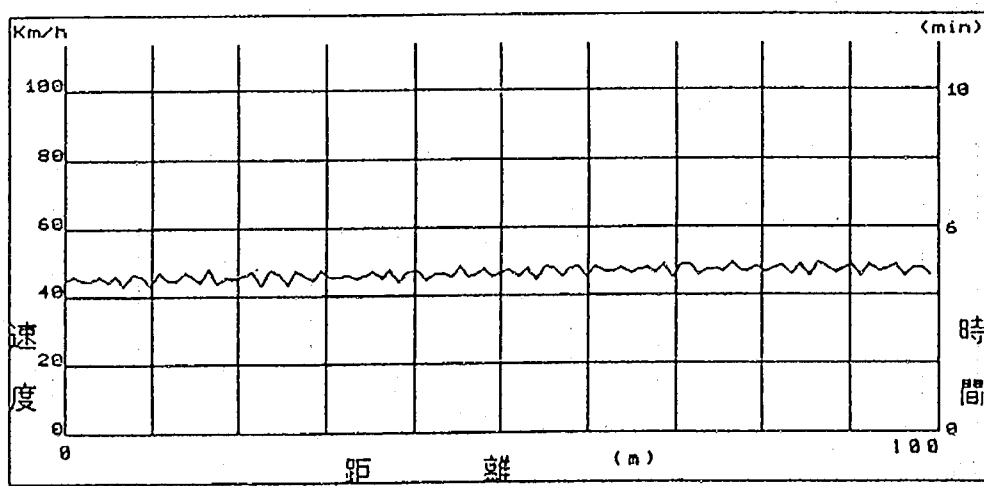


図-2.2 瞬間速度の変動（ステップ間隔4（1m間隔）の場合）

図から、一定速度で走行しているにもかかわらず、ステップ間隔2(約40cm)の場合には最大で15km/h以上の変動が見られる。このように、ステップ間隔が小さい場合ほど瞬間速度の変動が大きく表れていることが分かる。この傾向はステップ間隔を大きくすると減少し、ステップ間隔50(約10m)では、変動はほとんど認められなくなることが分かった。

図-21に示す変動の原因は、車両及び速度検出器の機械的なものと考えられるが、瞬間速度の算定には補正が必要であろうと考える。

特に、実用化に際しては、ステップ間隔は5(約1m)あるいは10(約2m)程度が予想されるため、個々のステップデータから速度を直接算定することは大きな速度変動を残すこととなり、解析に当って不都合を生ずる可能性がある。

(2) 瞬間速度の算定方法

各ステップデータの瞬間速度の変動の影響を小さくする方法として、以下に示す2つの方法が考えられる。

- ① 瞬間速度の移動平均を用いて平均化する方法
- ② 速度算定区間を統合化する方法

後者の速度算定区間を統合化する方法は、ステップ間隔を大きくした場合と同じであるため、ここでは、前者の平均化する方法で検討を行うこととした。

図-21に示される変動をステップデータで見ると、変動の周期はほぼ4ステップ/サイクルであることがわかった。このため、4ステップの平均速度を用いることにした。この平滑化方法によって、どの程度平滑化できるかを見るために最も変動の大きなステップ間隔2(約40cm)の場合について平滑化を行ったものが図-23である。

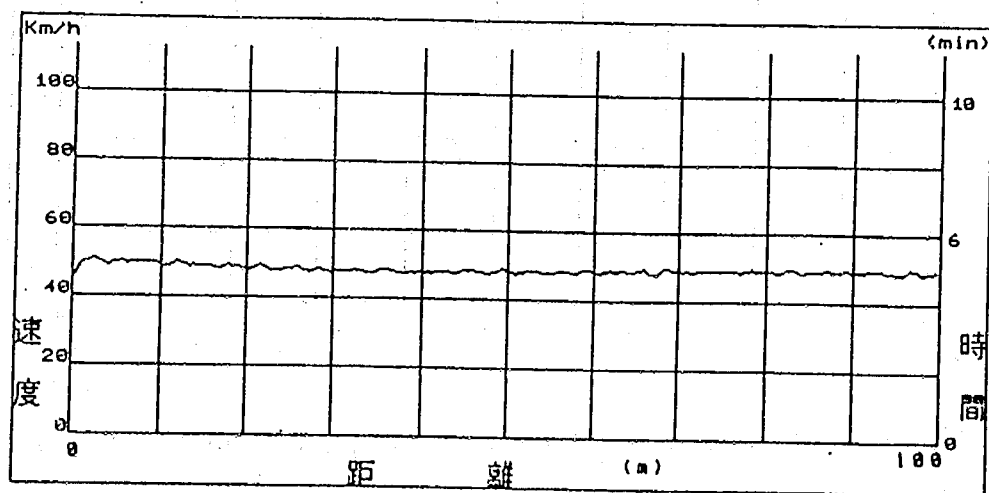


図-23 平滑化された瞬間速度(ステップ間隔2(40cm間隔))

その結果、図に示すように速度の平滑化としてはほぼ満足できるものであることが分かった。ただし、この瞬間速度の算定方法には、停止している場合でも停止前の速度の影響が現れることや解析プログラムによる処理速度の低下が問題として残る。

しかし、停止に近い状態のステップデータでは、速度が相当低くなるため瞬間速度の変動が少なくなり、停止の判定においては、平滑化されていない瞬間速度を用いた判定が可能である。

このため、走行速度の変化あるいは渋滞判定に用いる最高速度を算出する場合にのみ、平滑化する方法を取り入れることとした。

なお、信号交差点間あるいは発進から停止に至るまでの特定区間等の旅行速度の算定では、区間長と所要時間がそれぞれ長いため、上記に示す瞬間速度のような変動の問題はない。

6.4 停止回数の判定方法

旅行速度測定装置は、一定距離（設定したサンプリング間隔）を移動する所要時間を計測するため、完全に停止した場合でもその瞬間速度は、理論的には0 km/hとはならない。また、完全に停止した場合でなくても、人間の感覚では、停止と考える走行状態も多い。

そこで、停止とはどのような速度になった時点か、また、再度動き出したと考えられるのはどのような速度になった時点を言うのかを明確にする必要がある。

(1) 停止状態の開始

一般道路における走行調査において、各停止毎に入れたマーカを用いて、人間が停止と判断した時の速度を求めるため、停止マーカの前後で最も速度の低くなった点を停止点であるとし、本調査により得られた収集データの集計を行った。

その結果、約400個の停止状態のサンプルから、図-24に示すような停止時の速度の分布が得られた。図から分かるように、停止速度としては大部分が2 km/h以下となっている。

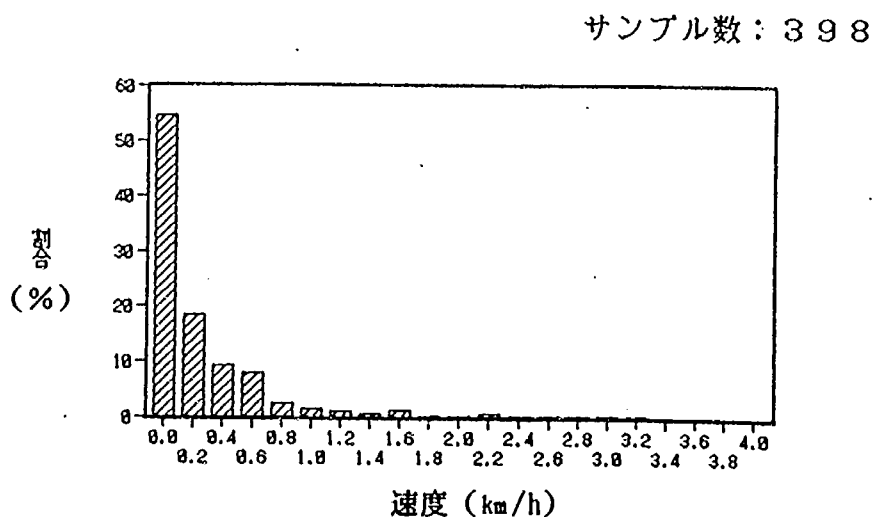


図-24 停止速度の分布例

ただし、この2 km/hという速度は、サンプリング間隔5（約1 m）の場合であり、その他のサンプリング間隔では、本装置の特性から異なる速度となる。特に、サンプリング間隔が大きい場合には、1ステップの距離が長いことため2 km/hより大きめの速度となることが想定される。

以上のことから、収集データの停止状態の判定に用いる速度としては、他の調査等で一般的に用いられている人間の平均的歩行速度（4 km/h程度）が、本収集データの解析にあたっても実用的であると思われる。

(2) 停止状態の終了

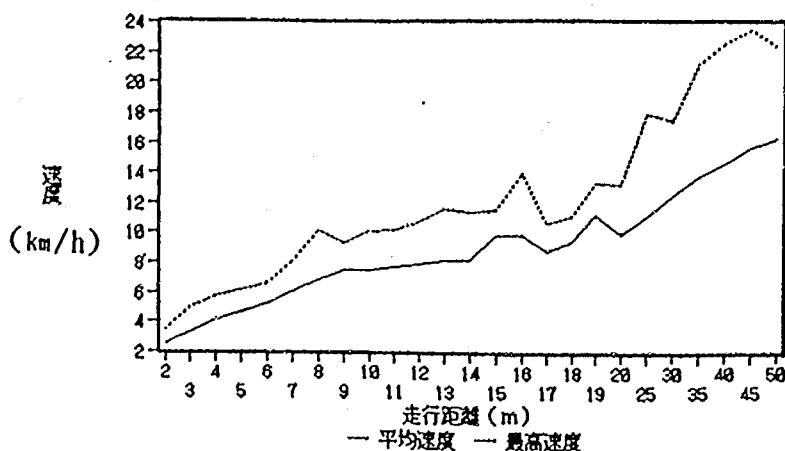
停止状態から走行状態になる場合の速度については、1回の停止状態終了に関する資料が無い
ため、一義的には設定できない。そこで、停止状態（2 km/h以下の走行状態）から発進し、再び
停止状態になるまでに走行した距離とその間の最高速度を集計し、停止状態の終了条件を考える
こととした。

一般道路における走行調査で収集したデータの中から、再停止するまでの走行距離別平均速度
と最高速度を抽出した結果が表－21である。

また、再停止するまでの走行距離が50 m以下のものについて示したものが図－25である。

表－21 走行距離帯別の平均速度及び最高速度

走行距離 (m)	平均速度 (km/h)	最高速度 (km/h)
2	2.6	3.5
3	3.3	5.0
4	4.1	5.7
5	4.7	6.1
6	5.3	6.6
7	6.1	8.1
8	6.8	10.1
9	7.5	9.3
10	7.5	10.1
11	7.8	10.2
12	7.9	10.8
13	8.2	11.6
14	8.2	11.3
15	9.8	11.5
16	9.8	13.9
17	8.8	10.6
18	9.4	11.1
19	11.2	13.3
20	9.9	13.2
25	11.1	17.9
30	12.5	17.4
35	13.8	21.2
40	14.6	22.6
45	15.7	23.5
50	16.2	22.4
>50	40.2	83.7



図一25 走行距離帯別の平均速度及び最高速度

一般的には、再停止するまでの距離が短い場合、停止状態の継続と捉えられる。しかし、再停止するまでの距離として、どのくらいの距離までが停止状態の継続と考えるかについては、現在客観的な基準がない。

しかし、図一25中、再停止するまでの距離が約20m程度までのサンプルでは、最高速度が約10km/h程度となっていることから、この速度を停止状態の終了速度と想定することも可能であろう。

以上のことから、停止状態については、以下に示すように定義することとした。

- ① 通常走行から4km/h以下に速度が低下した場合、「停止」の始まりとする。
- ② 停止状態から動き始めて10km/h以上となった場合、停止状態が終了したものとする。
- ③ 停止状態になった後、停止が終了するまでは、1回の停止とする。

6.5 渋滞状況の判定方法

旅行速度測定装置による収集データの解析時における渋滞区間の判定方法は前章で提案したように、まず前述の停止判定基準を基に走行状態と停止状態とに分け、走行状態について渋滞の判定を行う。その後、停止状態の渋滞判定を実施する。さらにその後、判定区間長の短いものについては当該判定区間の前後の区間と同一判定状態であるとの補正を行い、渋滞区間を確定するものとした。

この過程を詳細に述べると、以下のとおりである。

① 走行状態、停止状態の判定

停止判定基準を基に走行状態と停止状態とに分ける。停止判定基準は、4km/h以下に速度が低下し、10km/h以上となるまでを停止状態、それ以外は走行状態とする。

② 走行状態の渋滞判定

平均速度が20km/h以下でかつ最高速度が35km/h以下の区間を渋滞の候補区間とする。それ以外の走行状態は非渋滞候補区間となる。

③ 停止状態の渋滞判定

直前の走行状態が渋滞区間の候補となっている場合のみ、当該停止状態の区間も渋滞の候補区間と判定し、直前の区間に加算する。それ以外の停止状態の区間は非渋滞候補区間となる。

④ 渋滞・非渋滞区間の確定

渋滞・非渋滞の各候補区間の区間長が300m以下のものは、前後区間と同様の状態であると考え渋滞・非渋滞区間補正を行い、確定する。

6.6 解析プログラムの作成

本解析プログラムは、旅行速度測定装置により収集した「データ」ファイルと別途作成しておいた「路線データ」ファイルを組合せて、調査区間における「旅行速度」、「停止回数」の算出及び渋滞区間を自動的に抽出し、画面表示をする。さらに、渋滞区間の解析情報をプリンタあるいはフロッピーディスクへ出力させることにより、交通渋滞の実態把握を経歴も含めて信頼性の高い情報として容易に提供できるような解析支援プログラムの作成を行った。

なお、路線データファイルは同一調査区間内において解析時に考慮する必要がある信号交差点及び特異点（車線数減少地点等）等の距離データを対象路線別に路線図等から作成したものである。

また、本解析ソフトは同一区間の調査日時等の異なる収集データファイルを同時に5ファイルまで解析処理することが可能である。図-26に解析プログラムのフローチャートを示す。

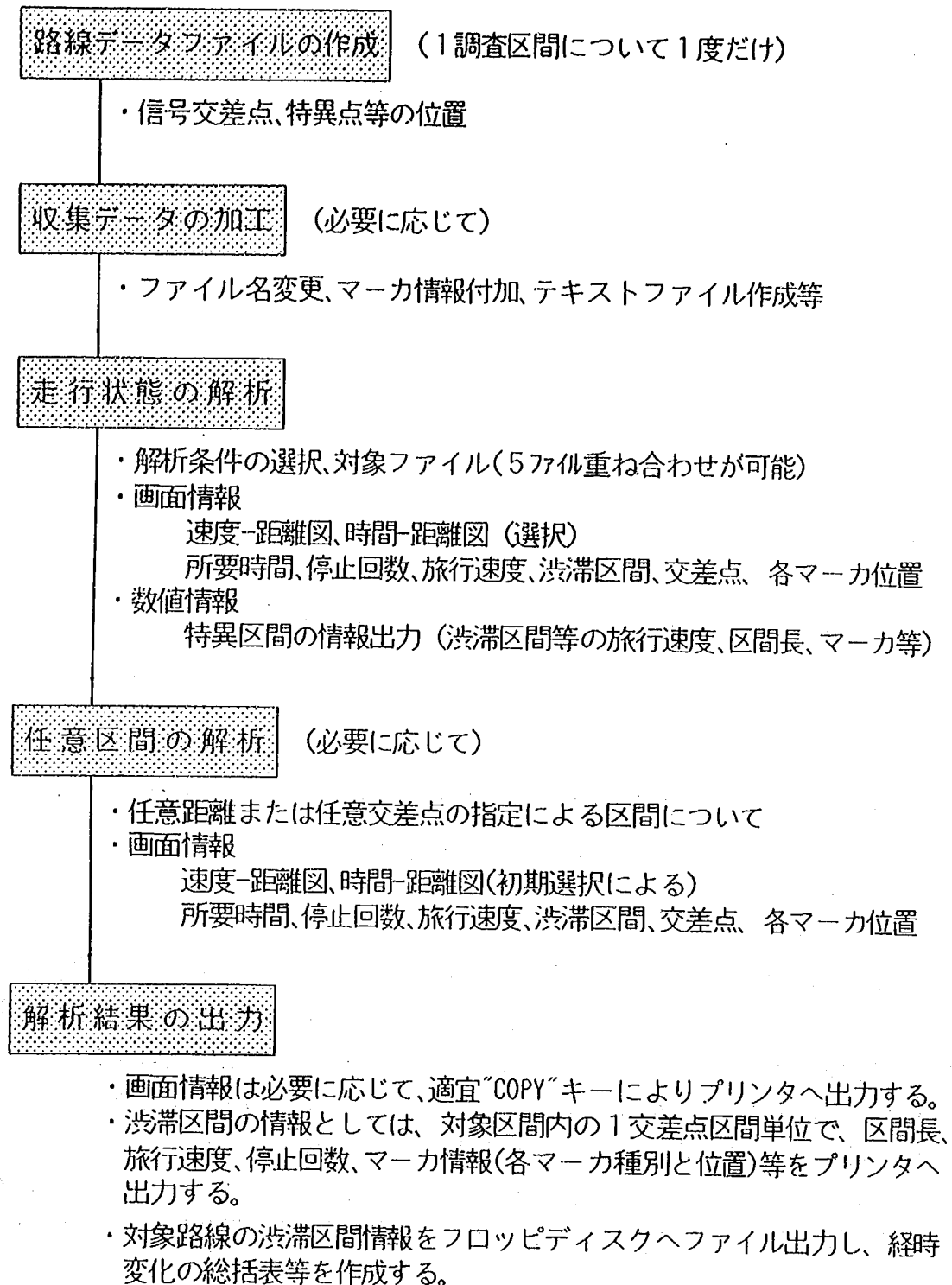


図-26 旅行速度測定装置による収集データの解析フロー

7. 収集データの解析

7.1 収集データの解析例

旅行速度測定装置により収集されたデータファイルを、本解析ソフトを用いて解析することにより、調査区間における車両の走行状態が、任意の時にパソコンの画面上に容易に再現できるとともに、渋滞の定義に基づいた渋滞区間の自動抽出ができる。

図-27は14号上りについて、ピーク時及びオフピーク時の2データファイルを同時に解析画面に表示した例である。図から分かるように渋滞区間がピーク時とオフピーク時で違った地点で発生していること等が一目で分かる。

さらに、詳細な任意区間についての解析も距離指定やマーカ種別等の指定を用いて容易に行うことが可能である。

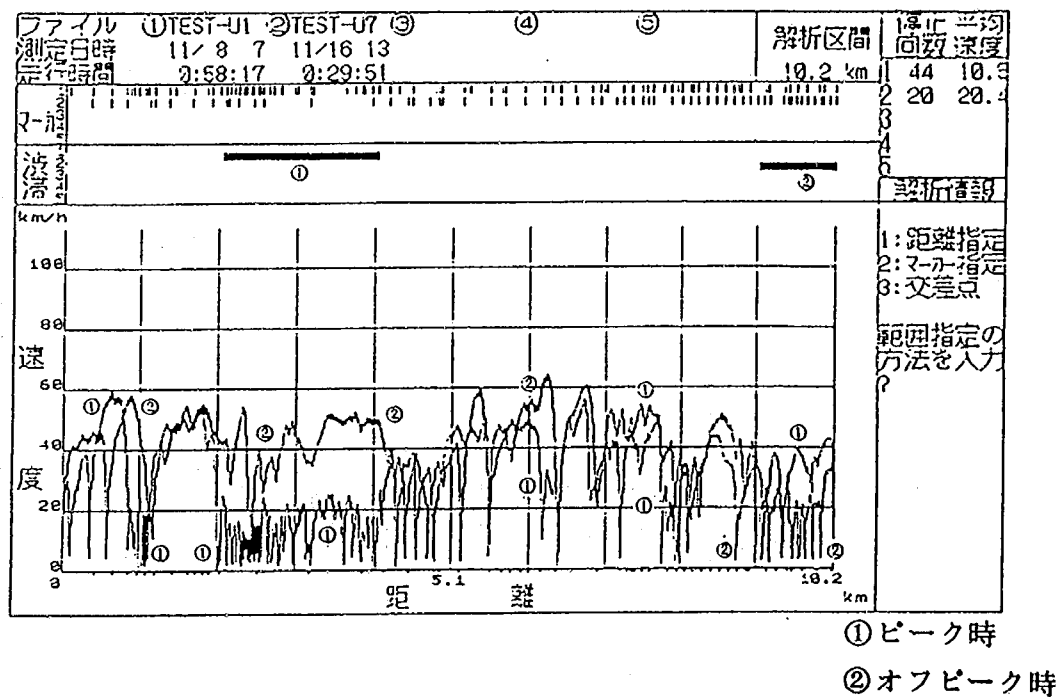


図-27 解析画面例

本方法を用いて、路線別に“時間帯別”、“経時及び経年別”等のデータを蓄積することにより、以下の項目について信頼性の高い情報を容易に提供することが可能となった。これらの情報は道路の維持管理や路線改良計画業務に用いることができる。

- ・ 任意区間における“旅行速度”の把握
- ・ 渋滞区間の“位置”及び“旅行速度”等の変動把握
- ・ 工事等の影響度の把握
- ・ 路線改良による改善度の把握
- ・ その他現況分析等

7.2 解析結果の妥当性検討

(1) 平均旅行速度との比較

当該調査区間においては、東京国道工事事務所が一般交通量調査を交通量感知器により常時観測を行っている区間であり、その当該日時の交通量データから算出した5分間の平均旅行速度と比較したものの一例を、図-28に示す。

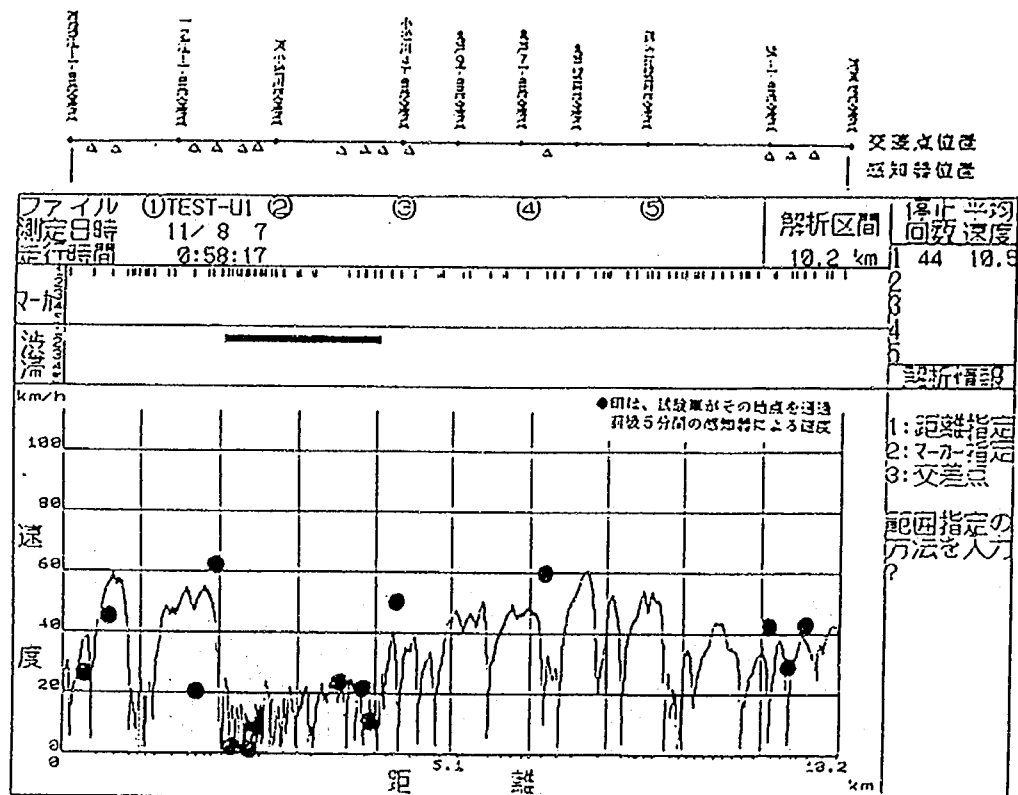


図-28 交通量感知器からの平均旅行速度との比較例

その結果、図から分かるように、旅行速度測定装置による収集データの解析結果は、絶対量としては多少差が見られるが、速度変化の傾向としては車両がその地点を通過する前後の交通量感知器データから算出した5分間の平均旅行速度の傾向とほぼ一致していることがわかる。

(2) 滞留長との比較

旅行速度測定装置による収集データファイルの解析から自動抽出された渋滞区間の実現象との比較をおこなうため、別途調査のヘリコプターからの交通観測結果と比較を行った。

比較対象に用いた別途調査の概要は、以下のとおりである。

- ・ヘリコプターは、短時間でVTRを撮影しているため、ある時点の渋滞現象を表している。
- ・VTRより停車車両を判別し、停車車両群の頭部と最後尾の位置を図上から読み取った。読み取った停車車両群の中には、単なる交差点信号による停車も含まれているが、その滞留延長の短いものは単なる停車とし、その他を渋滞と考えた。

この渋滞長及び渋滞場所と、本方式による解析結果の渋滞状況とを比較した一例が、図-29である。

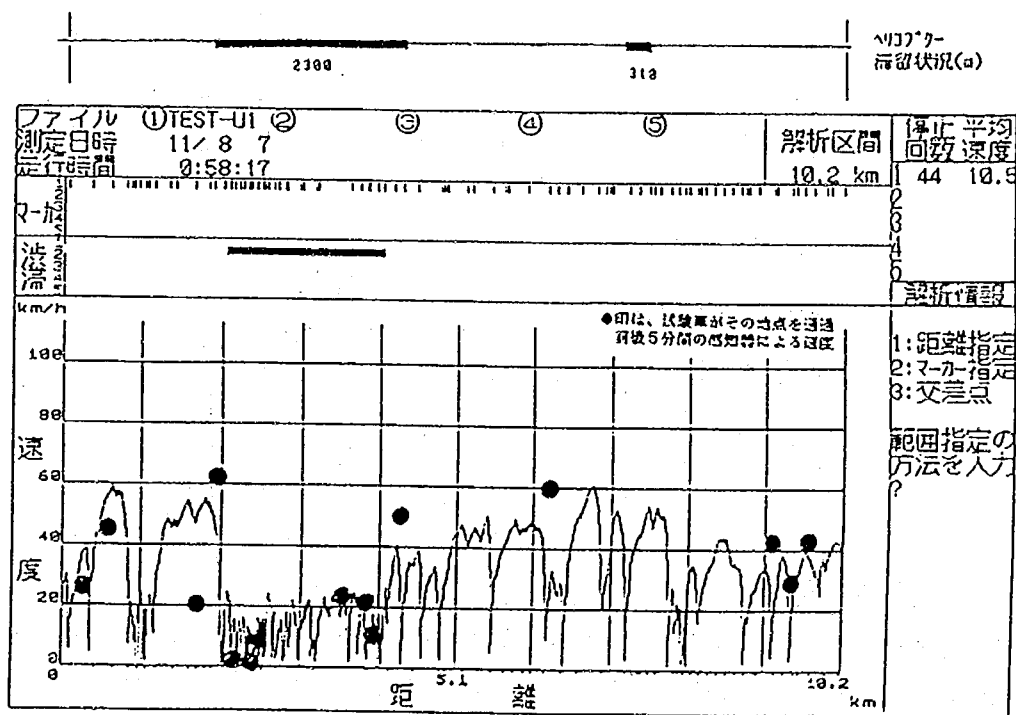


図-29 ヘリコプターによる滞留長調査結果との比較例

その結果、本解析ソフトにより自動抽出された渋滞長や渋滞区間は、測定時刻が多少異なることから渋滞の位置及び長さが多少異なるが比較的大きな渋滞状況については、ほぼ一致していることがわかる。

7.3 距離測定精度

旅行速度測定装置によって得られる距離と時間の各データのうち、時間については測定全体の精度から考えると正確なものといえる。

一方、距離については、試験車の走行状況、車両の状態によって誤差を含むものとなっている。表一22は、一般道路において、走行レーン、車線変更回数等の違いによる各種走行状態別に旅行速度測定装置によって計測した距離を比較したものである。対象路線別に各測定距離の平均値を算定し、この平均値との相対誤差を検討した。

その結果、距離の相対誤差は、最大でも0.14%と小さいものであることがわかった。さらに、走行レーン、走行時間（渋滞等の影響）などの影響は無視できる程小さいことも明らかになった。

すなわち、旅行速度測定装置による距離の測定は、走行状態に影響を受けず、その精度は非常に高いものであることが明らかになった。

表一22 一般道路における測定距離の精度

測 定 区 間	測 定 方 法	方 向	車 線 変 更 回 数	測 定 レ ー ン	測 定 車 速	測 定 時 間	測 定 距離	測 定 時間	備考
14.9	OFF	上り	0	0	10.196	-0.05	0時25分33秒		
14.9	OFF	上り	0	0	10.200	0.04	0時24分40秒	2秒	
14.9	OFF	上り	0	0	10.190	-0.05	0時29分50秒		
14.9	OFF	上り	0	0	10.107	-0.08	0時23分57秒		
14.9	OFF	上り	0	0	10.201	-0.03	0時22分34秒		
14.9	OFF	下り	0	0	10.205	-0.02	0時35分31秒		
14.9	OFF	上り	0	0	10.196	-0.07	0時20分37秒		
14.9	OFF	下り	0	0	10.209	0.02	0時27分25秒		
14.9	OFF	下り	0	0	10.210	0.03	0時26分15秒		
14.9	PEEK	上り	0	0	10.207	0.03	0時31分23秒		
14.9	PEEK	上り	0	0	10.213	0.14	0時12分6秒		
14.9	PEEK	上り	0	0	10.197	-0.06	0時35分4秒		
14.9	PEEK	上り	0	0	10.203	-0.01	0時42分54秒		
14.9	PEEK	下り	0	0	10.207	0.00	0時33分22秒		
14.9	PEEK	上り	0	0	10.205	0.01	0時8分55秒		
14.9	PEEK	下り	0	0	10.204	-0.03	0時20分55秒		
14.9	PEEK	上り	0	0	10.216	0.12	0時58分16秒		
15.9	OFF	下り	0	0	13.661	0.03	0時36分7秒		
15.9	OFF	上り	0	0	13.662	0.03	0時0分45秒		
15.9	OFF	上り	0	0	13.651	-0.05	0時2分10秒		
15.9	OFF	上り	0	0	13.650	-0.05	0時1分57秒		
15.9	PEEK	上り	0	0	13.640	-0.07	0時4分2秒		
15.9	PEEK	上り	0	0	13.658	-0.01	0時42分4秒		
15.9	PEEK	上り	0	0	13.654	-0.03	0時3分30秒		
15.9	PEEK	上り	0	0	13.671	0.10	0時58分15秒		
15.9	PEEK	下り	0	0	13.654	-0.03	0時47分31秒		
15.9	PEEK	上り	0	0	13.607	0.07	0時33分49秒		

7.4 マーカ位置の精度

旅行速度測定装置には、解析時に必要となる各種情報を記録するためのマーカ機能がある。この機能の精度について、一般道路のデータ収集調査の結果から分析を行った。

その結果、マーカボタンを押すタイミングのずれとして、平均的に300m程度の交差点間隔の路線での交差点間距離測定精度でみると、±0.2%（60cm：ステップ間隔1mのケース）程度の誤差が見られるが、本装置のマーカ機能の役割は、本来解析時の補足を行うことであることから、その機能としては十分の精度であることが明らかになった。

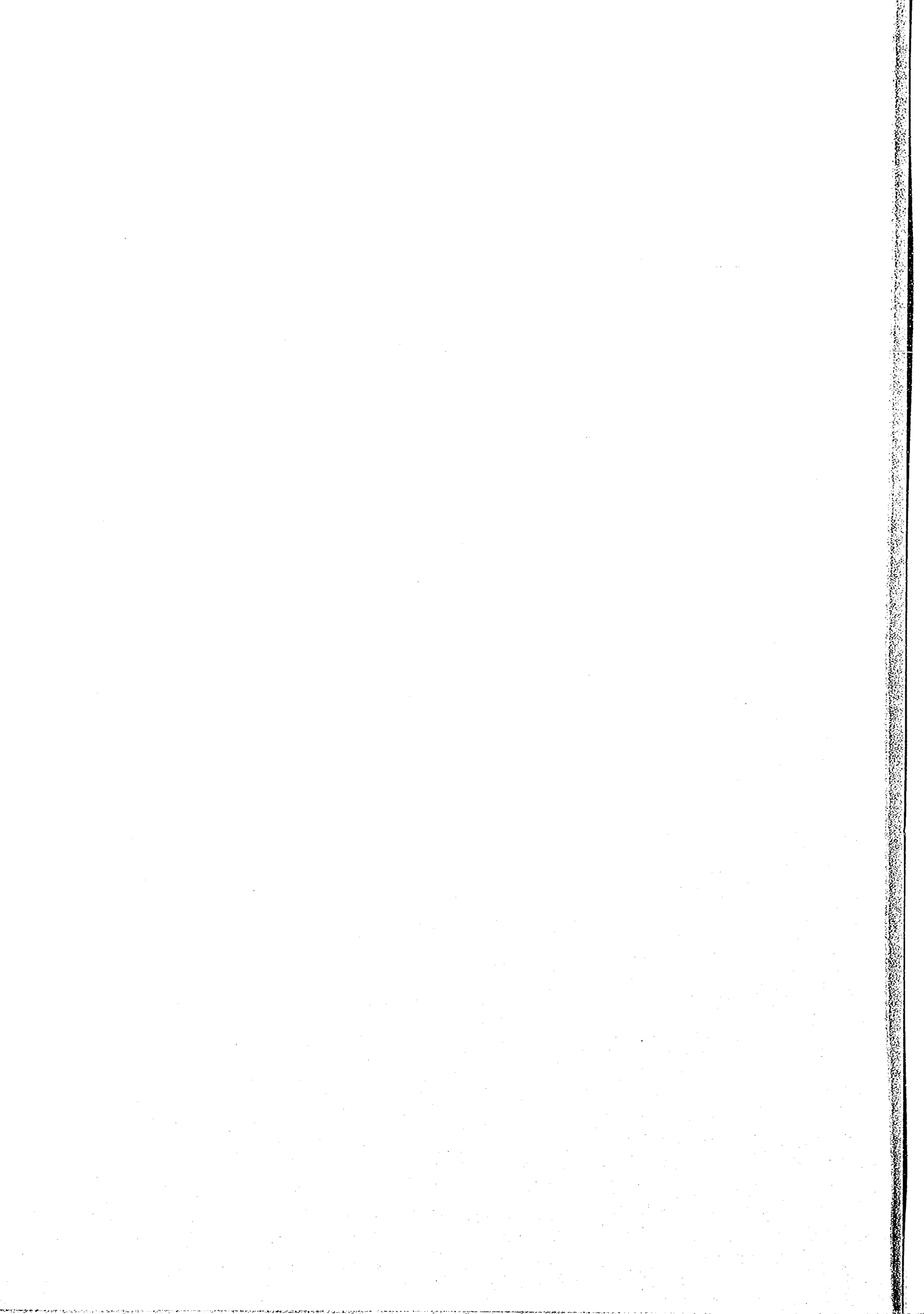
8. まとめ

旅行速度調査の省力化と精緻化を図るために、旅行速度測定装置及び解析プログラムを開発し、これを用いた調査方法の検討を行った。

この結果、実用性の高い機器、調査方法を提示できたと判断している。また、試験走行状況データから渋滞区間を抽出する方法についても検討し、運転者の渋滞感に基づいた判別方法として、平均速度と最高速度を説明要因とした渋滞判別方法を提案した。

【参考資料】

1 旅行速度測定装置の取扱い要領



データ収集編

1. 概 要

本編は、試験車に搭載する旅行速度測定装置に関する操作及び取扱い要領を取りまとめたものである。

2. 旅行速度測定装置の構成

本装置の構成は、以下のとおりである。

- (1) データ収録部 (本体)
- (2) 回転検出器
- (3) リモートボックス

2.1 旅行速度測定装置の主要諸元

本装置の適用速度範囲は、 $0 \sim 160 \text{ km/h}$ とし、車両のトランスミッション終段の回転を回転検出器で受けその出力信号をデータ収録部において随時補正を行い、以下に示す各種データとともに一次記憶メモリに記録を行う。また、本装置に必要な電力は車両 ($DC 12 \text{ V}$) から供給するものとする。図-1に旅行速度測定装置のブロック図を示す。

(1) データ収録部

データ収録部は、回転検出器からのパルス信号を事前にセットした車載車両に応じた補正定数により補正し、サンプリング間隔単位でデータを一次記憶メモリの同一ファイルに随時記録する。

一次記憶メモリとして収録可能なデータ量は、最大50,000ステップまでとし、最大ファイル数は10ファイルとする。また、測定終了後、一次記憶メモリのデータをファイル単位でフロッピーディスクに出力が可能である。

また、日付及び時刻は、日本標準時に容易にセットが可能である。

(2) 回転検出器

車両の実移動距離を約0.2m～約20mの間の任意の間隔で、検出できるようにトランスミッション終段における回転をパルス信号に変換し出力させる。また、逆回転検出機能により逆回転補正を逆回転発生ごとに行う。

(3) リモートボックス

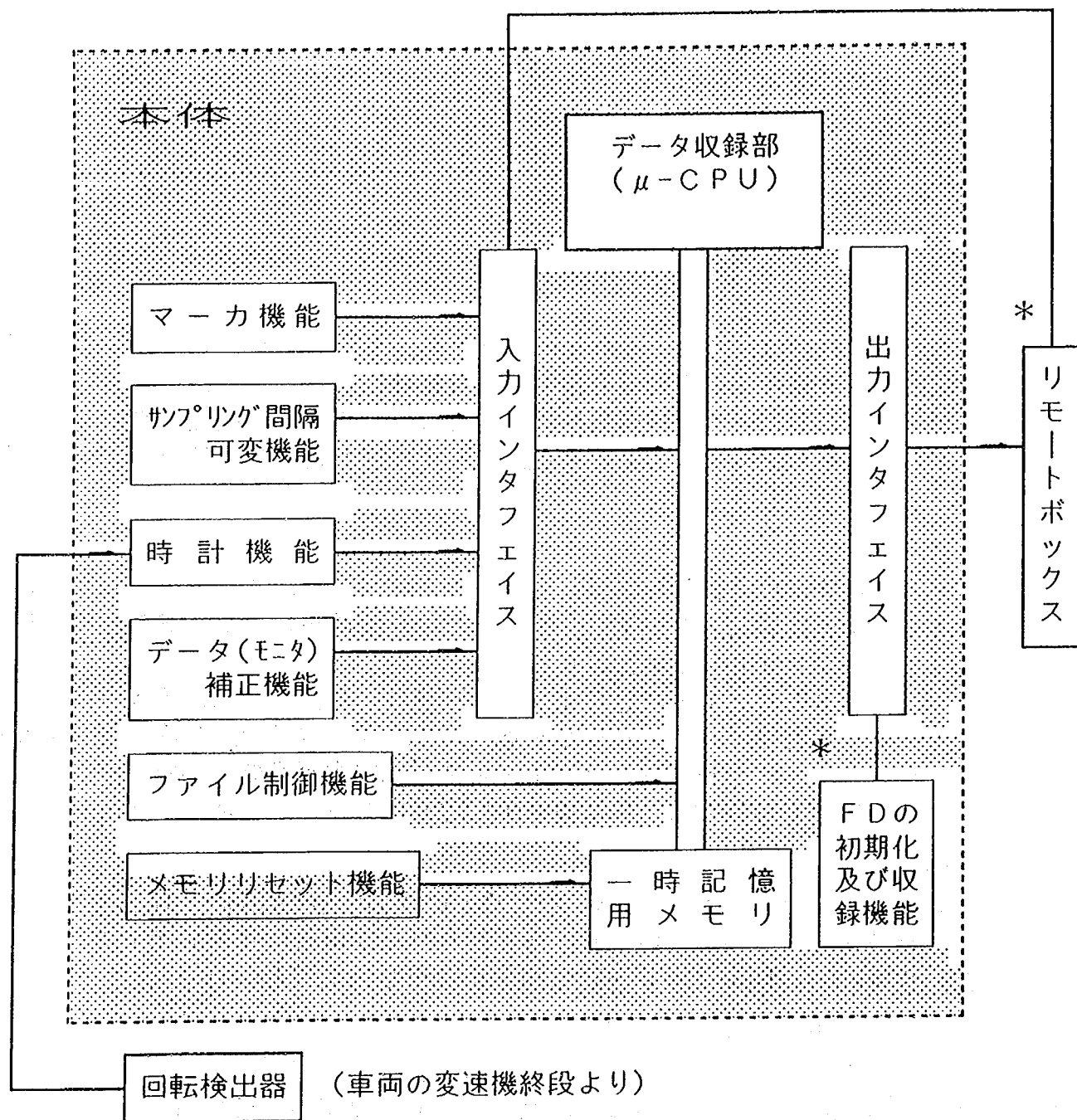
<外部表示器>

走行状況のモニタ及び遠隔操作機能として、以下の項目を有する。

モニタ表示内容としては、積算走行距離、積算所要時間、区間走行距離、区間所要時間及び走行速度等である。

<遠隔操作機能>

データ収録の【スタート】及び【ストップ】ボタンと走行状況を入力する【マーカ】ボタン等を有する。



注) *印は調査時に調査員が操作を必要とする。

図ー1 旅行速度測定装置ブロック図

図－１に示す旅行速度測定装置のブロック別の各機能は、次のとおりである。

＜本 体＞

デ ー タ 収 録 部：旅行時間、旅行距離及びマーカ信号等を、1 調査区間 1 ファイルとして管理するためのデータ制御等を行う中枢部。

マ ー カ 機 能：事前に８種類以内で設定したチェック項目の中から渋滞原因等に対応した項目番号を１つ選択し、ボタン操作により入力する。

サンプリング間隔可変機能：データ収集間隔を約 0.2 m から正数倍（1 ～ 0.0 = 100）で約 20 m の範囲まで設定が可能である。

時 計 機 能：回転検出器からのパルス数及びその時間間隔を自動的に計測し、サンプリング間隔毎に出力する。

ファイル制御機能：作成するファイル名及びフロッピディスクへの収録時のファイル名について自動割付等の制御を行う。

一時記憶用メモリ：サンプリング間隔 1 m の計測で 50 km 走行分の一時記憶が可能。

F D 収 録 機 能：3.5 インチ 1 メガバイトタイプのフロッピディスクの初期化及び一時記憶用メモリ内の計測データファイルをフロッピディスクへ書き込む制御を行う。

デ ー タ 補 正 機 能：車両の違いによる計測誤差を補正する機能で、事前に使用車両で計測距離値の校正を行えば、外部表示器の距離表示等が高精度でモニタできる。

メモリリセット機能：一時記憶用メモリの内容をクリアする機能で、本装置が正常に動作しない場合に用いる。本機能を作動させると一時記憶用メモリに記憶されているデータは全て消されるので注意すること。

＜リモートボックス＞

外 部 表 示 器：計測区間の起点からの累積旅行時間、距離及びサンプリング間隔毎の平均速度あるいは、計測中の任意の区間についての同様のモニタが可能である。

遠 隔 操 作 機 能：データ収集に必要な機能（例えば、【スタート】、【ストップ】、【マーカ】等）をボタン操作により制御する。

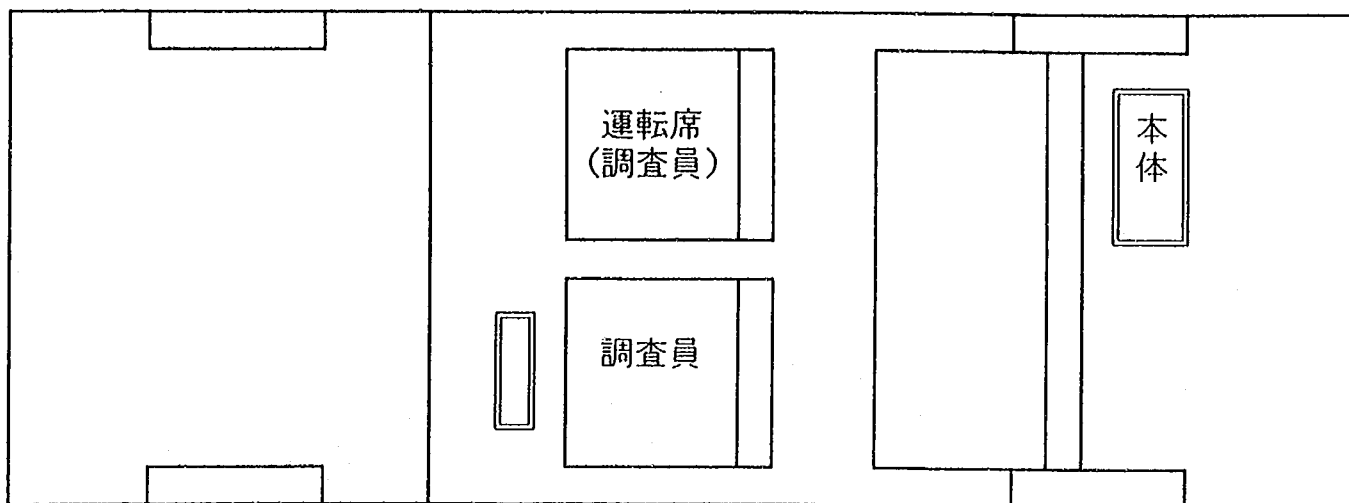
＜回転検出器＞

回 転 検 出 器：自動車の変速器終段（スピードメータの取り出し口）の回転を「回転-パルス」変換し、回転数に応じた電気（パルス）信号として本体（データ収録部）へ出力する。

2.2 旅行速度測定装置の取付け

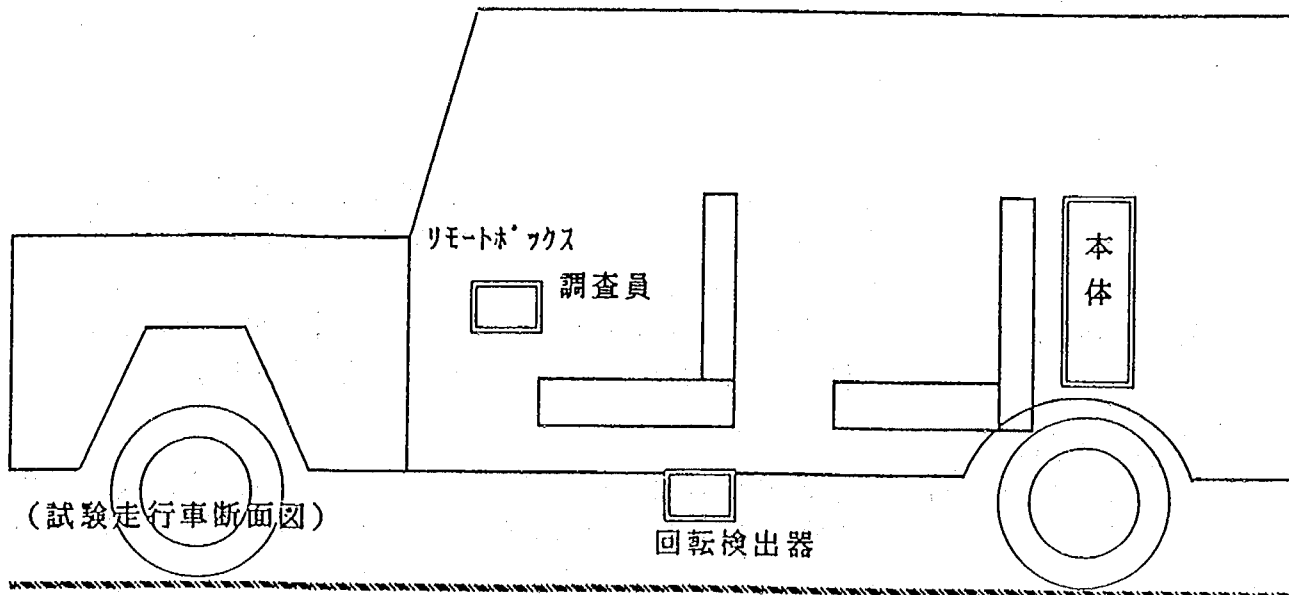
本装置の取付け方法例を以下に示す（図－２参照）。

- ① 本体は試験車の後部座席あるいは荷物室に置く。
- ② トランスミッション終段（スピードメータ取り出し部）に回転検出器を取付け、信号線を車内に引き込み本体に接続する。
- ③ リモートボックスを本体に接続し、調査員が乗車する座席で使用可能な状態にする。
- ④ 付属の電源線を本体と車両のバッテリーに配線し接続する。
- ⑤ 接続等確認後、本体の電源スイッチを入れ動作確認をする。



(試験走行車平面図)

リモートボックス



(試験走行車断面図)

回転検出器

図一 2 旅行速度測定装置の取付け例

3. データ収集方法

3.1 データ収集

データ収集は、本装置を搭載した車両で走行し、調査員が調査対象区間の起終点で本装置の【スタート】及び【ストップ】操作を行うとともに、事故、故障車等の発生した特異区間については、【 マーカ】ボタンを押しデータ収集を行う（スタート・ストップの組合せで10回以内であれば本体のメモリ上に一時記憶可能但し合計で50,000ステップ分まで、最終的にはメモリ上からフロッピーディスクへ収録する）。

データ収集時に於ける調査フローを図-3に示す。

本装置により収集されたデータ（1回の計測で2つのファイルが作成される。1つは“ヘッダファイル”で、対象区間の概要が格納されている。もう1つのファイルは“ステップデータファイル”で、設定したステップ間隔（1m）毎に個別データが格納されている。）をフロッピーディスクに蓄積する。

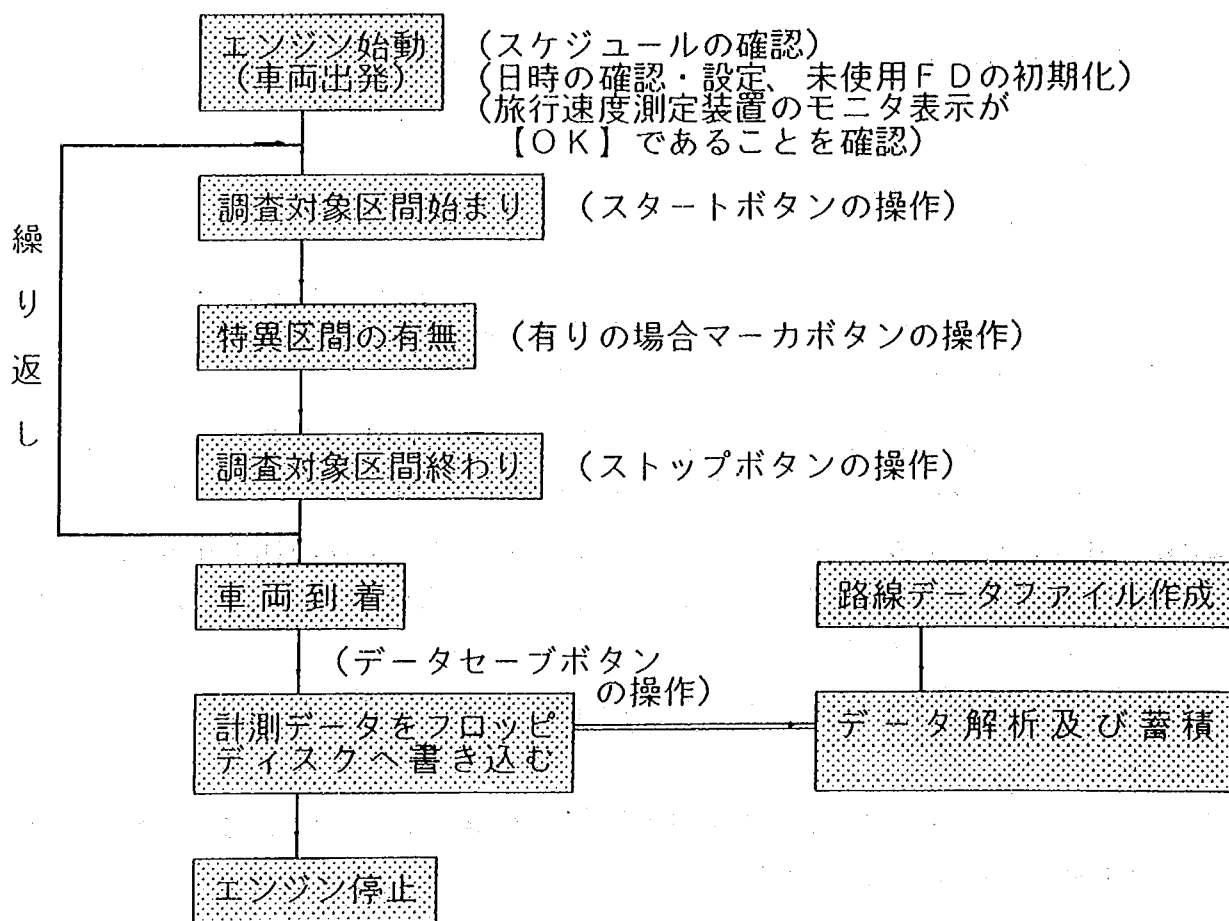


図-3 旅行速度の調査フロー

3.2 路線データの作成

調査対象区間について、対象路線別に路線図等から信号交差点及び特異点等の距離データを各路線のキロポストで算出（精度10m以上できれば数m）し、一覧表を作成する。（表-1参照）

一覧表を基に、“路線データファイル”を作成する。

（1度作成した“路線データファイル”は調査対象区間に変更がなければ路線毎に同一ファイルを繰り返し使用する。）

表-1 路線データ一覧表作成例

0.00	西瑞江1丁目
0.45	I C
0.25	I C
0.20	一之江東
0.12	I C
0.09	一之江橋（橋梁）
0.14	I C（橋梁）
0.25	一之江1丁目
⋮	⋮
⋮	⋮

3.3 装置の操作方法

本装置の運用にあたって、調査員は試験車に搭載した旅行速度測定装置を、図-3の調査フローに従い以下の要領で操作を行う。

操作ボタン等の配置は、図-4に示すとおりである。

- ① 試験車のエンジンを始動し（測定装置本体の電源を投入）する。すると、チェックプログラムが自動的に起動し、装置の状態がチェックされる。
自動チェックが終了すると、リモートボックスのモニタ部に【OK】が表示される。
- ② 旅行速度測定装置の初期設定が、表-2のとおりであるか確認を行う。
表の初期設定値と違う場合は、表の初期設定値に従い設定する。
- ③ 用意したデータ記録用のすべてのフロッピディスクの初期化を行う。旅行速度測定装置本体のフロッピディスクユニットへ3.5インチのフロッピディスク（1メガバイトタイプ）をセットする。
- ④ 【初期化】ボタンを押す。この操作によりセットしたフロッピディスクが使用可能となる。
- ⑤ リモートボックスのモニタ部で初期化が終了したことを確認し、フロッピディスクを取り替え、③からの操作を繰り返す。
- ⑥ すべてのフロッピディスクの初期化が終了したら調査を開始する。
- ⑦ 試験車が調査対象区間の起点を通過する時点でリモートボックスの【スタート】ボタンを押す。この操作により、データ収集が始まる。

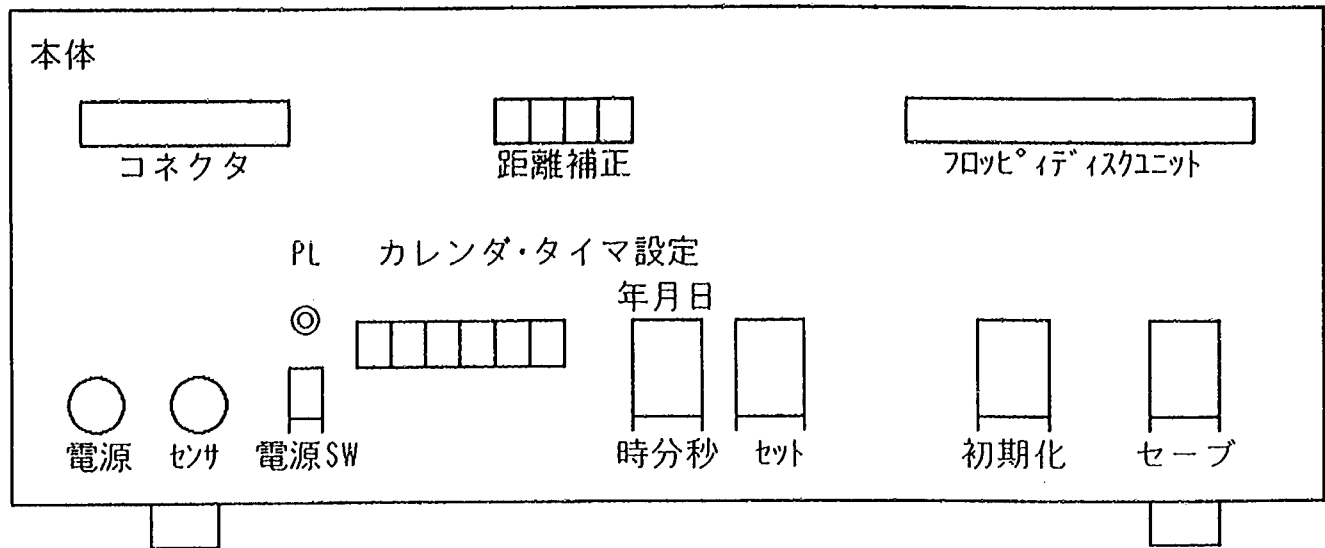
- ⑧ 事故等の特異区間にさしかかった場合は、【マーカ】ボタンを押す。
- ⑨ 試験車が調査対象区間の終点を通過する時点でリモートボックスの【ストップ】ボタンを押す。この操作により、データ収集を終了する。
- ⑩ 引続き調査対象区間が有る場合は、⑦からの操作を繰り返す。但し、メモリー上に記録可能な量は測定回数で10回、あるいは合計50,000ステップ分である。
- ⑪ 調査対象区間が無い場合は、旅行速度測定装置本体のフロッピディスクユニットへ3.5インチのフロッピディスク（1メガバイトタイプ）をセットする。
- ⑫ 本体の【セーブ】ボタンを押す。この操作により、計測したデータがフロッピディスクへ自動的に記録される。
- ⑬ リモートボックスのモニタ部でセーブ終了を確認し、フロッピディスクユニットからフロッピディスクを抜きとる。
- ⑭ 試験車のエンジンを停止させる。

表一 2 旅行速度測定装置の初期設定値確認一覧表

確 認 項 目	初 期 設 定 値
本体で確認	
日付・時間 サンプリング間隔 距離補正	日本標準時 0 5 1 0 0 0
リモートボックスで確認	
装置のセルフチェック状態 (異常なければ“OK”が表示されている) コメントNo	調査路線番号等

注) 調査路線番号等: 例えば14号上りの調査であれば---->0141
14号下り ---->0142のようにセット。

< 本体外観 >



< リモートボックス外観 >

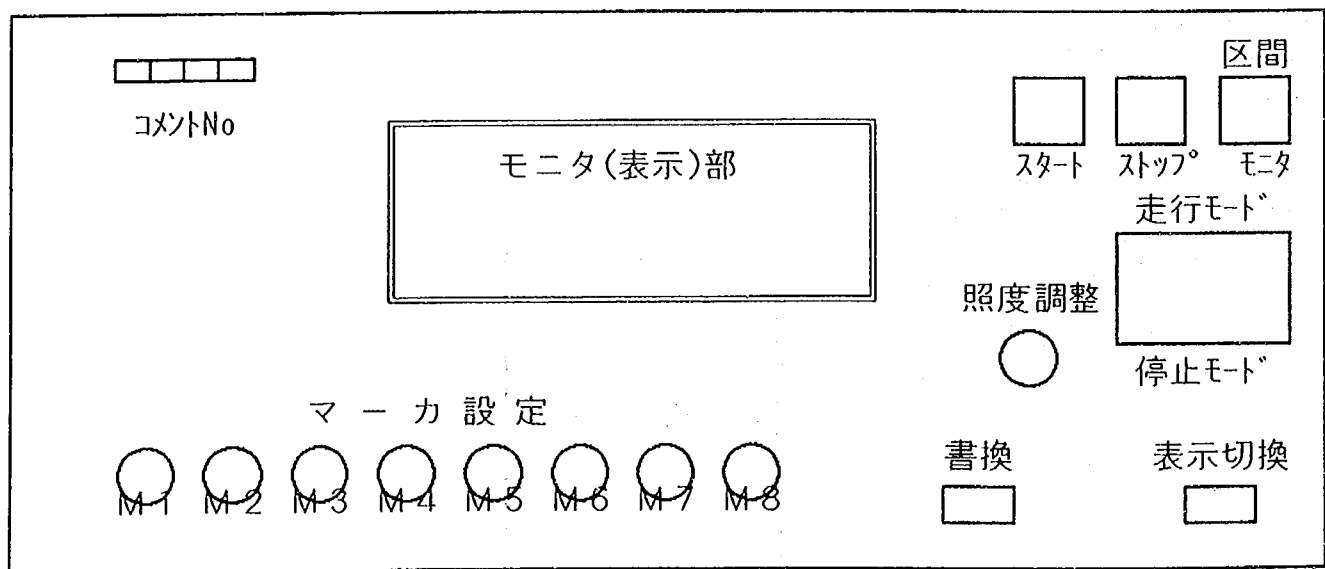


図-4 旅行速度測定装置外観図

3.4 収集データの構成

本装置により収集されるデータは、調査区間全体の概要を記録した“ヘッダファイル”と一定距離毎の個別データを記録した“ステップデータファイル”の2つからなる。

ファイル別の収録項目を解析ソフトによる表示例で示す。

<ヘッダファイル>

```
データファイル名 : TEST-UI  
ファイルNo. 設定値 : 0  
コメントNo. 設定値 : 1111  
計測日付データ : 881108  
開始時刻データ : 071524  
終了時刻データ : 081351  
サンプリング間隔 : 5 ( 0.98 m )  
距離補正值 A,B : 1000 : 1000  
積算走行距離データ : 10215 m  
積算所要時間データ : 3496 sec  
総ステップ数 : 10412
```

<ステップデータファイル>

```
TEST-UI.STP STEP No. 1  
積算走行距離 : 0.98 m  
ステップ所要時間 : 263.9 msec  
ステップ終了時刻 : 071524  
ステップ平均速度 : 13.4 km/h  
マーカ信号 : 00
```

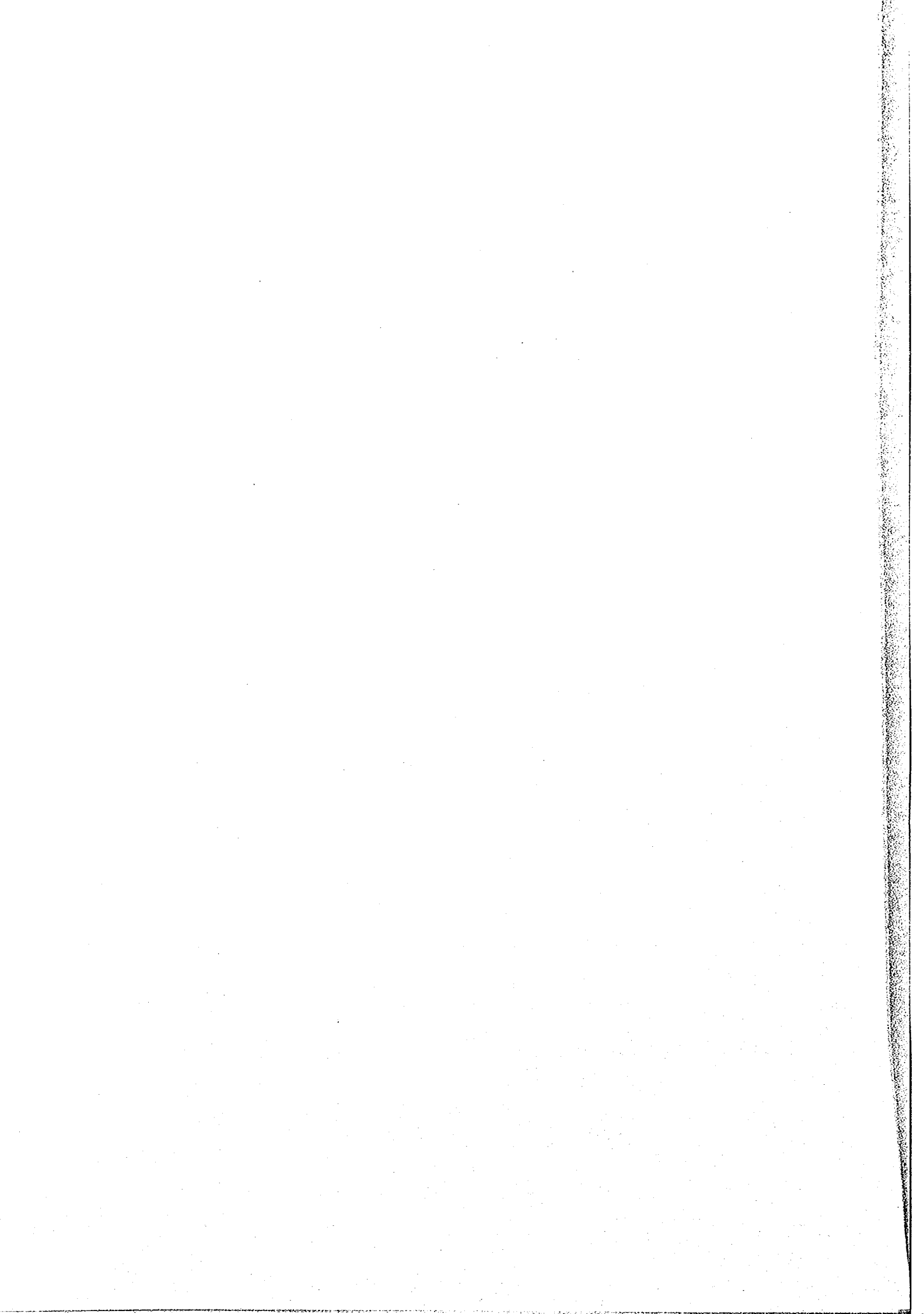
```
TEST-UI.STP STEP No. 2  
積算走行距離 : 1.96 m  
ステップ所要時間 : 240.1 msec  
ステップ終了時刻 : 071525  
ステップ平均速度 : 14.7 km/h  
マーカ信号 : 00
```

⋮
⋮
⋮
⋮
⋮

```
TEST-UI.STP STEP No. 10412  
積算走行距離 : 10215.80 m  
ステップ所要時間 : 610.4 msec  
ステップ終了時刻 : 081341  
ステップ平均速度 : 5.8 km/h  
マーカ信号 : 00
```


【参考資料】

2 解析プログラムの説明



データ解析編

1. 概要

本編は、旅行速度測定装置により収集した“データファイル”と各対象路線別に作成した“路線データファイル”を、パソコン上の解析ソフトを用いて調査区間における“旅行速度”、“停止回数”及び渋滞区間を“渋滞”の定義にそって自動的に抽出し、画面表示及び渋滞区間の位置等の解析情報をプリンタ或はフロッピーディスクへ出力させる（図-1に解析フローを示す）。

この様な方法で、路線別に時間帯別、経時及び経年別等のデータを蓄積することにより、事務所等においては維持管理及び路線改良計画等の業務へ、以下の項目について信頼性の高い情報を提供することができる。

- ・ 任意区間における“旅行速度”の把握
- ・ 渋滞区間の“位置”及び“旅行速度”等の変動把握
- ・ 工事等の影響度の把握
- ・ 路線改良による改善度の把握
- ・ 道路時刻表の精度向上
- ・ その他現況分析等

解析用ソフトは、パソコン(NEC PC-9801)上で動作するものであり、MS-DOSのシステムディスク及びBASICのランタイムサポートパッケージが必要である。

<参考>

解析ソフト利用時に必要なソフト例

NEC PC-9801シリーズ用

日本語MS-DOS Ver3.3

約17千円

Nsg-日本語BASIC(86)ランタイムサポートパッケージ (MS-DOS版)Ver6.0

約14千円

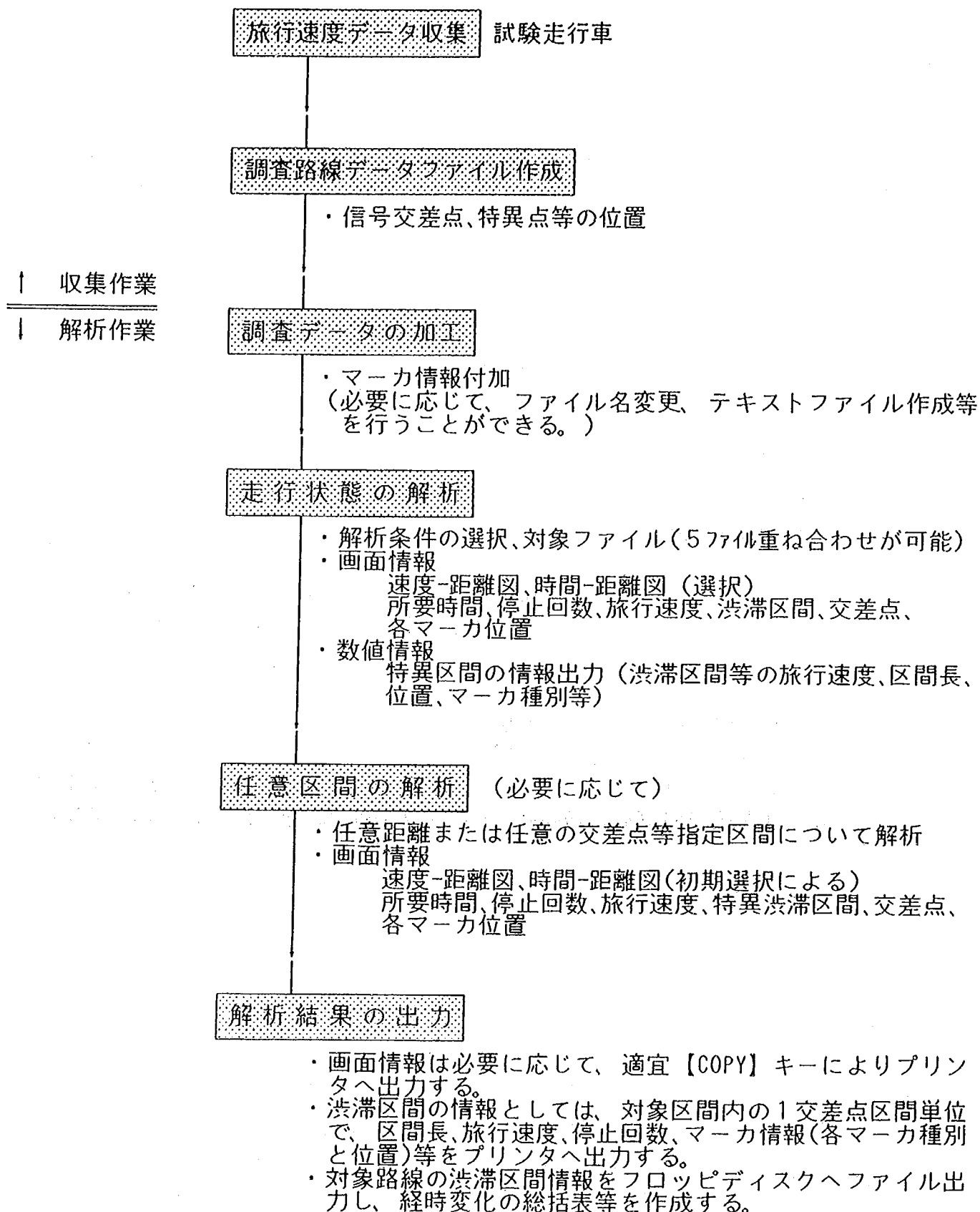


図-1 旅行速度測定装置を用いた旅行速度解析フロー

2. 機器構成

土木研究所で開発した解析ソフトは、汎用のパソコンにおいて国内シェア等を考慮し利用機器等の選定を行った。その結果、解析ソフトを動作させるためには、図-2の機器構成が必要である。

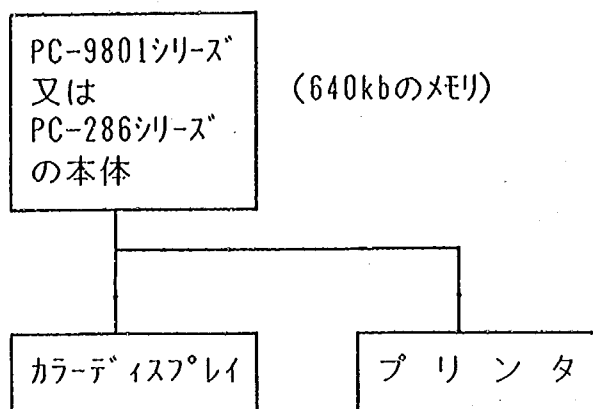


図-2 必要最小機器構成

<必要なソフト>

- ・ 日本語MS-DOS (Ver 3.3)
- ・ Ngg-日本語BASIC(86) ランタイムサポートパッケージ (MS-DOS版) (Ver 6.0)

3. プログラムの起動及び操作上の一般的注意

3.1 起動と終了

(1) システムディスクの作成

- ① MS-DOSのシステムディスクを用いて解析用システムディスクを作成する。
作成時に、解析用システムディスクにMS-DOSのシステムディスクからコピーしておく必要のあるファイルは、次のとおりである。

COMMANDO.COM
PRINT.SYS
MENU.COM
FORMAT.EXE
DISKCOPY.COM

- ② 次に、①で作成した解析用システムディスクに土木研究所で作成した解析ソフトをコピーする。

(2) プログラムの起動は、以下の手順で行う。

- ① 解析用システムディスクをフロッピーディスクユニットのドライブAに挿入する。
- ② 解析するデータのフロッピーディスクをドライブBに挿入する。
- ③ パソコンの電源を入れる。

以上の操作でプログラムが自動的に起動し、解析用ソフトのメインメニューが出るので、処理したい項目を【カーソル】キー又は【ファンクション】キーによりより選択する。

- (3) プログラムの終了は、メインメニュー【終了】を選択することでMS-DOSに戻るので、フロッピーディスクをフロッピーディスクユニットから取り除いた後、パソコンの電源を切る。

メインメニュー以外で、解析を中止する場合は、【STOP】キーを押すと処理が中断され、メインメニューに戻ることができる。ただし、この方法は強制終了でありデータファイル等へ書き込み処理の途中で行うと、そのファイルに障害がでる恐れがあるため、書き込み中でないことを確認してから行うこと。

3.2 注意事項

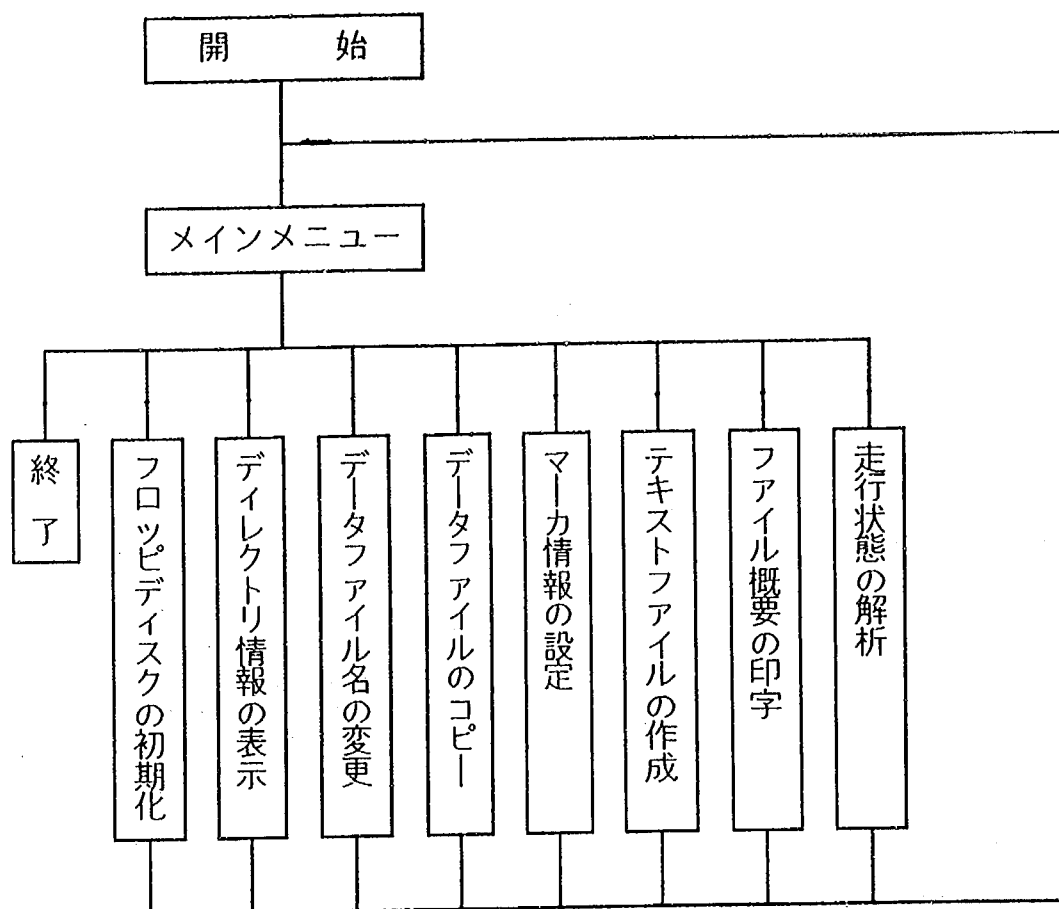
- (1) 解析の途中でデータファイルを交換する場合は、メインメニューが表示されている場合のみ可能である。処理の途中では、絶対にフロッピーディスクをフロッピーディスクユニットから抜き取ってはならない。
- (2) 本解析用ソフトで利用するファイルは、旅行速度測定装置により収集された「***.HED」及び「*****.STP」のファイルを1組のデータとして扱っておりファイル名の変更は、「HED」及び「STP」を除く「*****」のみとする。
なお、ファイル名の変更は、メインメニューの【ファイル名の変更】で容易に行うことができる。また、路線データファイル「*****.ROD」は、同一調査区間での収集データファイルであれば、どの収集データファイルと組合せても利用が可能である。
- (3) 解析ソフトの利用に当たって、キーボードからの入力、入力の終わりに【リターン】キーを押すことによって入力するのを基本としている。したがって、【リターン】キーを押す前ならば入力項目の変更が可能である。
- (4) プリンタへの出力は、メインメニューの【ファイル概要の印字】以外は、自動的には行わないので、必要に応じて【COPY】キーを用いて画面のハードコピーをとる。

4. プログラムの使用方法

解析用ソフトの使用方法について、その操作方法及び出力について画面表示に沿って事例で説明する。

4.1 メインメニュー

本解析ソフトの処理フローを図ー3に示す。



図ー3 解析ソフトの処理フロー

メインメニューは、図ー4に示すような2画面がある。第1画面は、データ解析に関連した作業メニューである。第2画面は、MS-DOSの基本的な処理メニューである。通常、解析作業は、第1画面のメニューを選択することにより十分である。

メニューの選択は、カーソル（↑又は↓）キーで、希望するメニュー項目に合わせて【リターン】キーを押すことで行う。また、それぞれの画面内であればメインメニューの処理項目の番号に対応した【ファンクション】キーを直接押すことにより選択実行が可能である。

なお、第1画面から第2画面に移る場合は、第1画面において、カーソル（↓）を押し続けられ、第2画面に移ります。また、第2画面から第1画面に移る場合は、同様にカーソル（↑）を押し続けられ第1画面に移ります。

<第1画面>

実行状態解析プログラム メイン メニュー (コマンド選択) 1/2 Menu v2.20

- F1 フロッピーディスクの初期化
- F2 ディレクトリ情報の表示
- F3 データファイル名の変更
- F4 データファイルのコピー
- F5 マーカ情報の作成
- F6 テキストファイルの作成
- F7 ファイル概要の印字
- F8 実行状態の解析
- F9 終了

日付:
1988-11-30
時刻:
09:47
MS-DOS:
Ver. 3.30

A>FORMAT ::

フロッピーディスクを初期化します。

矢印キーで項目を選択し、リターンキーを押してください

<第2画面>

実行状態解析プログラム メイン メニュー (コマンド選択) 2/2 Menu v2.20

- F1 フロッピーディスクの初期化
- F2 ディスクのコピー
- F3 ファイルのコピー
- F4 ファイル名の変更
- F5 ファイルの消去
- F6 終了
- F7
- F8
- F9

日付:
1988-11-30
時刻:
09:47
MS-DOS:
Ver. 3.30

A>FORMAT ::

フロッピーディスクを初期化します。

矢印キーで項目を選択し、リターンキーを押してください

図-4 解析用ソフトのメインメニュー

4.2 ファイル編集

ファイルの編集に関するメニューは、以下の7項目がある。

- ・ フロッピーディスクの初期化
- ・ ディレクトリ情報の表示
- ・ データファイル名の表示
- ・ データファイルのコピー
- ・ マーカ情報の設定
- ・ テキストファイルの作成
- ・ ファイル概要の印字

このほかに、一般的なファイルの処理として、第2画面のメニューにMS-DOSのコマンドによる処理も可能となっているが、これらの操作はMS-DOSの知識が必要であると共に通常の解析作業では必要にならない。ここでは、上記7項目の作業についてのみ説明する。

なお、以下の説明では画面の指示に従い機器の操作を行うことを前提とし、特に入力に際して注意が必要な事項に限り説明を付ける。

(1) フロッピーディスクの初期化

フロッピーディスクをデータディスクとして使用できるようにするための作業で、新しいフロッピーディスクを用いる時には、必ず初期化を行わなければならない。また、古いフロッピーディスクを旅行速度測定装置用のデータディスクとして用いる場合にも、この初期化を行ったほうがよい。フロッピーディスクの初期化のフローは、図-5に示すとおりである。

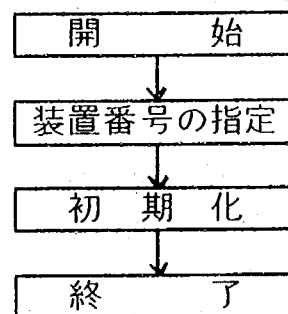


図-5 初期化フロー

(2) ディレクトリ情報の表示

任意のディスク装置に入っているフロッピーディスクのディレクトリ(ファイル名の一覧表)を画面に表示するものであり、作業対象ファイルが存在するかどうか確認する時等に利用する。ディレクトリ情報の表示フローは、図-6に示すとおりである。

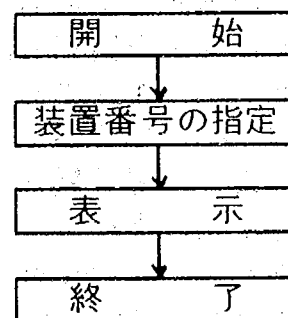


図-6 ディレクトリ表示フロー

(3) 走行データファイル名の変更

旅行速度測定装置によって収集したデータのファイル名は自動的に「年月日時*.HED」及び「年月日時*.STP」と設定されているが、必要に応じてファイル名を変更することができる。ただし、ファイルの拡張子である「***.HED」及び「***.STP」については変更すると、本解析用ソフトで読み取ることができなくなるので変更しないこと。

図-7にファイル名変更フローを示す。

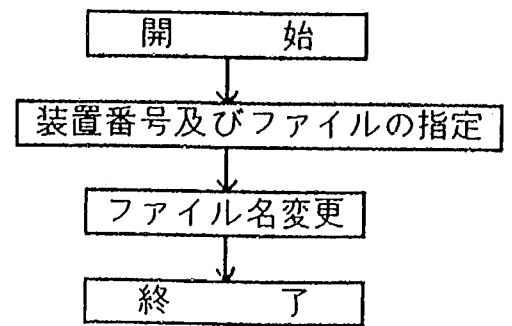


図-7 ファイル名の変更フロー

(4) 走行データファイルのコピー

走行データを他のフロッピーディスクに複写するもので、「***.HED」及び「***.STP」の2つのファイルを1組として一度の操作でコピーすることができる。複写するファイルの指定は、拡張子を除く「***」を入力することで、図-8に示すフローに基づき行うことができる。

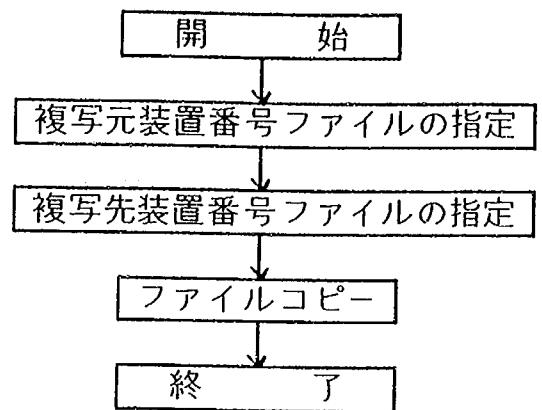


図-8 ファイルコピーのフロー

(5) マーカ情報の設定

旅行速度測定装置では、8種類のマーカが使用できる。このマーカの使い方は調査の目的によって使い分けることが可能であるため、収集したデータファイルに記録しておく必要がある。このため、本調査以外の項目も含めて現在以下の項目名が用意されているので、画面の指示に従って該当する項目名を登録することができる。図-9にマーカ情報の設定フローを示す。

交差点	インター	工事
橋梁	歩道橋	工事規制
故障車	信号異状	渋滞区間
事故車線	歩行者	休息
事故見物	車両整備	トンネル
速度規制	迂回バック	風雨雪等
給油	その他	なし

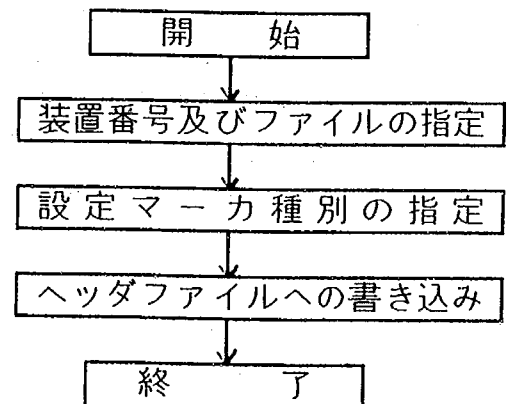


図-9 マーカ情報の設定フロー

(6) テキストファイルの作成

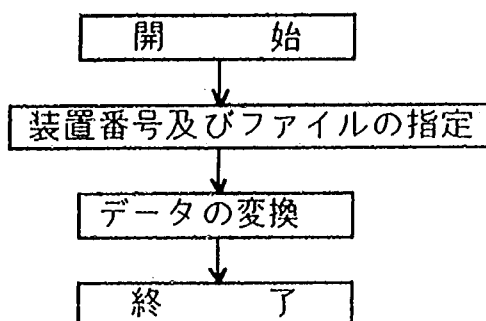
走行データは、バイナリー形式で記録されたファイルであるため、大型計算機あるいは本解析用ソフト以外を用いた解析に利用しようとする場合に困難である。

そこで、上記ファイルの互換性をとるために、収集データからASCII形式のテキストファイルを作成することができる。(図-10参照)

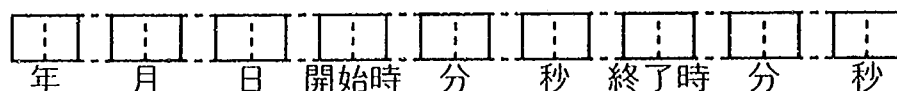
テキストファイルはかなり大きなファイル (図-10テキストファイル作成フロー (ファイル容量は約 $38 \times (\text{ステップ数}) \text{ Bytes}$)

となるため、本作業に用いるフロッピーディスクは、十分な空き領域のあるものが必要となる。また、作成されるテキストファイルの名称はデータファイル名に拡張子「DAT」が付いた形式に自動的に設定される。

テキストファイルの記録様式は、図-11に示すとおりである。



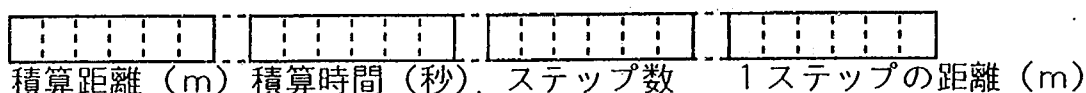
第1レコード (測定日時関連データ)



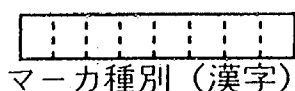
第2レコード (設定値関連データ)



第3レコード (測定結果: 定数関係データ)



第4レコード～第11レコード (マーカ識別情報)



第12レコード以降ステップ数分 (ステップデータ)

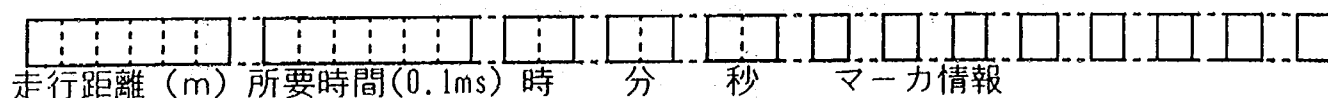


図-11 テキストファイルの記録様式

(7) ファイル概要の印字

ディスク装置にセットしたフロッピーディスク内の走行データについて、収集データの概要を一覧表としてプリンタに印字出力する。本処理に先立ちフロッピーディスク内の収集データファイル名の一覧表(「DIR.FIL」)が自動的に作成される。(図-12参照)

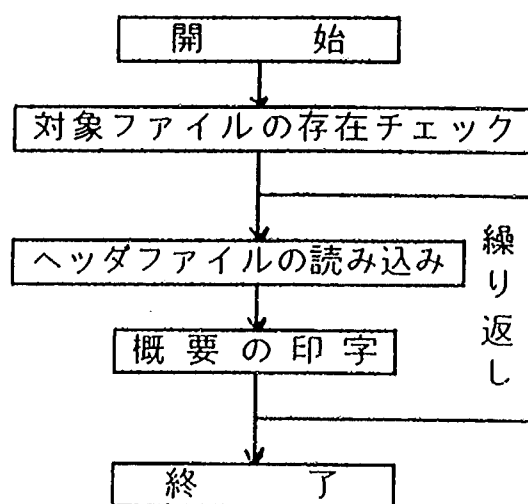


図-12 ファイル概要の印字フロー

4.3 走行状態の解析

収集データファイルより、走行状態の解析に必要な情報をディスプレイやプリンタ等に表示又は出力する。

走行状態の解析フローは、図-13に示すとおりである。なお、ディスプレイに表示された内容については、プリンタへの出力は必要に応じて【COPY】キーを押してハードコピーをとるものとする。

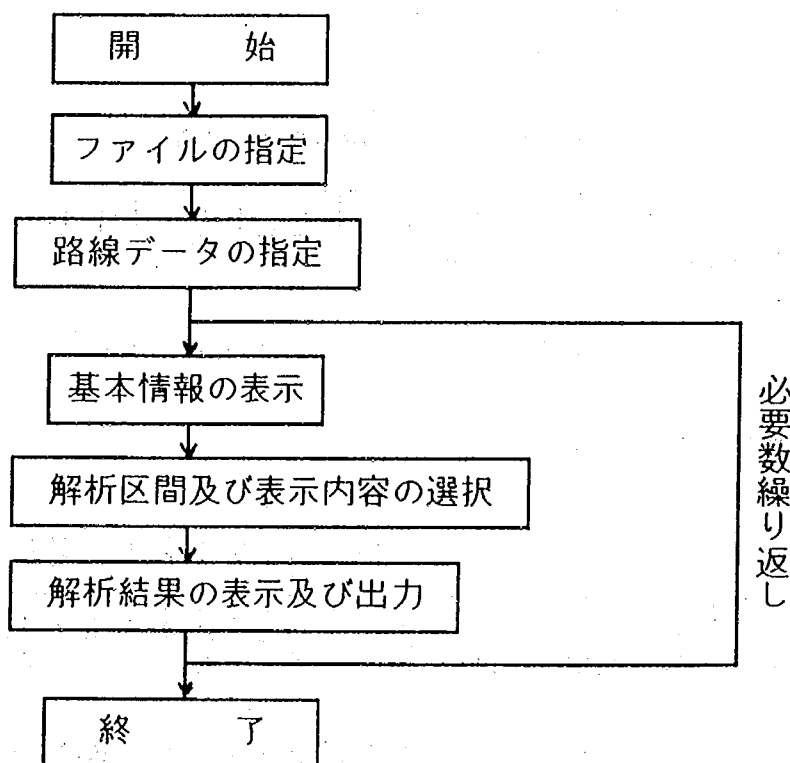


図-13 走行状態の解析フロー

(1) ファイルの指定

走行状態の解析に先立ち、解析対象となる収集データファイルを指定しなければならない。

本解析ソフトを起動すると、画面上にフロッピーディスクに入っているデータファイルの一覧表が表示されるので、その中より解析したいファイル名を指定する。指定に際し、拡張子は入力しないこと（図－14参照）。

1回の同時解析で指定できる収集データファイルは、最大5ファイルであるが、ファイル数が多くなると解析画面が複雑になり見にくくなるので注意すること。

＊ 走行状態解析プログラム ＊

データファイルの入っている装置を指定して下さい〔A－E〕

装置名: ? E

－ ファイル一覧表 －

E: ¥ .HED					
TEST-U1	HED	88	89/01/12	TEST-U5	HED 88 89/01/17
TEST-U7	HED	88	89/01/18		

解析ファイル名を入力して下さい。入力終了は〔RET〕のみ押して下さい。

ファイル名〔***.HED〕? TEST-U1

図－14 収集データファイル名指定例

(2) 表示画面の指定

画面に表示することのできる図の種類は次の3種類の中から選択し、指定することができる（図－15参照）。

- ・「時間－距離」図のみ
- ・「速度－距離」図のみ
- ・「時間－距離」及び「速度－距離」図の併記

いずれの画面も距離がX軸となるような図であり、距離軸と時間軸については、解析対象となる収集データに合わせて自動スケールングされる。

解析表示画面の指示は、画面に表示された項目番号を入力することにより実行される。

＊ 作図対象 ＊

1	時間－距離図のみ
2	速度－距離図のみ
3	両図共に描写する

作図対象の番号を入力して下さい〔1－3〕? 3

図－15 解析表示図面の指定例

(3) 路線データの指定

あらかじめ用意した収集データ区間に対応した路線データ名を選択し入力することにより、解析対象の収集データの起終点と路線データの起終点をパソコン上で同一地点と見なし、収集データの距離補正を行う。ここで、同時に解析する収集データが複数ある場合には、全て1つの路線データにより各収集データを距離補正するので、同時解析する収集データは同一区間の収集データである必要がある。もし、異なった区間の収集データが混在した場合、距離補正は、同時解析対象の収集データファイルの中の最も長い区間を収集したデータファイルを基準に補正するので、注意が必要である（図-16参照）。

路線データを入力しますか [Y / N]? Y

— ファイル一覧表 —

E:¥ .ROD

TEST	ROD	102	89/01/17	14D	ROD	1275	89/01/12
14U	ROD	1275	89/01/12				

路線データファイルの名称を入力して下さい [***.ROD]? 14U

図-16 路線データファイルの指定例

〈参 考〉

路線データファイル名は「***.ROD」とし、その記録形式は以下のとおりである。

[illegible]

距離 (k m) 交差点等の名称

ここで、距離は路線データとして取扱う直前の交差点等からの距離（k m）を入力する。また、入力することのできる交差点等の最大数は100個以内とする。なお、入力する距離は***. * k mとする。

(4) 解析区間の指定

前期(1)～(3)の各指定を行った後、画面には調査対象区間全体の走行状況が表示される。その後、解析対象区間を指定し、より詳細な走行状態の解析を任意区間について行うことができる。

解析対象区間の指定方法としては、以下の3種類が用意されている(図-17参照)。

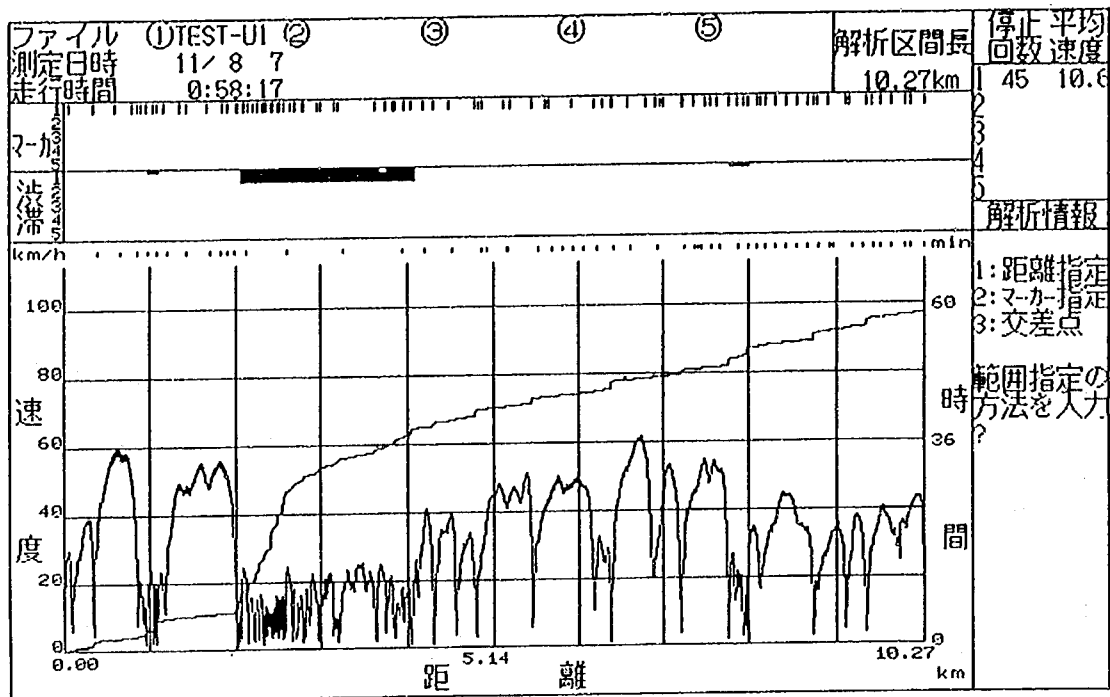


図-17 解析画面の初期状態(収集データの全区間を表示)

① 距離指定による方法

解析対象区間の起終点を起点からの距離(m)で指定する方法で、入力画面の表示に従って、解析の【開始距離】及び【終了距離】を順次入力する(図-18参照)。

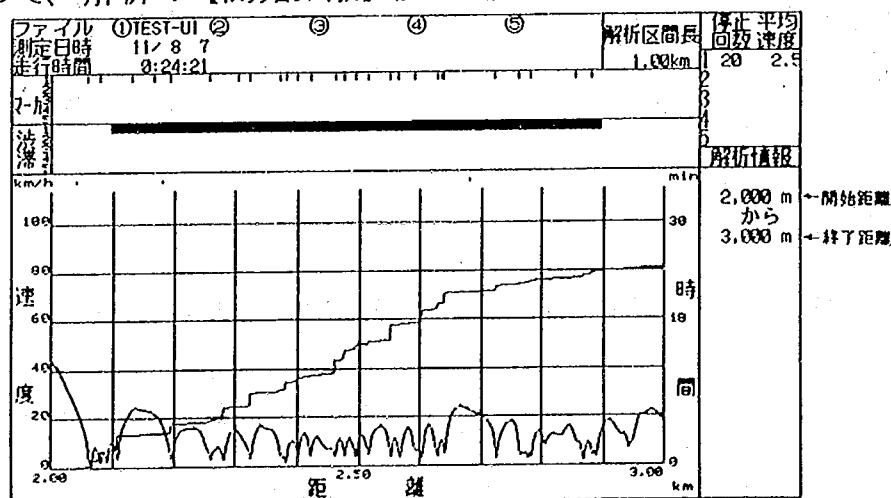


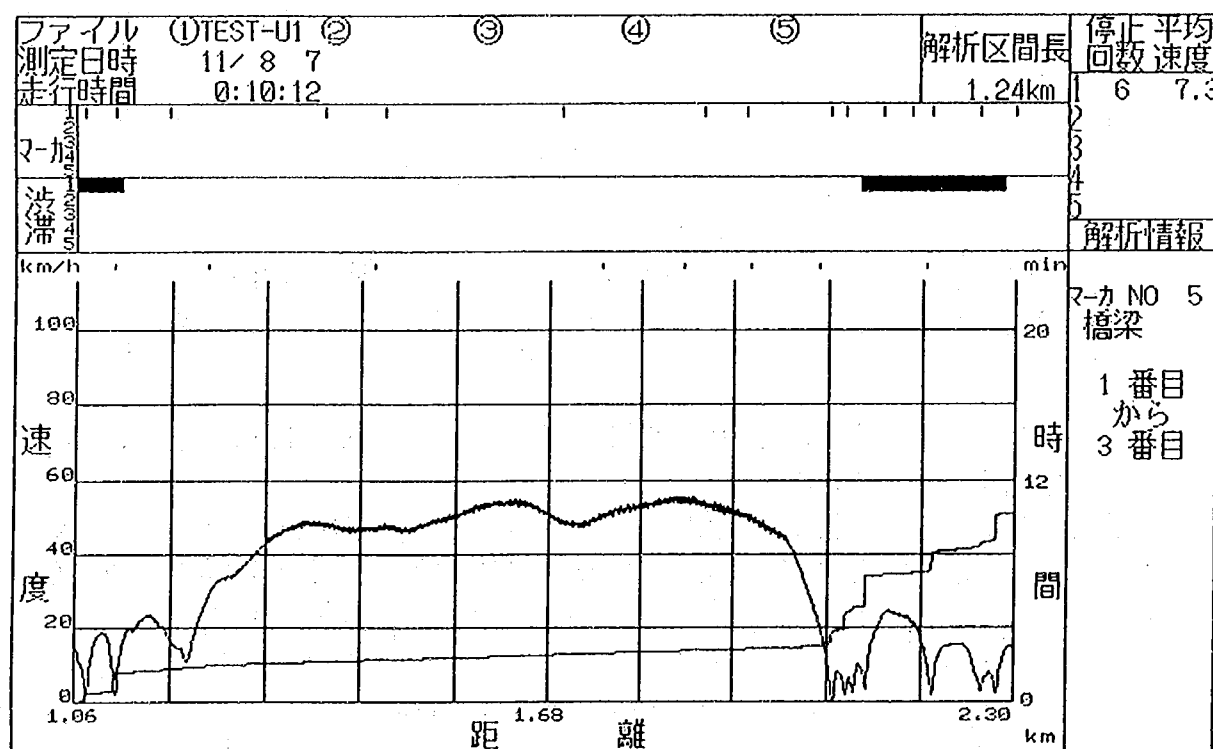
図-18 解析区間の指定方法その1(距離指定)

② マーカ指定による方法

解析区間をマーカ情報で入力して収集したデータファイルについて実施可能な方法である。

本指定の方法は、マーカ種別の指定とその指定したマーカの中で何番目から何番目かを入力することにより実行できる（図－19参照）。

入力は、解析情報の下欄に表示されてるマーカ種別の中から内容を参照して、【マーカの番号を】については項目番号で、【何番目から】と【何番目まで】については起点から対象とするマーカ種別で何個目かを数字で入力し指定する。ただし、同時解析のファイル数が複数の場合は最初に指定したファイルのマーカ情報が対象となるので注意すること。

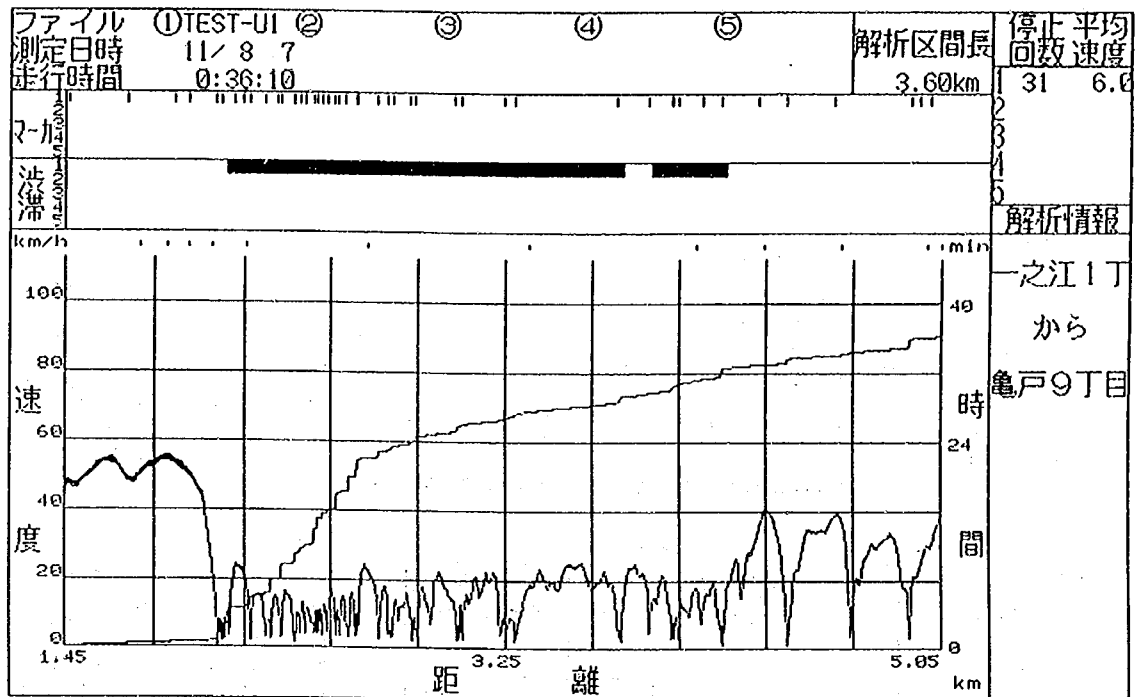


図－19 解析区間の指定方法その2（マーカ指定）

③ 交差点等による方法

路線データを用いた解析時に、解析区間を路線データで入力した交差点等によって指定する方法である。

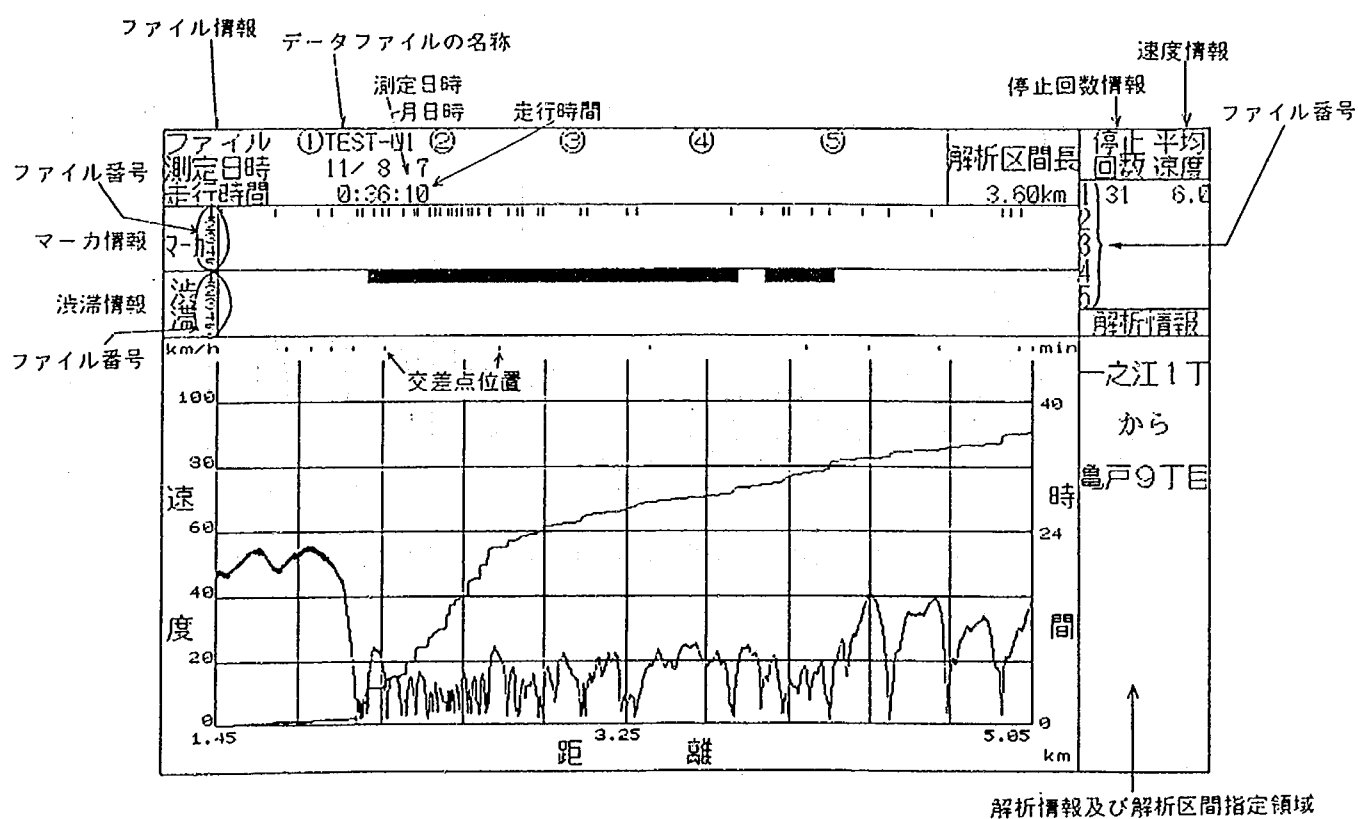
本指定の方法は、路線データファイルの交差点等の指定を【何番目から】と【何番目まで】について起点からの番号を入力することにより実行できる（図－20参照）。また、路線データファイルの対象とする交差点等の名称を捜すには、【D】及び【U】を入力することにより画面の解析情報の欄の表示内容を変えることができる。



図－20 解析区間の指定方法その3（交差点等指定）

5. 走行状態解析結果の見方

画面上に表示される収集データの解析画面は、図－21に示すようなもので図中にそれぞれの解析内容を説明する。なお、同時解析のファイル数が多数の場合は、画面には色別による表示がなされるので、ファイル情報の色と対応させて読み取ることができる。



図－21 走行状態の解析結果の見方

(1) ファイル情報

ファイル情報は、解析対象としている走行データファイルの名称（拡張子を除く）、測定日時及び表示されている解析区間の旅行時間を示している。

(2) マーカ情報

調査時にマーカを利用した場合に、解析区間について入力されているマーカ種別ごとに色別の表示をマーカ入力位置（路線データで距離補正した位置）に行う。なお、表示されたマーカの色は、解析情報の下欄に色別のマーカ情報内容が表示される。また、同時解析する収集データが複数の場合には、解析情報の下欄に表示される色別のマーカ情報の内容は、同時解析ファイルで指定した1番目のファイルに対応した内容となるので、同時解析ファイルが複数の場合でマーカ情報を考慮した解析を行う場合には、収集時に同一のマーカ情報内容で調査を行うことが必要である。

(3) 渋滞情報

現在の解析用ソフトは、5章の渋滞判定に関する検討で述べたように速度を基準として以下の条件下で自動抽出している。

- ① 平均速度が20 km/h以下でかつ最高速度が35 km/h以下の走行状態区間とその直後停止状態区間を渋滞候補区間として黄線で表す。
- ② ①で渋滞・非渋滞候補区間の区間長が300 m以下のものは、前後区間と同様の状態であると考え、渋滞・非渋滞の判定補正を行い、渋滞区間は赤線で表す。

(4) 停止回数情報

速度を基準として解析表示区間での停止回数を解析時に以下の条件下で自動抽出し、停止回数情報の欄に表示する。

- ・ 通常の走行状態から速度が4 km/h以下に下がった時点で停止の始まりと判断する。
- ・ 停止状態から速度が10 km/h以上に達した時点で停止状態が終了したと判断する。

したがって、速度が4 km/h以下に下がった状態から、次に速度が10 km/h以上に達するまでの状態を1回の停止とする。

(5) 速度情報

解析画面に表示されている区間の旅行速度を表示する。

(6) 解析情報

解析方法の指定、解析区間名の表示（路線データファイル使用時）、マーカ種別等の表示を行う領域である。

(7) 走行状況図

収集データの走行状態を解析対象の区間について画面に表示する。

X軸に調査区間の起点からの距離(k m)を表示し、左側Y軸に走行速度(km/h)を、右側Y軸に積算所要時間(分)を表示する。さらに、解析に路線データを用いた場合には、交差点等の位置が走行状況図の上方に点で表示される。

旅行速度測定装置に関する調査報告書 土木研究所資料第2844号
平成元年12月
道路交通総括研究官 神崎 紘郎
新交通研究室 室長 谷口 栄一
研究員 河野 辰男
中口 和巳
システム課 川名万寿雄

要 旨

現状の旅行速度の調査方法の代替案として、旅行速度を自動計測し、容易にかつ高精度で数多くのデータを収集・解析・蓄積するために旅行速度測定装置を開発した。

本報告は、旅行速度測定装置の概要、使用方法、試走路における精度検定のための試験、実道路における使用例等について報告する。

キーワード：旅行速度測定装置、渋滞判定、解析プログラム

郵便はがき

41円切手
をはって下
さい。

305-□□

筑城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

新交通研究室 御中

No. 017

No. 017

配布先氏名

配布先住所

○

土木研究所資料第 2844 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印