

テレメータ・テレコントロールシステム
標準方式仕様書

国土交通省

※ 仕様書本文の「建設省」は「国土交通省」に読み替えるものとする。

テレメータ・テレコントロールシステム標準方式仕様書

第 1 章 一 般 事 項

1-1 (適用範囲)

本仕様書は、建設省が設置する河川、ダム、堰、道路及び各種設備維持管理等に用いる。テレメータ・テレコントロールシステム（以下「システム」という。）について適用するものであり、各システム毎のシステム仕様、処理機能及び装置仕様等については、別途仕様書により指定する。

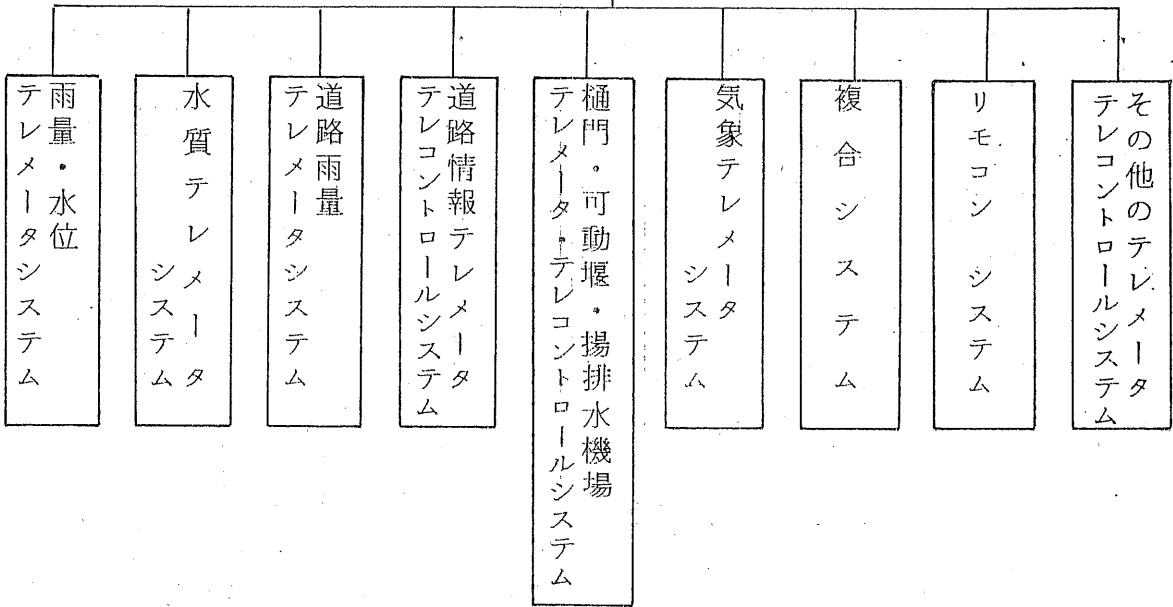
なお、本仕様書で規定する範囲は次のとおりとする。

- (1) データ収集及び制御方式
- (2) 伝送方式
- (3) 他システムとのインターフェイス規格

[解説 1]

1. 別途仕様書と 本仕様書との関係は次のとおりとなる。

テレメータ・テレコントロールシステム
仕様書

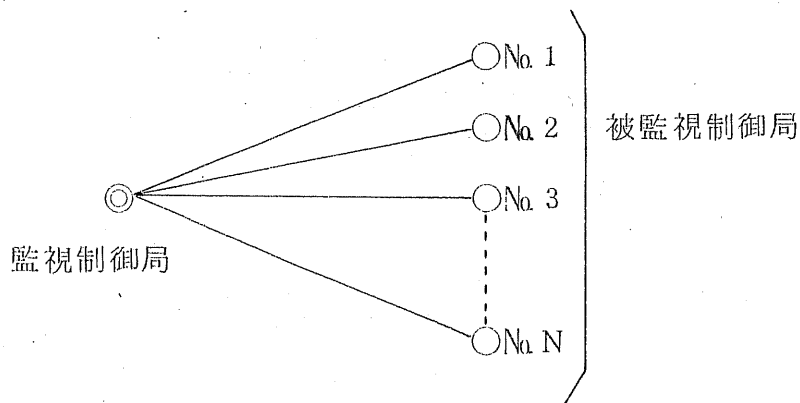


別途仕様書

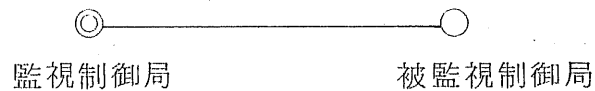
1-2 (システムの構成)

本仕様書は、次に示す各システム構成の各装置について適用するものとする。

(1) 1:N ポーリング方式



(2) 1:1 サイクリック方式



[解説 2]

1. データ収集制御方式による分類は次のとおりである。

(1) 1:N ポーリング方式

ア 1:N 半二重ポーリング方式

イ 制御を含む 1:N 半二重, ポーリング方式

ウ 制御を含む 1:N 全二重, ポーリング方式

(2) 1 : 1 サイクリック方式

ア 1 : 1 単向通信, サイクリックテレメータ方式

イ 1 : 1 全二重, サイクリックテレメータ方式

ウ 制御を含む1 : 1 全二重, サイクリックテレメータ方式

第 2 章 データ収集及び制御方式

データ収集制御方式は、次の方式の範囲内で 別途仕様書で選択し、規定するものとする。

2-1 データ収集

本システムのデータ収集方式は次のとおりとする。

(1) 1:Nポーリング方式

全データ及び選択データの収集ができるものとし、収集方式の種類は次のとおりとする。

ア 自動全局呼出し

指定時間間隔（連続も可能）で起動し、全被監視制御局の全データをあらかじめ定められた順序に従って収集するものとする。

イ 自動選択局呼出し

被監視制御局毎に異った指定時間間隔で起動し、被監視制御局の全データをあらかじめ定められた順序に従って収集するものとする。

ただし、同時に指定できる呼出時間間隔は、システム当り 2種類までとする。

ウ 手動全局呼出し

手動により、被監視制御局をあらかじめ定められた順序により呼び出し、データ収集するものとする。

エ 手動個別呼出し

手動により任意に選択した被監視制御局を呼び出し、データ収集するものとする。

オ 異常値呼出し(1)

監視制御局において異常値起動信号を受信した場合は、当該被監視制御局の呼び出しを自動的に行うものとする。

カ 異常値呼出し(2)

監視制御局において異常値起動信号を受信した場合は、自動呼出しの指定時間間隔を自動的に変えられるものとする。

キ 再呼出し

被監視制御局からの応答信号に符号誤り又は無返送を確認した場合は、自動的に当該被監視制御局の再呼出しを行うものとする。再呼出回数は1回までとし、次の動作に移るものとする。

ク 休止局指定

休止局の指定ができるものとし、当該局の呼出しは行わないものとする。

(2) サイクリック方式

サイクリック伝送及び優先データの伝送ができるものとする。

ア 優先データの伝送

被監視制御局において制御を受けた場合は、サイクリックフレームの伝送を中止して優先データフレームのみを伝送し、監視制御局において受信できるものとする。

2-2 制御方式

本システムにおいては、次の制御方式が可能なものとする。

2-2-1 制御手順

(1) 1 挙動制御

制御ポジション又は設定値と制御データを伝送することにより1度の制御指令により制御が可能なものとする。

(2) 2 挙動制御

制御ポジション及び設定値を制御に先立ち伝送し、被監視制御局からの選択完了信号又は設定値返送データを監視制御局において確認し、制御指令を行う2挙動制御が可能なものとする。

2-2-2 制御方式

次の制御が可能なものとする。

(1) 入一切制御

選択機器の入一切制御ができるものとする。

(2) 調整制御

選択機器の開・閉・調整制御ができるものとする。

調整制御の対象局は連続してデータ収集が行えるものとする。

(3) 設定値制御

選択機器の設定値制御が可能なものとする。

〔解説3〕

1. 2 挙動制御を単信無線回線を使用することは問題が多いので避けることが望ましい。
2. 調整制御とは、被監視制御局からのデータを監視しながら行う制御をいう。
従って本制御は単信回線（半2重通信方式）では行えない。

第 3 章 伝 送 方 式

3-1 (一般事項)

- (1) 伝 送 回 線 無線回線又は有線回線
- (2) 通 信 方 式 単向, 半二重又は全二重
- (3) 伝 送 方 式

- ア 符 号 方 式 NRZ
- イ 同 期 方 式 フレーム同期
- ウ 変 調 方 式 周波数変調 又は位相変調
- エ 伝 送 速 度 次の中から選択する。

50ビット/秒 200ビット/秒
 1200ビット/秒 2400ビット/秒
 4800ビット/秒 9600ビット/秒

オ 中心周波数配列及び搬送周波数等

(ア) 周波数変調の場合

伝送速度 ^{ビット} / _秒	中心周波数Hz	偏移幅 (Hz)	送信周波数精度	受信許容値	符 号 歪
50	f1	1955	±35	±12Hz	次の条件で ±15%以下とする。 1) 自局折返し。 2) 試験 符号 (1:1) (1:4) (4:1) 3) レベル
	f2	2125			
	f3	2295			
	f4	2465			
	f5	2635			
200	f1	800	±100	±6Hz	
	f2	1200			
	f3	1600			
	f4	2000			
	f5	2400			
	f6	2800			
1200	1700	±400	±10Hz	±16Hz	変動 ±5dB

(イ) 位相変調の場合

伝送速度(ビット/秒)	搬送周波数(Hz)	送信周波数精度(Hz)	受信許容値(Hz)
2400	1800	± 1	± 7
4800	1800	± 1	± 7
9600	1700	± 1	± 7

カ 誤り検出方式 16ビット，サイクリックコード符号

キ 符号構成(フレーム構成)

JIS C-6363(ハイレベルデータリング制御手順のフレーム構成)に準ずる。

[解説 4]

1. 伝送速度と変調方式

伝送回線の伝送品質に応じて次の伝送速度と変調方式を選択する。

- (1) 周波数変調；50ビット/秒 200ビット/秒
1200ビット/秒
- (2) 位相変調；2400ビット/秒 4800ビット/秒
9600ビット/秒

2. 符 号 形 式

符号形式の設定にあたっては、C D T 準拠方式、基本形準拠方式及びH D L C 準拠方式の3つの方式について比較検討を行い、主として次の様な理由によりH D L C 準拠方式を採用することとした。

- (1) 汎用性，拡張性に優れていること。
- (2) マイコン，ミニコンとの親和性に優れていること。
- (3) データの透過性があること。
- (4) 伝送効率が良いこと。
- (5) 将来性のあること。
- (6) ハードウェアの一部のL S I 化が可能なこと。
- (7) J I S に規定され一般性のあること。

3. P C M 端局装置、光伝送装置及びベースハンド変復調器等と接続することも当然考えられるが、現時点では基準化が難しいので別途規定事項とした。

3-2 (伝送路)

本システムは、それぞれに対応した回線インターフェイス部を付加することにより、次の伝送路が使用できるものとする。

(1) 無 線

ア. 単一无線回線

(単向, 単信, 複信含む。)

イ. 多重無線回線

(交換網回線含む。)

(2) 有 線

ア. 自営線

イ. 電々公社専用線

ウ. 電々公社加入電話回線

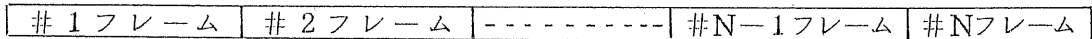
エ. 光ケーブル

3-3 (伝送フォーマット)

伝送フォーマットは、次に示すとおりとする。

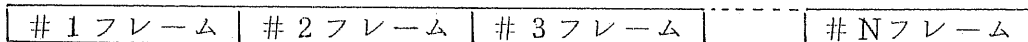
3-3-1 全体構成

次に示すとおりとする。

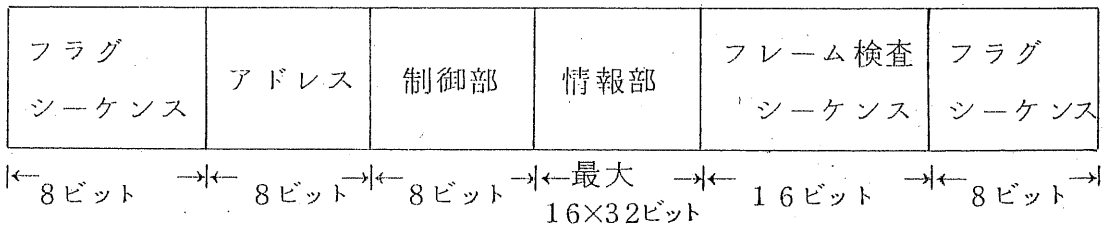


- (1) Nはデータの伝送量に応じて任意に設定可能とするが、最大8とする。

3-3-2 フレーム構成



1フレーム内の構成



- (1) ポーリング方式で使用する場合は、符号の送出しに先立ち必要個数のフラグシーケンスを送出する。

(2) フレーム構成要素

ア. フラグシーケンス〔以後FSと表示する。〕

フラグシーケンスは、「01111110」の8ビットで構成するものとし、フレームの開始又は終結を示すものとする。また、フレームが連続する場合は、一つのフレームの終結を含むフラグシーケンスと次のフレームの開始を示すフラグシーケンスは共用しないものとする。

イ、アドレス〔以後Astと表示する。〕

アドレスは、その制御（呼出も含む。）を受信すべき被監視制御局又は応答信号を送信した被監視制御局の局番を表示するものとし、純2進表示とする。

なお、試験用として、ノンステーションアドレス（そのフレームがどの局も指定しないことを表わす。）を有するものとし、その場合のビット構成は〔00000000〕とする。

ウ、制御部〔以後Cと表示する〕

制御部は、伝送手順において制御（呼出含む）応答符号の機能を示すものとし、次のとおりとする。

項目	ビット構成	ビット構成								
		N(S)				/	N(R)			
		b1	b2	b3	b4	b5	b6	b7	b8	
コマンド (命令)	観測呼出	RRop	1	0	0	0	1	0	0	0
	制御	Ioop	0	0	0	0	1	0	0	0
	特定フレーム再送要求	SREJMP	1	0	0	1	1	(M)		
	#Nフレーム以降の再送要求	REJ Np	1	0	1	1	1	(N)		
レスポンス (応答)	1フレーム内の応答の場合	IooF	0	0	0	0	1	0	0	0
	複数フレーム応答の場合の途中フレーム	Imo	0	(m)			0	0	0	0
	複数フレーム応答の場合の最終フレーム	INoF	0	(N)			1	0	0	0
	SREJに対する応答(Mフレームの再送)	IMoF	0	(M)			1	0	0	0

()内は、フレーム番号を示す。

ここに

Ns ;送信順序番号(応答の場合のフレーム番号を示す。)

NR ;受信順序番号(コマンドの場合のフレーム指定を示す。)

P/F ;コマンドの場合はポールビットとなり、レスポンスの場合はファイナルビットとなる。

ポールビットは、相手局に対して応答を要求する場合に使用する。

ファイナルビットは、応答フレームの最終フレームであることを意味するものとする。

エ. 情報部

情報部は、単一又は複数のワードで構成されるものとし、最大16ワードとする。ただし、1ワードは32ビットの符号で構成する。

オ. フレーム検査シーケンス〔以後FCSと表示する〕

フレーム検査シーケンスは、16ビットのサイクルチェック符号にて構成されるものとし、生成多項式は次のとおりとする。

$$X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$$

〔解説4〕

1. フレーム構成 及びその使用方法は、JIS C-6363~6365で規定しているハイレベルデータリンク制御手順に準ずるものとして、その中から本システムに必要な手順要素を考慮し、制御部の機能を限定した。

2. 1フレーム内の情報部の長さは、次の各項目について検討を行い、適用システムの規模を考慮して最大16ワードとし、短縮は任意に可能とした。

- (1) 制御に伴うレスポンス
- (2) 見逃しエラー率
- (3) ブロックが誤った場合の無効データ数
- (4) 再送要求の場合の応答

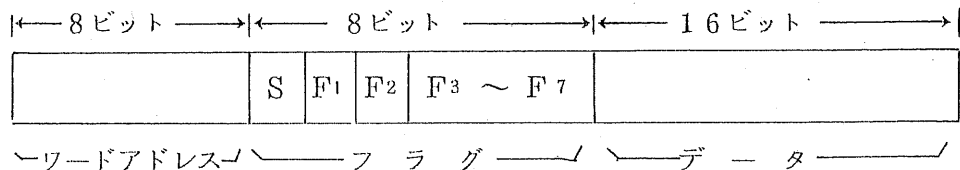
カ. その^ハ他

複数フレームになった場合、送信順序番号とワードアドレスは、次を原則とする。

N (S)	AW
0	0 ~ 1 5
1	1 6 ~ 3 1
2	3 2 ~ 4 7
3	4 8 ~ 6 3
4	6 4 ~ 7 9
5	8 0 ~ 9 5
6	9 6 ~ 1 1 1
7	1 1 2 ~ 1 2 7

3-3-3 ワード構成

(1) 基本構成



S ; サインフラグ

F 1 ; 無効データ

F 2 ; 倍長指定 (5桁~8桁までのワード連結に使用。)

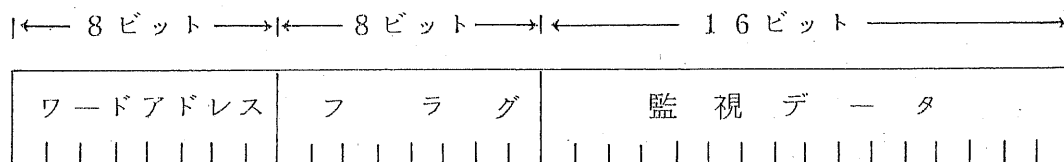
F 3 ~ F 7 ; 任 意

ア. 監視、計測、入一切制御及び設定値制御のワード構成は、すべて同一形式とする。

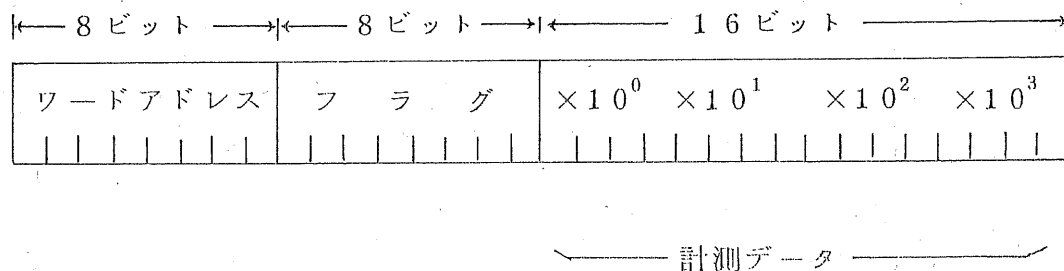
イ. ワードアドレスは、純2進(0~255)とし、先頭ビットをLSBとする。

ウ. データは、先頭ビットをLSBとする。

(2) 監 視



(3) 計 測

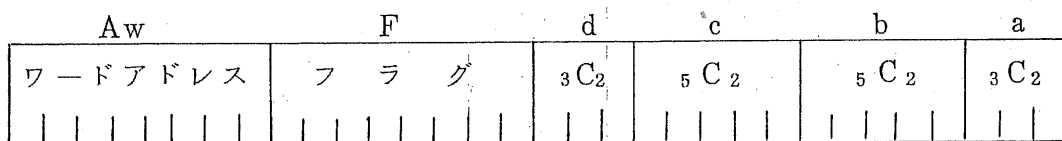


[解説 6]

1. 他に必要と思われるフラグには次のものがある。
 - (1) オーバ
 - (2) アンダー
 - (3) 計測値パリティ
2. 電源異常、局舎扉開等は、監視データとして伝送する。

(4) 入一切制御

1フレーム1ワードとする。



└──────────────────入一切制御データ──────────────────┘

a ; 次の b, c の組み合わせ (1 0 0 点) で足りない場合使用する
もので通常は (1, 0, 1) の固定パターンとする。

b ; 群

c ; 個別

d ; 入一切制御

なお、定マーク符号と数値との関係は次のとおりとする。

なお、定マーク符号と数値との関係は、次のとおりとする。

3 C 2

0	1	2	
1	1	0	入
1	0	1	切
0	1	1	停止
0	0	0	平常

5 C 2

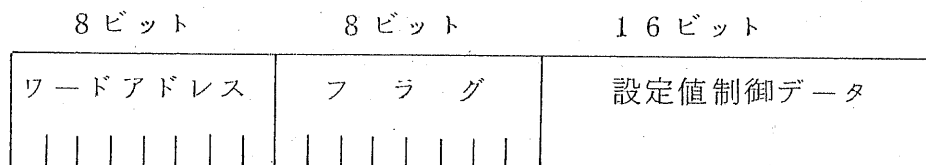
	0	1	2	4	7
0	0	0	0	1	1
1	1	1	0	0	0
2	1	0	1	0	0
3	0	1	1	0	0
4	1	0	0	1	0
5	0	1	0	1	0
6	0	0	0	1	0
7	1	0	0	0	1
8	0	1	0	0	1
9	0	0	1	0	1

〔解説7〕

1. 入一切制御データの符号構成は、上記の符号構成を標準とするが、システム適用上問題がある場合は他の符号構成を使用することもできる。

(5) 設定値制御

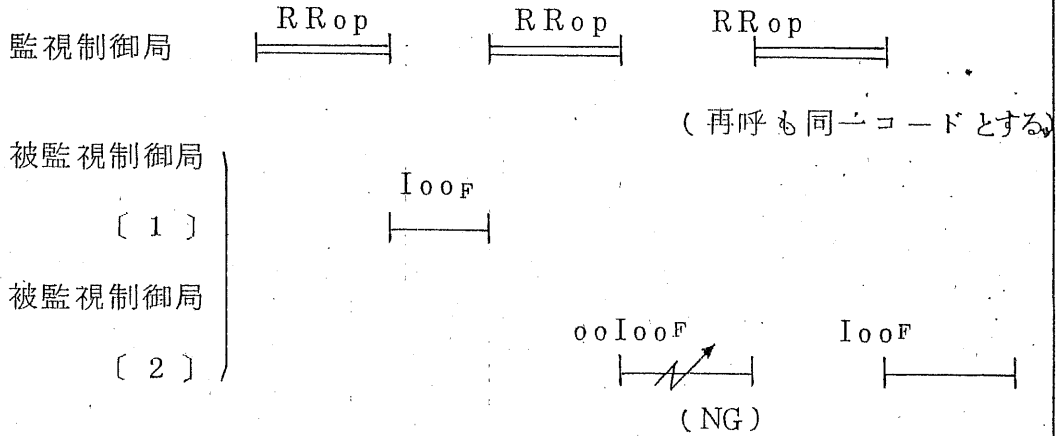
1フレーム1ワードとする。



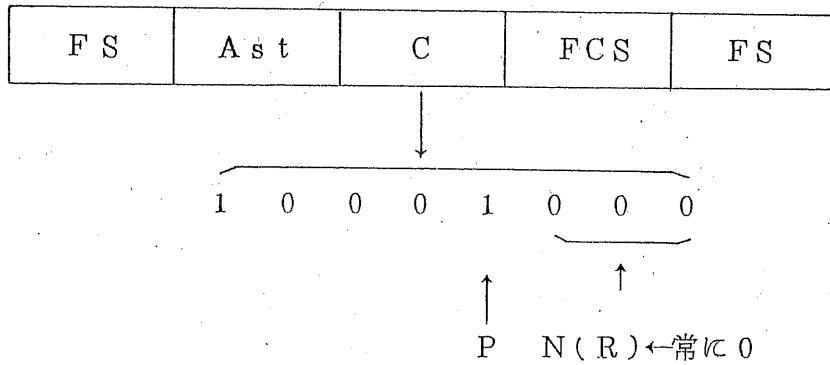
3-4 (伝送手順)

3-4-1 1:N, 半2重, ボーリング方式の場合

(1) 1フレーム以下(16量以下)のデータを収集する場合



ア. RRop



FS ; フラグシーケンス

Ast ; アドレス

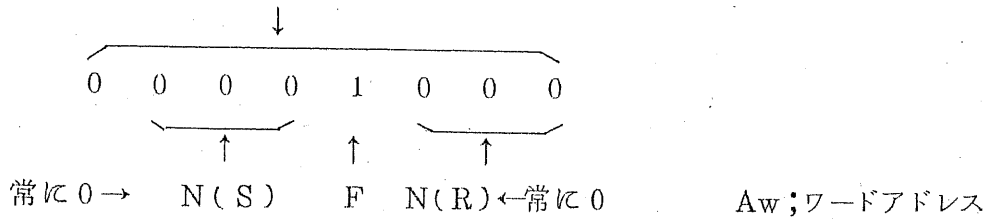
C ; 制御部

FCS ; フレーム検査シーケンス

上記の記号は以下と同じ

1. I o o F

FS	A s t	C	A w	F	DATE	FCS	FS
----	-------	---	-----	---	------	-----	----



ウ. 複数フレームのデータを収集する場合 (最大128量)

(ア) 全フレーム収集の場合

監視制御局 RRop

被監視制御局 | I₀₀ | I₁₀ | | I_{70F} |

(イ) 選択収集〔1〕……………#N以降のフレームを収集する場合

監視制御局 REJ_{NP}

被監視制御局 | I_{N0} | | I_{70F} |

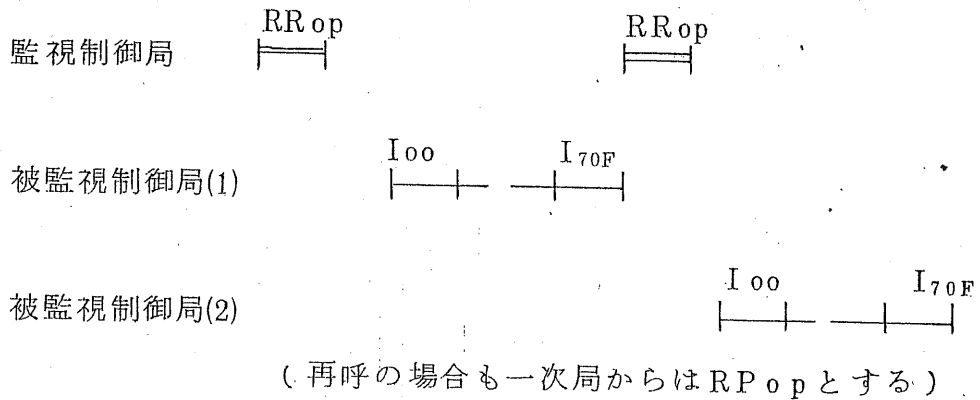
(ロ) 選択収集〔2〕……………#Nフレームのみ収集

監視制御局 SREJ NP

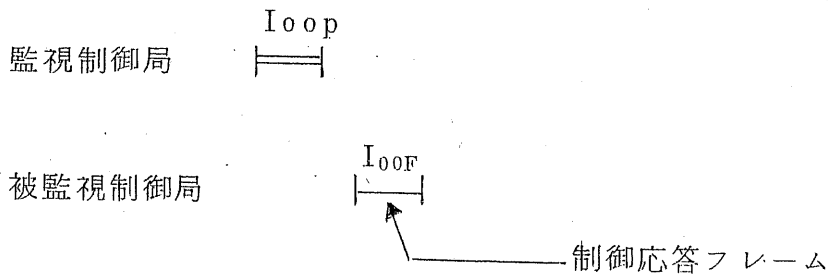
被監視制御局 | I_{N0F} |

3-4-2 制御を含む1:N, 半2重, ポーリング方式

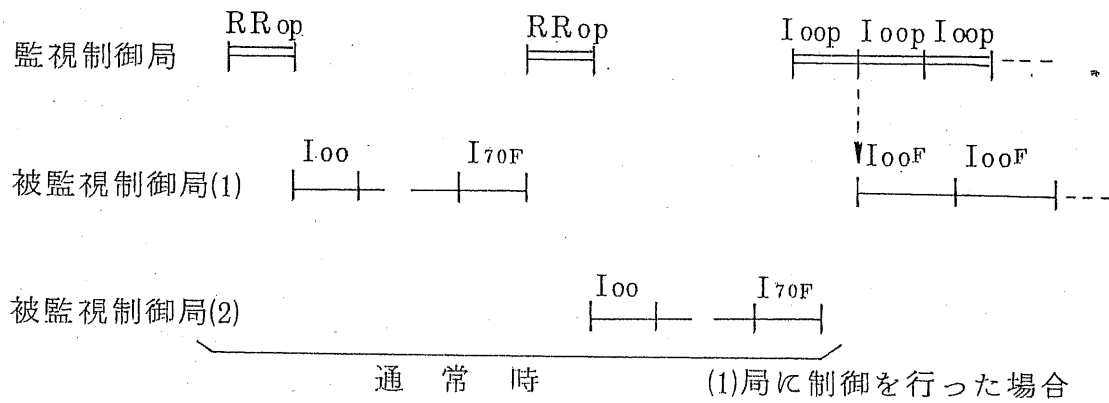
(1) 通常時 (テレメータ動作時)



(2) 制御時

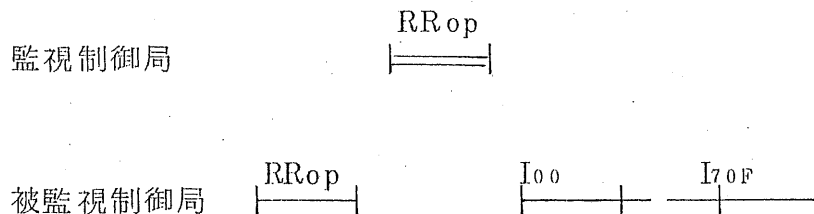


2-4-3 制御を含む1:N, 全二重, ポーリング方式の場合



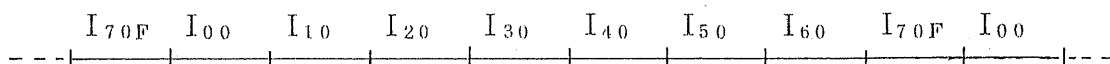
3-4-4 異常値起動

基本シーケンスは、次のとおりとし、詳細手順については別途仕様書によるものとする。



3-4-5 サイクリックテレメータ方式

(1:1, 全二重又は単向通信方式)



1 サイクル

最大128ワード

(16ワード×8フレーム)

3-4-6 制御を含むサイクリックテレメータ方式

(1:1, 全2重)

(1) 優先処理を行わない場合。

監

監視制御局

Loop

被監視制御局 ---| I70F | I00 | I10 | I20 | I30 | I40 | I50 | I60 | I70F |---

(監視制御局から制御を行っても被監視制御局からの伝送順序は影響は受けない。)

(2) 優先処理を行う場合

ア. 調整制御を行わない場合

監視制御局

Loop

被監視制御局 ---| I70F | I00 | I10 | I20 | I30 | I00F | I10 | I20 | I30 |---

↑
優先処理フレーム

被監視制御局から I03 フレーム送出中に監視制御局から制御を受けた場合、I03 フレームまでで中止し、優先データフレーム(制御応答フレーム) I00F を送出する。

イ. 調整制御を行う場合

監視制御局

Loop Loop Loop Loop Loop

被監視制御局 ---| I70F | I00 | I10 | I20 | I30 | I00F | I00F | I00F | I00F |---

(被監視制御局から I30 フレーム送出中に監視制御局から被監視制御局に対して調整制御を行った場合の例を示す。)

〔 解説 8 〕

1. 優先データの取り方としては、監視制御局から制御後 SREJ を出す方法もあるが、次の理由で上記方法とした。
 - (1) 収集時間が短くなる。
 - (2) 処理が容易になると推定される。
 - (3) HDLC 準拠方式では、送信順序番号及び受信順序番号の関係でフォーマット上 最大 8 フレームまで伝送可能であるので、優先データを非 0 フレーム (I_{00F}) に集約できる。(通常、各フレームに分散して伝送しているデータを優先データとして I_{00F} フレームで送れる。)

第 4 章 他システムとのインターフェイス

本装置と他システムとのインターフェイス条件は、次のとおりとする。

4-1 伝送路とのインターフェイス

単一无線回線，多重無線回線，自営線，電々公社専用線及び電々公社加入電話回線とのインターフェイスは次によるものとする。

なお，光ケーブルとのインターフェイス条件は別途指定する。

- (1) 送出レベル 0 ～ -30 dBm の範囲内で設定可能
- (2) 受信レベル 0 ～ -30 dBm の範囲内で設定可能
- (3) 入出力インピーダンス 600 Ω \pm 20 % 平衡とする。

4-2 デジタル入出力

4-2-1 デジタル入力

(1) 監視情報 (SV)

ア．連続信号又は瞬時信号とする。ただし、瞬時信号の取扱いについては、別途仕様書で規定する。

イ．無電圧接点又はフォトカプラの絶縁形出力を入力するものとする。

ウ．受渡し回路と受渡し仕様は、次のとおりとする。

	受渡し回路		受渡し仕様	
	その他の装置	被監視制御装置	物理仕様	論理仕様
無電圧接点の場合	<p>50V 30mA以下</p> <p>又は 50V 30mA以下</p> <p>共通</p>		<p>(1)接点容量 DC 50V 30mA以下 で使用</p> <p>(2)残留電圧(V_{cs}) 被監視制御装置 の入力端子 で 0.5V 以下</p>	<p>(1)入力形式 連続信号</p> <p>(2)論理「1」 でマーク</p>
フォトカプラの場合	<p>30V 15mA以下</p> <p>又は 30V 15mA以下</p> <p>共通</p>		<p>(1)DC 30V, 15mA 以下で使用</p> <p>(2)飽和電圧(V_{cs}) 被監視制御装置 の入力端子で 1.5V 以下</p>	<p>(1)入力形式 連続</p> <p>(2)論理「1」 で導通</p>

DI ; デジタル入力回路

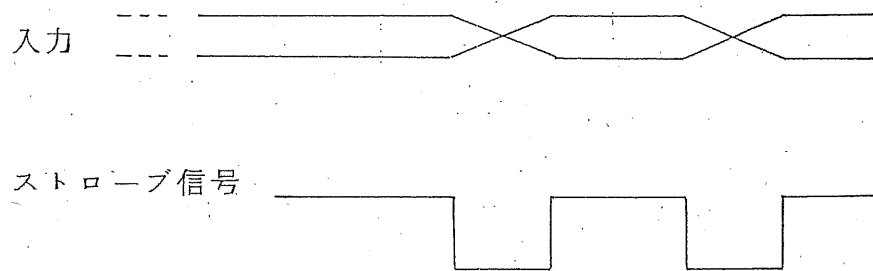
(2) 計測情報

ア. 全データ並列入力とし、原則として項目毎、ストロブ信号付とする。

イ. 無電圧接点又はフォトカプラーの絶縁形出力を入力するものとする。

ウ. 受渡し回路及び受渡し仕様は、4-2-1, (1), (3)と同じとする。ただし、入力形式は、次のとおりとする。

エ. 入力形式



4-2-2 デジタル出力1

表示装置又は処理装置等と接続する場合のものであって、次の規格を満足するものとする。

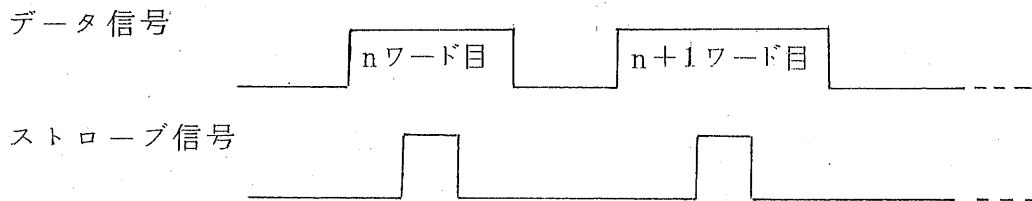
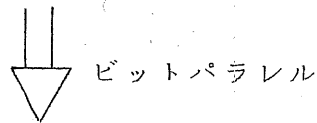
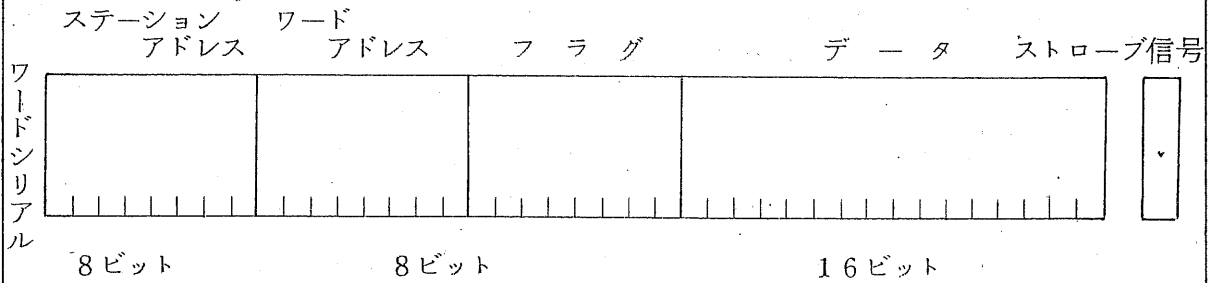
- (1) オープンコレクター出力（非絶縁形）又はフォトカプラー出力（絶縁形）とする。
- (2) 受渡し回路及び受渡し仕様は、次のとおりとする。

	受渡し回路		受渡し仕様	
	監視制御装置	表示・処理装置等	物理仕様	論理仕様
オープンコレクターの場合	<p>30V 15mA以下</p>	DI	<p>(1) DC30V, 15mA以下で使用</p> <p>(2) 飽和電圧(V_{cs})監視制御装置出力端子で1V以下</p>	<p>(1) 出力形式下図による</p> <p>(2) 論理「1」で導通</p>
フォトカプラーの場合	<p>30V 15mA以下</p> <p>又は30V 15mA以下</p>	DI	<p>(1) DC30V, 15mA以下で使用</p> <p>(2) 飽和電圧(V_{cs})監視制御装置の出力端子で1V以下</p>	<p>(1) 出力形式下図による</p> <p>(2) 論理「1」で導通</p>

DI ; デジタル入力回路

出力形式

ビットパラレル，ワードシリアルにて出力するものとし、次のとおりとする。



ワード毎の出力タイミング及びデータセットパルス時間は、別途仕様書によるものとする。

[解説 9]

1. 処理装置等との接続には、GPIB, RS-232C等のインターフェイスも当然考えられるが、システム毎に検討する必要があるため別途検討事項とした。

4-2-3 デジタル出力2

各データ毎の個別並列出力を行う場合のものであって、次の規格を満足するものとする。

- (1) 無電圧接点又はフォトカプラーの絶縁形出力とする。
- (2) 受渡し回路及び受渡し仕様は、次のとおりとする。

	受渡し回路		受渡し仕様	
	監視制御装置	その他の装置	物理仕様	論理仕様
無電圧接点の場合	<p>50V 30mA以下 V_{cs}</p> <p>又は 50V 30mA以下</p> <p>V_{cs}</p>	<p>DI</p>	<p>(1)接点容量 DC50V 30mA以下で 使用</p> <p>(2)残留電圧(V_{cs}) 監視制御装置 出力端子で0.5 V以下</p>	<p>(1)出力形式 下図による</p> <p>(2)論理「1」 でマーク</p>
フォトカプラーの場合	<p>30V 15mA以下</p> <p>又は 30V 15mA以下</p> <p>V_{cs}</p>	<p>DI</p>	<p>(1)DC30V 15mA 以下で使用</p> <p>(2)飽和電圧(V_{cs}) 監視制御装置 の出力端子で 1V以下</p>	<p>(1)出力形式 下図による</p> <p>(2)論理「1」 で導通</p>

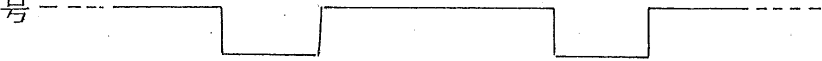
DI ; デジタル入力回路

出力形式

データ 1



ストローブ信号



データ 2



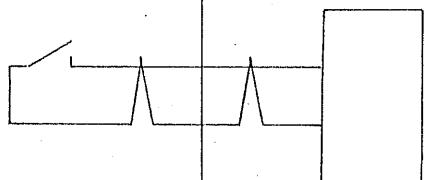
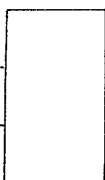
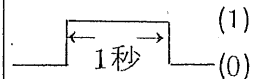
ストローブ信号



4-2-4 デジタル出力3 (人一切制御出力)

制御対象機器に対して制御用出力を行う場合のものであって、次の規格を満足するものとする。

- (1) 無電圧接点の絶縁形出力とする。
- (2) 受渡し条件及び受渡し仕様は、次のとおりとする。

受 渡 し 回 路		受 渡 し 仕 様	
被監視制御装置	制御対象機器	物理仕様	論理仕様
DC110V 150mA以下 		(1)接点容量 DC110V 150mA以下 で使用 ただし、定格下 限値は DC110V, 10mAとする。	(1)制御出力は、 下記のとおり とする。  (1) (0) 「1」でマークと する

[解説 10]

1. 制御出力として大容量接点を必要とする場合は補助継電器を付加することとなる。

4-3 アナログ入出力

4-3-1 アナログ入力

計測装置等からアナログデータを本装置に入力する条件は、次のとおりとする。

(1) 電圧入力の場合

0 ~ ±5 V (入力抵抗 100 KΩ 以上)

(2) 電流入力の場合

4 ~ 20 mA (入力抵抗 500 Ω 以下)

(3) 入力条件

平衡入力とする。

(4) 変換精度

±0.3 % F S 以下

4-3-2 アナログ出力

本装置からアナログ出力を行う場合の条件は、次のとおりとする。

(1) 電圧出力の場合

0 ±5 V (負荷抵抗 5 KΩ 以上)

(2) 電流出力の場合

4 ~ 20 mA (負荷抵抗 500 Ω 以下)

(3) 変換精度

±0.3 % F S 以下

4-4 パルス入力

- (1) パルス幅 50 mS ~ 1000 mS
- (2) 周 期 10 パルス / 秒以下とする。
- (3) 入力規格 4-2-1 項 デジタル入力の規格に準ずる。

付 記

1. フレーム検査シーケンス (F C S)

(1) 基本的な考え方

与えられた情報によるメッセージ多項式 $G(X)$ 及び生成多項式 $P(X)$ に対して下記の手順により符号メッセージ多項式 $F(X)$ を構成すれば、 $F(X)$ は $P(X)$ により割り切れるのでこのことを利用して符号チェックを行う。

ア. メッセージ多項式 $G(X)$ に X^{n-k} を乗算する。ただし、 $n-k$ は FCS のビット数。

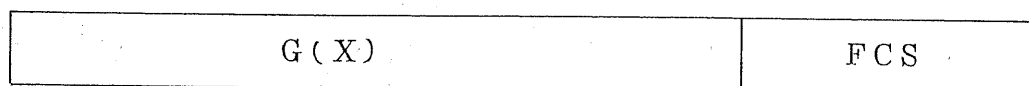
イ. 乗算結果 $X^{n-k} \cdot [G(X)]$ を生成多項式 $P(X)$ で除算する。

ウ. 商を無視して、余り $R(X)$ を $X^{n-k} \cdot [G(X)]$ に加えて符号メッセージ多項式 $F(X)$ を作成する。

$$F(X) = X^{n-k} \cdot [G(X)] + R(X)$$

(2) 具体的方法

← k ビット → ← 16 ビット →



$$X^k \cdot (X^{15} + X^{14} + \dots + X^2 + X + 1) = M_1(X) \cdot (X^{16} + X^{12} + X^5 + 1) + R_1(X)$$

$$X^{16} \cdot G(X) = M_2(X) \cdot (X^{16} + X^{12} + X^5 + 1) + R_2(X)$$

(ここに $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ は生成多項式)

FCS = $R_1(X)$ と $R_2(X)$ の和の 1 に対する補数を作成

(3) 簡単な計算例

紙面での説明の都合上次の様なビット長の短いメッセージ多項式及び生成多項式の例で計算例を示すと次の様になる。

ア.

ア. メッセージ多項式 $G(X) = 10110111(X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1)$

イ. 生成多項式 $P(X) = (101001)(X^3 + X^2 + 1)$

ウ. $P(X) = 6$ ビットで5ビットのFCSを生成するとする。

エ. $n - k = 13 - 8 = 5$.

イ. メッセージ多項式に X^{n-k} を乗算すると次の様になる。

$$\begin{aligned} X^{n-k} \cdot [X^7 + X^5 + X^4 + X^2 + X + 1] &= X^{12} + X^{10} + X^9 + X^7 + X^6 + X^5 \\ &= (1011011100000) \end{aligned}$$

ウ. この積を $P(X)$ で割算する。

$$\begin{array}{r} 10010110 \\ 101001 \overline{) 1011011100000} \\ \underline{101001} \\ 00100110 \\ \underline{101001} \\ 111100 \\ \underline{101001} \\ 101010 \\ \underline{101001} \\ 00110 \rightarrow \text{FCS} \end{array}$$

エ. FCSをG(X)に加えて

$$F(X) = 1011011100110$$

オ. 検算

$$\begin{array}{r} \overline{10010110} \\ 101001 \overline{) 1011011100110} \\ \underline{101001} \\ 100110 \\ \underline{101001} \\ 111101 \\ \underline{101001} \\ 101001 \\ \underline{101001} \\ 0 \end{array}$$

2. LSB

Least Significant Bit (最下位のビット)の略。先頭ビットをLSB とするということは最下位ビットを先頭とし順に並べることである。

例 10進数「11」の2進符号を先頭ビットをLSBにして並べると次のとおりとなる。

「1101」