

1 開発の経緯と前提

現在の ATS-SN は、警報発生時において、「確認扱い」後の運転は運転士の注意力によるものである。

今回開発した ATS-Ps は、従来の ATS-SN の機能は維持しながら、使用可能な変周チャンネルを追加し、パターンによる連続速度照査機能や車上タイマーによる速度照査機能等を付加したシステムであり、以下の条件を前提に検討されたものである。

- ① ATS-Ps により付加された機能は「補足機能」*または「付加機能」*に位置付けるものとし、「主機能」*はあくまでも ATS-S (ロング) 地上子となる。
- ② 運転操縦は乗務員が行い、取扱いを誤った時に自動的にブレーキが動作する(マニュアル優先のバックアップシステム)。
- ③ JR 東日本が所有する列車に適用できる。

※「主機能」…信号現示に連動して列車を停止させる機能をいう。
 「補足機能」…信号現示に連動し、必要により ATS の主機能を補足する機能をいう。
 「付加機能」…信号現示に連動しない機能をいう。

2 特徴

ATS-Ps は、従来の ATS-SN に加えて、停止信号機までの各車種別速度照査パターンを車上に発生させるものである。また、ATS-Ps 搭載車が現行の ATS-SN 区間を走行した場合及び ATS-SN 搭載車が ATS-Ps 区間を走行した場合は、これまで通りの動作(ロング用、直下用等の地上子から発する停止情報による車内警報と ATS 非常ブレーキ)を行う。さらに、ATS-Ps 搭載車が ATS-SN 区間を走行した場合は、ATS-SN 機能に加えて車上タイマーによる速度照査を行う。ただし、ATS-Ps 車上装置内の切替スイッチによって ATS-SN 機能のみ(車上タイマーによる速度照査を動作させない)とすることができる。

ATS-Ps の特徴を表 2.1 に示す。

表 2.1 ATS-Ps の特徴

項目	ATS-SN	ATS-Ps
乗務員の取扱い	<ul style="list-style-type: none"> ・確認扱い後、運転士の注意力により運転 ・取扱いを誤った時、直下地上子により自動的にブレーキが動作 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">ATS-SN 機能</div> <p style="text-align: center;">+</p> <ul style="list-style-type: none"> ・取扱いを誤った時、自動的にブレーキが動作(停止信号機に対する速度照査パターン及び車上タイマーによる速度照査)
誤出発対策	<ul style="list-style-type: none"> ・誤出発防止用地上子により、自動的に非常ブレーキが動作 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">ATS-SN 機能</div>
制限速度超過防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ある地点において一定速度を超えると自動的に非常ブレーキが動作 ⇒対象：分岐器 	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">ATS-SN 機能</div> <p style="text-align: center;">+</p> <p>⇒対象：分岐器・曲線・下り勾配・臨時徐行箇所</p>

また、車上に搭載した各種 ATS 装置と走行区間種別とそれに対応して動作する ATS 機能種別を表 2.2 に示す。

表 2.2 ATS 機能種別

	ATS-SN 区間または ATS-SN 区間			ATS-Ps 区間		
	ロング・直下・警報 ブレーキ機能	速度照査パター ン機能	車上タイマー機能	ロング・直下・警報 ブレーキ機能	速度照査パター ン機能	車上タイマー機能
ATS-SN 車	○	×	×	○	×	×
ATS-SN 車	○	×	○	○	×	○
ATS-Ps 車	○	×	○(注2)	○	○	○(注1) (注2)

注 1) ATS-Ps に関する制御(95kHz 以下の地上子による制御)を行っていない場合。

注 2) ATS-Ps 車上装置内の切替スイッチを ATS-SN に設定している場合。ATS-SN に設定している場合には動作しない。

3 機能

ATS-Psの機能は以下の通りである。

(1) パターンによる連続速度照査機能

① 停止パターンによる連続速度照査機能

- ・次の各信号機に対する速度照査パターンの超過を未然に防止する。
 - ア 出発信号機
 - イ 場内信号機
 - ウ 閉そく信号機（当面は設備しない）

② 一定距離走行後の頭打ちパターンによる連続速度照査機能

- ・次の速度制限箇所に対する速度超過を未然に防止するため、必要により設置する。
 - ア 分岐器
 - イ 曲線
 - ウ 下り勾配
 - エ 臨時徐行箇所

③ 一定速度の頭打ちパターンによる連続速度照査機能

- ・次の信号機、標識に対する速度超過を未然に防止するため、必要により設置する。
 - ア 入換信号機
 - イ 入換標識
 - ウ 誘導信号機

④ その他

- ・常時、列車の最高速度+10km/hの速度照査パターンを発生させる。

(2) 車上タイマーによる速度照査機能

- ・車上タイマー速度照査機能を有したATS（ATS-Psを除く）を搭載した列車については、場内・出発・閉そく信号機に対して、特定の1箇所にて車上タイマーによる速度照査を行う。なお、車上タイマー速度照査機能を有したATS（ATS-Psを除く）とは、JR東日本のATS-SN、JR東海のATS-ST、JR西日本のATS-SW、JR四国のATS-SS、JR九州のATS-SK、JR貨物のATS-SFをいう。
- ・その他必要により特定の地点における速度超過の未然防止を行う。

(3) 故障時の非常ブレーキ出力機能

- ・ATS-Ps車上装置が故障した場合、また速度発電機の情報が異常である場合には、運転台の動作表示器に「故障」を表示させ、非常ブレーキを動作させる。

(4) 勾配区間における後退による事故の防止

- ・ATS-Ps車上装置において、列車の後退（7km/h以上）を検知したときには非常ブレーキを動作させる。

4 システム構成

4.1 総合機能

ATS-Psシステムは車上装置と地上装置により構成されている。

ATS-Ps車上装置は、変周波数に応じて速度照査パターンの発生、消去を行い、速度照査パターン以上の速度情報を速度発電機から得たときは、その速度に応じて自動的にブレーキ出力を行う。

システム構成図を図4.1、車上装置の各機能を表4.1に示す。

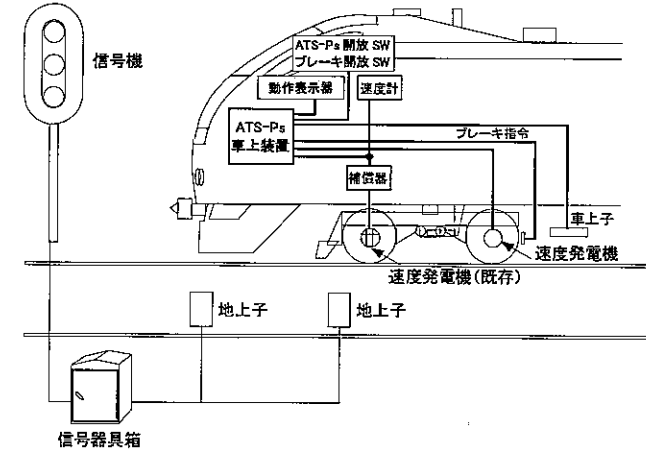


図 4.1 システム構成図

表 4.1 ATS-Ps車上装置の機能

名称	機能	記事
ATS-Ps車上装置	・変周式発振回路により地上子信号を受信・判別し、速度照査を行い、ブレーキ出力を行う。また、故障記録機能を有する。	
ATS車上子	・常時発振波、重畳波を地上に送信し、地上子からの信号を受信する。	ATS-S車上子を使用する。
定電圧装置(AVR)	・ATS回路用にDC24Vを整流・出力する。	ATS-Ps用を用いる。
動作表示器	・運転台にATS-Psの動作状況を表示、音声・チャイムを出力する。	
速度発電機	・車輪回転数に応じた速度パルスが発生させ、速度照査、距離計測、運転方向に使用する。	1台は既存の速度発電機との共用可能。
切換器(切換継電器盤)	・両運転台車両において、運転台条件の切換を行う。	
ATS電源未投入警報装置	・ATS電源「切」で力行1N以上投入で音声で警報を行う。	従来どおり

表 4.2 ATS-Ps で用いる地上子の組み合わせと用途

4.2 地上装置

ATS-Ps の地上装置は、地上設備の情報を伝えるための地上子及び制御ケーブルで構成させる。地上子の主な用途は次の通りである。

- ①停止信号現示に対する速度照査パターン発生/消去用地上子
- ②速度制限箇所に対する速度照査パターン発生/消去用地上子
- ③入換パターン発生用地上子
- ④誘導パターン発生用地上子
- ⑤車上タイマー速度照査用地上子
- ⑥S形車内警報、即時停止用地上子（既存）

地上子には情報を区別するための周波数固定形の「パターン種別認識用地上子」と、地上設備の状況の変化に応じた情報を提供するための周波数可変形（一部周波数固定形）の「制御地上子」がある。これらの地上子を1~3つ組み合わせることにより、様々な種類の情報を車上に伝えることが可能である。

パターン種別認識用地上子で使用する周波数は85、90、95、108.5kHzの4種類であり、各周波数の使用区分は基本的に次の通りである。

- ①95kHz、108.5kHz…信号機に関する制御
- ②90kHz …速度制限箇所などの固定情報に関する制御
- ③85kHz …上記以外

表 4.2 に ATS-Ps で用いる地上子の組み合わせと用途について示す。

作 用	地上子の周波数[kHz]				備 考
	パターン種別 認識用 地上子	制御地上子			
		パターン発生 又は 制限あり	パターン消去 又は 制限なし		
停止信号現示情報 (第1パターン)	Paパターン ^{注1)}	---	80	73 (無作用)	
	Pbパターン ^{注1)}	95	80	73 (無作用)	注3)
停止信号現示情報 (第2パターン)	Paパターン ^{注1)}	108.5	108.5	103	注5)、注8)
	Pbパターン ^{注1)}	95+108.5 (2つ設置)	108.5	103	注3)、注5)
停止信号現示情報 (100mパターン)	Paパターン ^{注2)}	108.5	80	103	注3)
絶対停止情報 (即時停止)	Paパターン ^{注1)}	---	123	103	注8)
	Pbパターン ^{注1)}	95	123	103	注4)、注8)
停止信号現示情報 の下り勾配補正	Paパターン ^{注1)}	108.5	130	103	注6)
	Pbパターン ^{注1)}	95	130	103	制御地上子はS形車 内警報用(ロング) 地上子を利用する
入換パターン情報		108.5	90	73 (無作用)	注5)
誘導パターン情報		108.5	85	73 (無作用)	注5)
速度制限情報	分岐器	90	95	73 (無作用)	注5)
	曲線	90	85		注5)
	下り勾配	90	80		注5)
	臨時	90	90		注5)
工事区間情報		90	108.5		注7)
S形車内警報		---	130	103	
車上タイマー速度照査情報		108.5	108.5	103	注5)、注9)
作 用	パターン種別 認識用 地上子	制御地上子		備 考	
		パターン継続	パターン消去		
停止以外の信号現示 情報(パターン消去)	Paパターン ^{注1)}	---	73 (無作用)	103	
	Pbパターン ^{注1)}	95	73 (無作用)	103	注4)
作 用	パターン種別 認識用 地上子	制御地上子		備 考	
		パターン継続	制限なし		
速度照査装置の作用を無効		85	123/130	103	注4)
		85+108.5	108.5	103	注4)
誤出発停止装置の 作用を無効	Paパターン ^{注2)}	95	123	103	注4)

- 注1) 原則として、Pbパターンは場内信号機、Paパターンは出発信号機に適用する。(7.2.5項参照)
- 注2) Paパターンのみ適用可能。
- 注3) 地上子間の間隔は1.3m~2.6mとする。この地上子間に他の地上子を設置してはならない。(図4.2参照)
- 注4) 地上子間の間隔は1.3m~2.6m(やむを得ない場合は1.3m~15m)とする。この地上子間に他の地上子を設置してはならない。(図4.2参照)
- 注5) 地上子間の間隔は制限速度による。この間に他の地上子を設置してはならない。
- 注6) 地上子間の間隔は勾配値による。この間に他の地上子を設置してはならない。
- 注7) 地上子間の間隔は開始か終了による。この間に他の地上子を設置してはならない。
- 注8) ATS-Psに関する制御(95kHz以下の地上子による制御)を行っている場合に有効。
- 注9) ATS-Psに関する制御(95kHz以下の地上子による制御)を行っていない場合に有効。

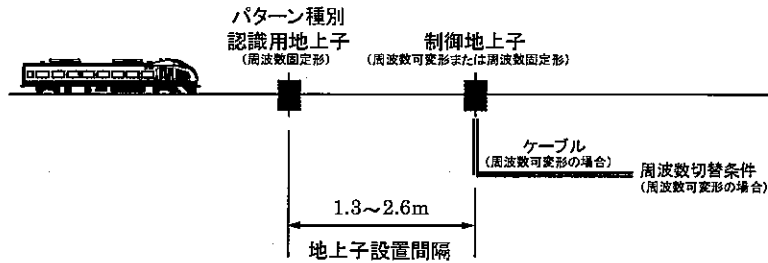


図 4.2 パターン種別認識用地上子と制御地上子の設置間隔

4.3 車上装置

① 速度情報及び走行距離情報

速度照査パターンを発生させるための速度情報及び走行距離情報は、速度発電機より得られる交流電圧の周波数をカウントすることにより取得する。

② 速度照査パターン

速度照査パターン発生用地上子を通過することにより、車上に速度照査パターンを発生させる。列車速度がこのパターン速度を超過すると、自動的にブレーキ出力を行う。

③ 車上送信信号

地上～車上間の情報伝送は、ATS-SN で使用されている変周方式（地上子の共振周波数に車上子の常時発振周波数が引き込まれて変化する方式）を踏襲している。

車上送信信号は表 4.3 による。

表 4.3 車上送信信号一覧

送信信号周波数 [kHz]	地上が受ける作用	記事
67	・列車選別機能動作 (ATS-SN 形速度照査装置用)	
73	(無作用)	常時発振周波数
100.5	・踏切バックアップ動作 ・分岐器速度制限装置 (ループ式) 動作 ・ATS-SN 形速度照査装置動作	ATS-SN 車上装置の常時発振周波数により動作する装置を ATS-Ps 車上装置でも動作させるための重畳波

④ 運転士とのインターフェース

運転士のスイッチ、表示類は表 4.4 による。また、各表示及び音声と速度照査パターンの関係を図 4.3 に示す。

表 4.4 運転士のスイッチ・表示灯その他

名称	機能	記事	
スイッチ	復帰スイッチ	・ATS によるブレーキ動作で停止した時、ブレーキを緩解する。 (停車・かつ非常ブレーキ操作時のみ有効)	
	ATS-Ps ブレーキ開放スイッチ	・押ボタンスイッチにより、ブレーキ指令を 60 秒間のみカットする。	
	確認スイッチ	・ATS-S と同様の確認扱いを行う。	
	警報持続チャイム消しボタン	・押下することにより、警報持続チャイムの鳴動を停止させる。	
	ATS-Ps 開放スイッチ	・『開放』に設定することで、ATS-Ps 機能から ATS-SN 機能または ATS-SN 機能へ移行する。 また、動作表示器を滅灯させる。	
	パターン選択スイッチ	・機関車において、列車の最高速度種別を選択する。電源投入時は、一旦 65 位置に設定してから操作する。 (ただし、ATS-P 併設車の場合は、ATS-P の車種選択スイッチと共用し、ATS-P における設定を引き続き使用可能とする。)	
動作表示器	列車速度・照査速度表示	・現在の列車速度及びブレーキパターンの照査速度を表示する。	
	パターン接近	・停止信号等に対する制御のために暫減する速度照査パターンに対しては、5 秒以内にパターンに当たる所まで近づいた場合に点灯する。 ・一定速度 (水平) 照査パターンに対しては、列車速度と照査速度との差が 5km/h 以下となった場合に点灯する。 ・機関車の場合については、ATS-P と同様とする。 車種選択…110km/h 80km/h 以上は一律 =200m 80km/h 未満は 200m/80km/h=9.0sec の時間一定のゾーンで点灯させる。 車種選択…110km/h 未満の場合 200m をその最高速度で割った時間 t 一定のゾーンで点灯させる。 100km/h の場合 (200m/100km/h=7.2sec)	車種によって異なる。
	ブレーキ動作	・ATS-Ps からのブレーキ指令が出た時に点灯する。	
	パターン発生	・車上装置に ATS-Ps による速度照査パターンが発生した時に点灯する。 ・車上装置に ATS-Ps による速度照査パターンが発生していない時に消灯する。	
	ブレーキ開放	・『ATS-Ps ブレーキ開放スイッチ』を扱い、ブレーキ指令をカットしている間点灯する。	
	故障	・ATS-Ps 車上装置が故障の時に点灯する。 ・速度情報が異常の時に点灯する。	
	電子音	音声	・速度照査パターンが発生した時 ・速度照査パターンが消去された時
チャイム	・速度照査パターンに当たった時 ・パターン接近表示灯が点灯した時 ・パターン接近表示灯が消灯した時		
ベル	警報持続チャイム	・ATS が動作した時に鳴動する。	

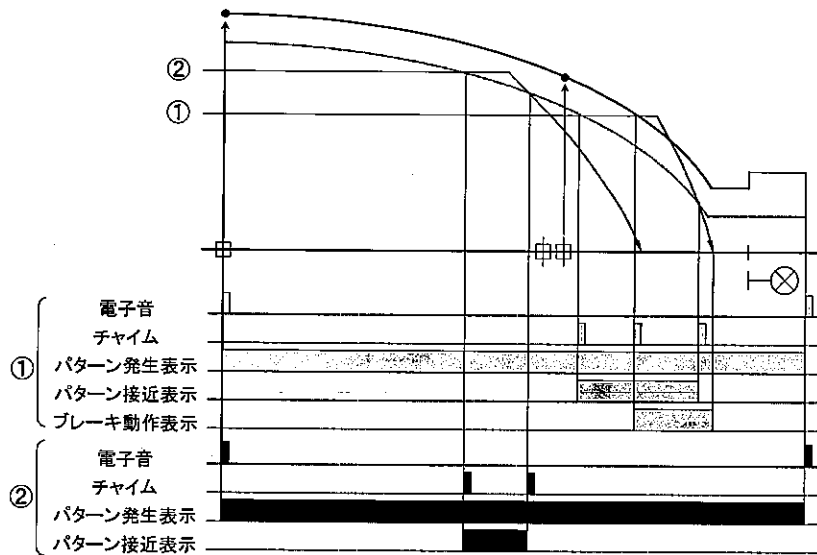


図 4.3 表示・音声と速度照査パターンの関係

5 速度照査の考え方

ATS-Psの速度照査機能には、①パターンによる連続速度照査機能と、②車上タイマーによる速度照査機能の2つがある。

①パターンによる連続速度照査機能

ATS-Ps車上装置は、地上から受信した情報に基づき、車種により予め設定されている速度照査パターンを車上に発生させると同時に、速度発電機から得られる走行距離に応じて距離を減算していく。そして、列車の速度が照査速度を上回った時に非常ブレーキを動作させる。

②車上タイマーによる速度照査機能

車上タイマーによる速度照査の基本は、2個1対の地上子によって定められた規定速度以上で列車が通過すると、車上に設定された標準時間に対し地上子通過時間が早いと判断し、非常ブレーキを動作させる。規定速度以下で通過した場合には、何も動作しない。

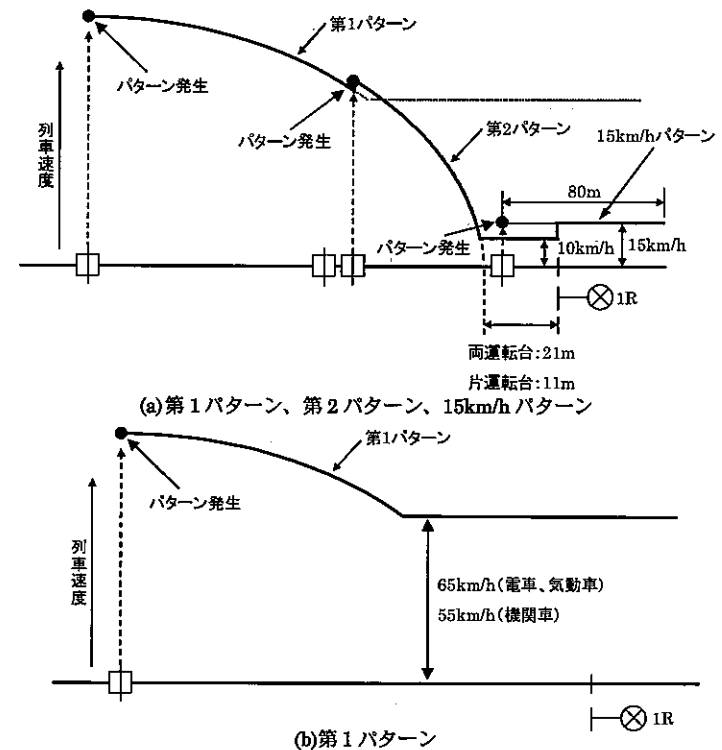
5.1 速度照査パターン

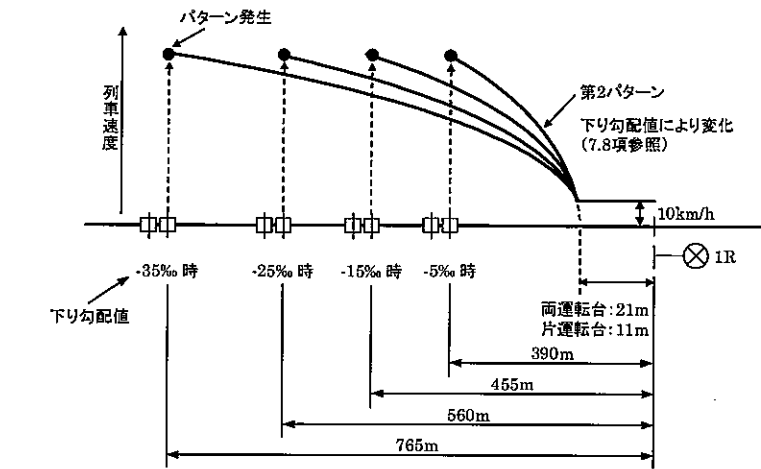
5.1.1 場内・出発・閉そく信号機

ATS-S車上子の取付位置は車両形式毎に異なっている。このため、冒進を防ぐために車上子位置を考慮し、片運転台車 10m、両運転台車 20m分の補正を行う。

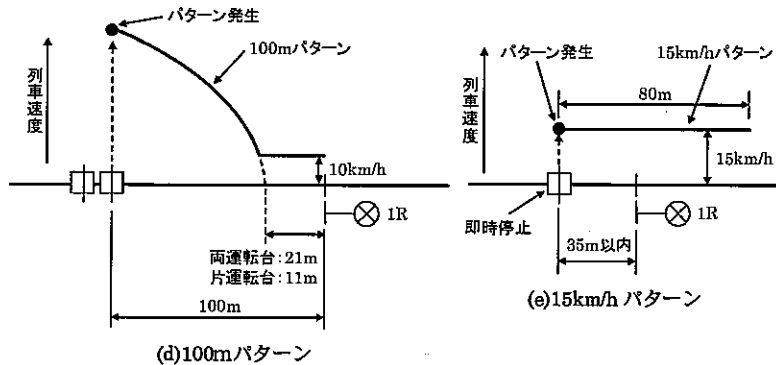
(但し EC、DCは20m EL、DLは15m)

従って、両運転台車の場合、車上子が第1軸前に取り付けられている運転台では、 $[20\text{m}] + [\text{地上子設置位置誤差分}(1\text{m})]$ だけ、終端の10km/hパターンが延びる。速度照査パターンの形状を図5.1に示す。





(c) 第2パターン



(d)100mパターン

(e)15km/hパターン

図 5.1 速度照査パターンの形状 (場内・出発・閉そく信号機)

- ①第1パターンの終端は、注意現示の指示速度を考慮して、電車・気動車は65km/h、機関車は55km/hでそれぞれ一定となる形状とし、距離に制限は設けない。
- ②第2パターン及び100mパターンの終端は、列車の停止位置によらず上位信号現示変化後に運転可能とするため、信号機まで10km/hで一定となる形状とする。
- ③直下地上子により即時停止情報を受信してその内方に非常ブレーキで停止した列車が、さらに誤出発した時に速度照査パターンに当たるように、15km/hパターンを直下地上子から80m発生させる。ただし、直下地上子から信号機までは②の10km/hに制限され、信号機から15km/hパターンになる。
なお、15km/hパターンは、第2パターンまたは100mパターンが発生しているときに、信号機から外方35m以内で直下地上子により即時停止情報を受信した場合のみ発生する。信号機から外方35m超の直下地上子により即時停止情報を受信した場合には誤出発防止用地上子と判断し、非常ブレーキのみ動作させる。よって、直下地上子の設置位置と速度発電機の誤差によっては、15km/hパターンが発生しない場合があるが、直下地上子の移設などを行う必要はない。

5.1.2 入換信号機

速度照査パターンの形状を図 5.2 に示す。

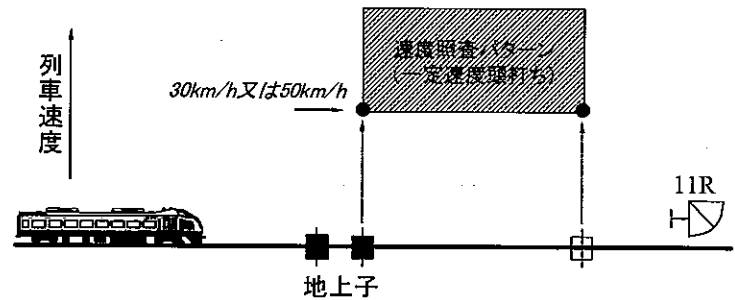


図 5.2 速度照査パターンの形状 (入換信号機)

- ①通常の入換信号機の指示速度及び速度計の誤差等を考慮して、常時指示速度+5km/h一定の形状とする。

5.1.3 誘導信号機

速度照査パターンの形状を図 5.3 に示す。

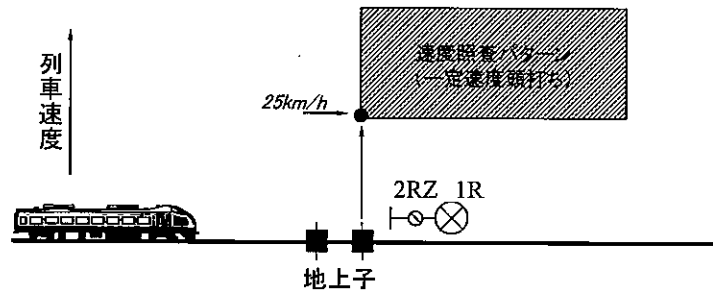


図 5.3 速度照査パターンの形状 (誘導信号機)

- ①誘導信号機の指示速度 (15km/h) 及び速度計の誤差等を考慮して、常時 25km/h 一定の形状とする。

5.1.4 速度制限箇所

(1) 分岐器

速度照査パターンの形状を図 5.4 に示す。

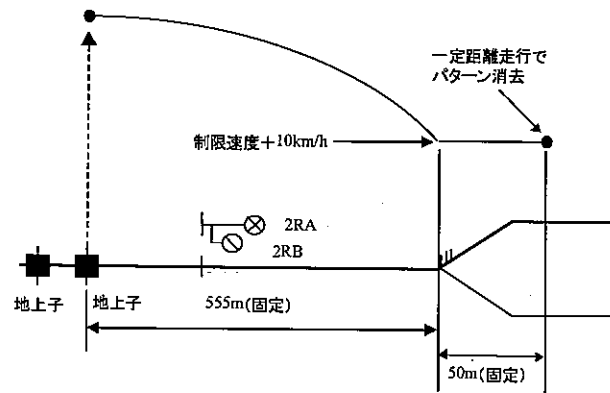


図 5.4 速度照査パターンの形状 (分岐器)

- ①速度制限区間の 555m 外方から速度照査パターンによる速度照査を開始する。
- ②速度制限区間は 50m 固定とし、走行距離によりパターンを消去する。
- ③速度制限区間の照査速度は、原則として制限速度+10km/h で設定する。

(2) 曲線、下り勾配、臨時

速度照査パターンの形状を図 5.5 に示す。

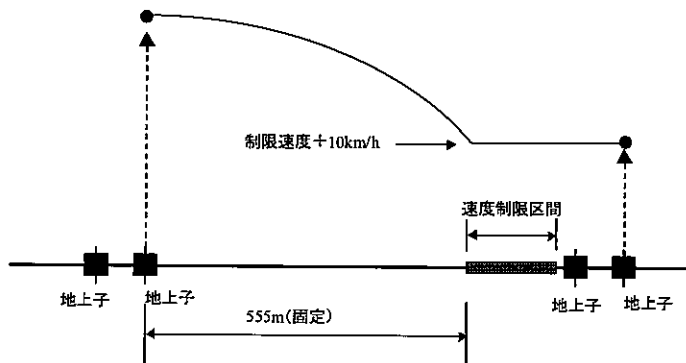


図 5.5 速度照査パターンの形状 (曲線、下り勾配、臨時)

- ①速度制限区間の 555m 外方から速度照査パターンによる速度照査を開始する。
- ②地上子からの情報によりパターンを消去する。したがって任意の距離の速度制限区間に対応可能である。
- ③速度制限区間の照査速度は、原則として制限速度+10km/h で設定する。

5.2 車上タイマー速度照査

車上タイマー速度照査機能を有した ATS を搭載した列車には、ATS-Ps の第 2 パターン発生用地上子により車上タイマーによる速度照査を行う。概要を図 5.6 に示す。

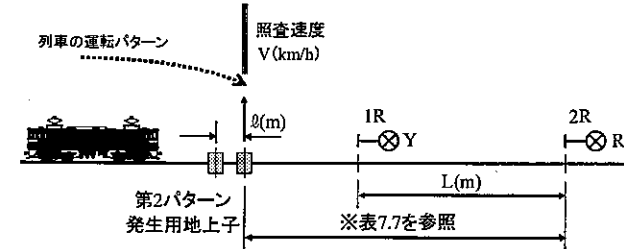


図 5.6 車上タイマー速度照査の概要

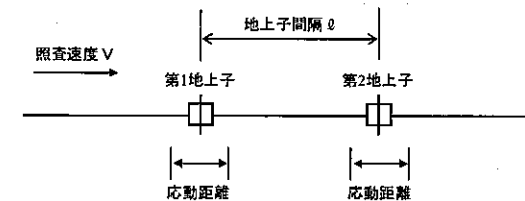
- ① 当該信号機と外方信号機の間隔 L が短い場合には、信号機 1R の外方において車上タイマー速度照査機能が動作することがある。この機能動作により貨物列車の通常の運転操縦に支障を及ぼすことがないように、信号機間隔に応じて車上タイマーの照査速度を設定する必要がある。この照査速度と信号機間隔を表 5.1 に示す。
- ② ATS-Ps 車上装置を搭載した列車で、ATS-Ps に関する制御 (95kHz 以下の地上子による制御) を行っている場合は、車上タイマー速度照査を行わない。

表 5.1 車上タイマー速度照査の照査速度と信号機間隔

勾配値 G (平均勾配値 G_a) 照査速度 (地上子間隔 ℓ)	$G = 0\%$ ($G_a \geq -5\%$)	$G = -15\%$ ($-5\% > G_a \geq -15\%$)	$G = -25\%$ ($-15\% > G_a \geq -25\%$)	$G = -35\%$ ($-25\% > G_a \geq -35\%$)
50km/h (7.99m)	$L \geq 390$	$L \geq 455$	$L \geq 560$	$L \geq 765$
55km/h (8.76m)	$390 > L \geq 360$	$455 > L \geq 420$	$560 > L \geq 520$	$765 > L \geq 710$
60km/h (9.52m)	$360 > L \geq 320$	$420 > L \geq 380$	$520 > L \geq 470$	$710 > L \geq 645$
65km/h (10.29m)	$320 > L \geq 280$	$380 > L \geq 335$	$470 > L \geq 415$	$645 > L \geq 580$
70km/h (11.05m)	$280 > L \geq 240$	$335 > L \geq 290$	$415 > L \geq 355$	$580 > L \geq 500$
75km/h (11.81m)	$240 > L \geq 190$	$290 > L \geq 235$	$355 > L \geq 295$	$500 > L \geq 420$
80km/h (12.58m)	---	---	---	$420 > L \geq 335$

G : 勾配値 (%), G_a : 平均勾配値 (%) (詳細は 7.8.1 項参照)

【参考】



$$\text{地上子間隔: } \ell [m] = V / 3.6 \times T + \text{応動距離} - \text{最大まくらぎ移動距離}^{\text{注}}$$

V : 照査速度 [km/h] T : 照査タイマー 0.55 [sec] 応動距離: 0.5 [m]

最大まくらぎ移動距離: 0.14 [m]

注) 地上子をまくらぎに取り付けない場合は補正しない。

6 動作概要

6.1 場内・出発・閉そく信号機

停止信号機のパターン発生用地上子により、車上に速度照査パターンを発生させる。図 6.1 に動作概要を示す。様々な運転取扱いに対する ATS-Ps システムの作用は以下の通りである。

- ① 通常の取扱いを行っている場合には、列車速度はパターンの照査速度を超えることはない。
- ② 運転取扱い誤り等により列車速度がパターンの照査速度を超えた場合には、自動的に非常ブレーキが動作する。
- ③ 速度照査パターンは列車が停止しても消去されない。したがって、一旦停止した後、誤って発車した場合にも自動的に非常ブレーキが動作する。
- ④ 場内・出発信号機の場合には直下地上子により即時停止情報が与えられ、非常ブレーキが動作する。

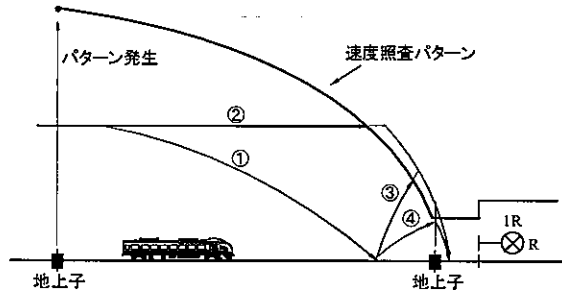


図 6.1 場内・出発・閉そく信号機における ATS-Ps の動作概要

【車上タイマー速度照査機能を有する ATS を搭載した列車の場合】

ATS-Ps は、車上タイマー速度照査機能を有した ATS を搭載している列車に対し、特定の 1 箇所にて車上タイマー速度照査を行う。図 6.2 に動作概要を示す。

- ① 通常の取扱いを行っている場合には、列車速度は照査速度を超えることはない。
- ② 運転取扱い誤り等により列車速度が照査速度を超えた場合には、自動的に非常ブレーキが動作する。
- ③ 場内・出発信号機の場合には直下地上子により即時停止情報が与えられ、非常ブレーキが動作する。

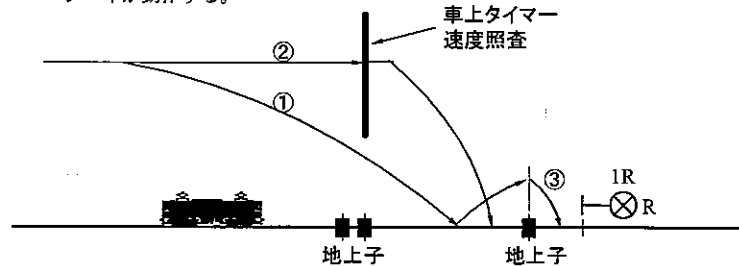


図 6.2 場内・出発・閉そく信号機における車上タイマー速度照査の動作概要
（車上タイマー速度照査機能を有する ATS を搭載した列車の場合）

6.2 入換信号機

出区時もしくは入区時において、入換パターン発生用地上子により車上に一定速度の速度照査パターンを発生させる。図 6.3 に動作概要を示す。

- ① 通常の取扱いを行っている場合には、列車速度は照査速度を超えることはない。
- ② 運転取扱い誤り等により列車速度が照査速度を超えた場合、またはブレーキ時機を逸した場合には、速度照査パターンもしくは直下地上子により非常ブレーキが動作する。

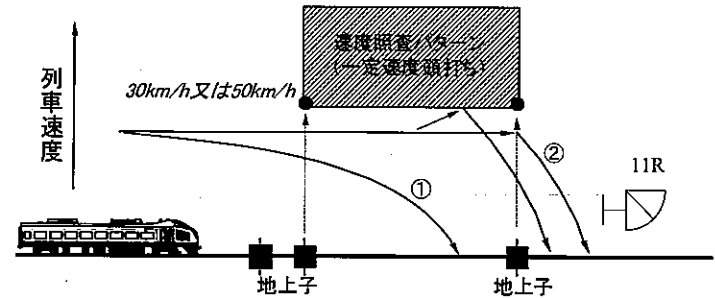


図 6.3 入換信号機における ATS-Ps の動作概要

6.3 誘導信号機

誘導信号機の現示による併合等で、誘導パターン発生用地上子により車上に一定速度の速度照査パターンを発生させる。図 6.4 に動作概要を示す。

- ① 通常の取扱いを行っている場合には、列車速度は照査速度を超えることはない。
- ② 運転取扱い誤り等により列車速度が照査速度を超えた場合、またはブレーキ時機を逸した場合には、速度照査パターンもしくは直下地上子により非常ブレーキが動作する。

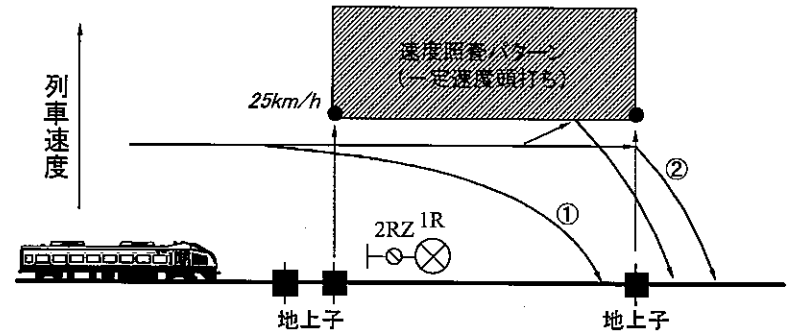


図 6.4 誘導信号機における ATS-Ps の動作概要

6.4 速度制限

速度制限対象箇所において、一定距離以上離れた箇所に地上子を設置し、車種に応じた速度照査パターンを発生させる。分岐器、曲線等の情報種別は周波数の組み合わせによって行い、地上子対の相互距離に応じて制限速度を変化させる。図 6.5 に動作概要を示す。

- ① 通常の取扱いを行っている場合には、列車速度は照査速度を超えることはない。
- ② 運転取扱い誤り等により列車速度が照査速度を超えた場合には、自動的に非常ブレーキが動作する。

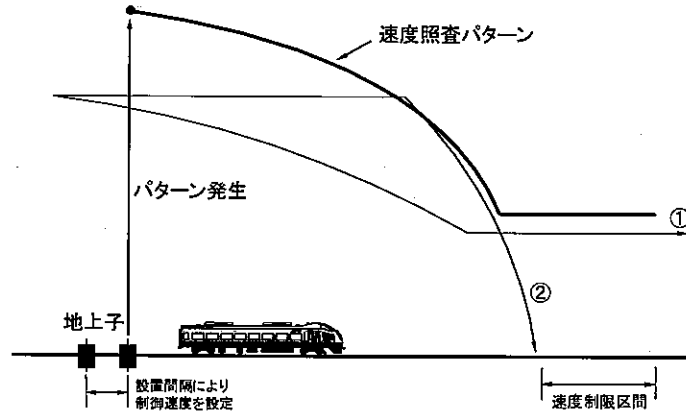


図 6.5 速度制限箇所におけるATS-Psの動作概要

6.5 車両最高速度超過

ATS-Ps 車上装置内に予め設定されている車種毎の車両最高速度を連続的にチェックし、超過した時は非常ブレーキが動作する。

6.6 後退検知

ATS-Ps 車上装置において、列車の後退（7km/h 以上）を検知したときには非常ブレーキを動作させる。

7 地上子の配置方

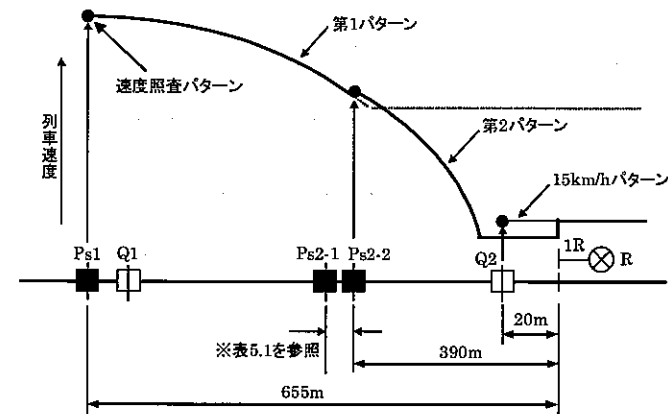
7.1 共通事項

- ・パターン種別認識用地上子と制御地上子の設置距離は、特に指定する場合を除き、1.3m～2.6mとする。（パターン種別認識用地上子と制御地上子については4.2項参照）
- ・パターン種別認識用地上子と制御地上子の間には、地上子を設置しない。
- ・地上子が設置すべき箇所に設置できない場合は、所属信号機等に対して外方で当該箇所にてできるだけ近い設置可能な箇所に設置する。

7.2 場内・出発信号機

7.2.1 標準配置

図 7.1 に標準的な配置を示す。



(単位: kHz)

Ps1	Q1	Ps2-1	Ps2-2	Q2	1R
80	130	108.5	108.5	123	R
73	103		103	103	R以外

Q1: ATS-S (ロング) 地上子 (既設)

Q2: ATS-SN (直下) 地上子 (既設)

Ps1: 第1パターン発生用地上子

Ps2-1、Ps2-2: 第2パターン発生用地上子

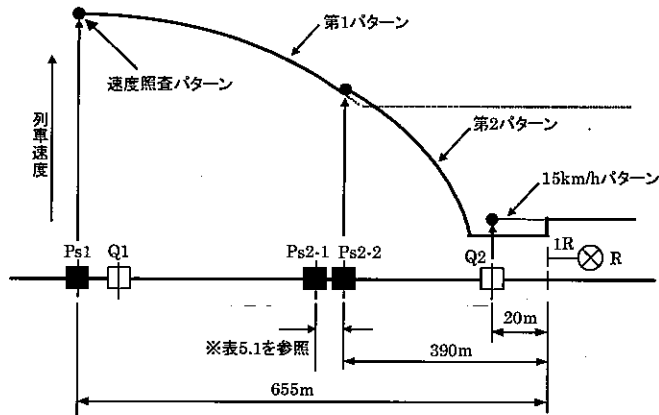
図 7.1 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧（場内・出発信号機）

当該信号機外方 655m 地点に第1パターン発生用地上子 Ps1 を設置し、当該信号機外方 390m 地点に第2パターン発生用地上子 Ps2-1 及び Ps2-2 を設置する。Ps1 を列車が通過すると、車上には第1パターンが発生し、Ps2-1 及び Ps2-2 を列車が通過すると第2パターンが発生する。また既存のロング及び直下地上子は撤去せずそのまま使用する。

新規に設置する地上子 Ps1、Ps2-1、Ps2-2 の共振周波数は上記表に示すとおりである。なお、Ps2-1 はパターン種別認識用地上子であり、共振周波数は 108.5kHz 固定とする。

7.2.2 通過ルートのない出発信号機

図 7.2 に概念図及び共振周波数を示す。



(単位：kHz)

Ps1	Q1	Ps2-1	Ps2-2	Q2	1R
80	130	108.5	108.5	123	R
	103			103	R以外

Q1：ATS-S (ロング) 地上子 (既設)

Q2：ATS-SN (直下) 地上子 (既設)

Ps1：第1パターン発生用地上子

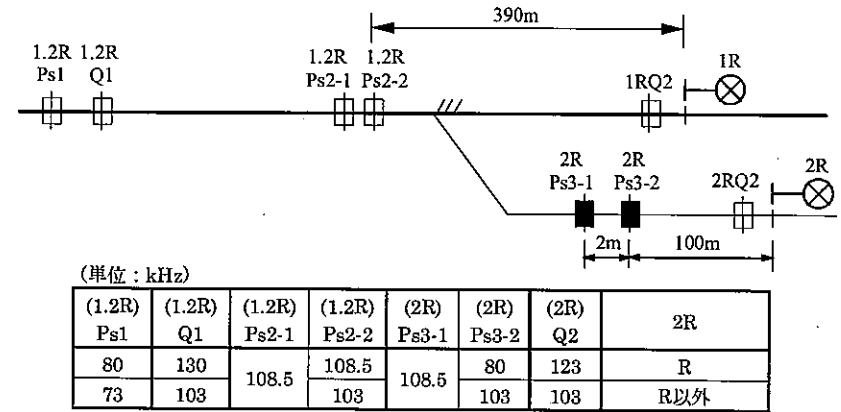
Ps2-1、Ps2-2：第2パターン発生用地上子

図 7.2 地上子の配置概念図及び共振周波数 (通過ルートのない出発信号機)

通過ルートのない出発信号機においては、全ての列車に出発信号機までのパターンを発生させても列車の運行上問題が無い為、図 7.2 に示すように周波数固定形の地上子を設置することもできる。(付加機能)

7.2.3 100m パターン発生用地上子の配置方

図 7.3 に概念図及び共振周波数一覧を示す。



(単位：kHz)

(1.2R) Ps1	(1.2R) Q1	(1.2R) Ps2-1	(1.2R) Ps2-2	(2R) Ps3-1	(2R) Ps3-2	(2R) Q2	2R
80	130	108.5	108.5	108.5	80	123	R
73	103		103		103	103	R以外

図 7.3 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (100m パターンを発生させる場合)

一般的に有効長が短い箇所、第2パターン発生用地上子を共用する場合、当該地上子から信号機までの距離が各番線で大きく異なってしまうことがある。このような場合は、図 7.3 のように 100m パターン発生用地上子を設置し、信号機までの距離を番線ごとに調整することが可能である。

なお、Pa パターンのみに適用可能である。

7.2.4 100m パターン発生用地上子によれない場合

100mパターン発生用地上子で補正しきれない場合は、図 7.4 のように第 2 パターン発生用地上子を設置する。

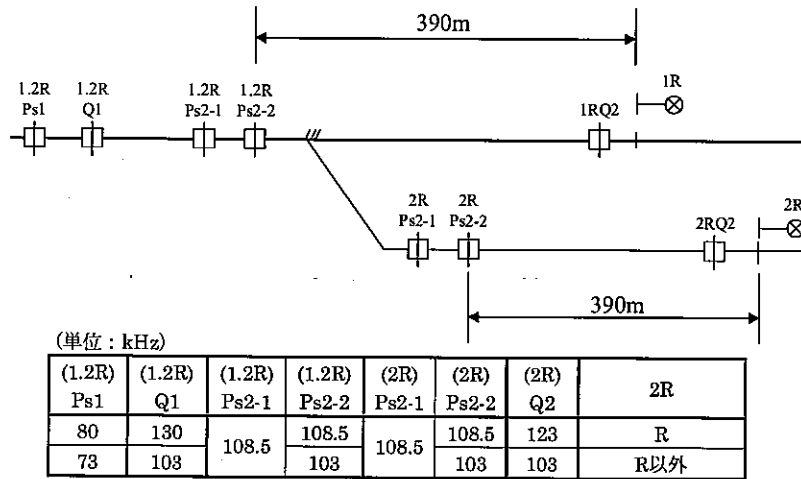


図 7.4 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (100m パターンで補正できない場合)

7.2.5 信号機間隔が短い箇所における地上子の配置

ATS-Ps では、ATS-P のように直接停止信号機までの距離情報を車上へ送信することができない。よって速度照査パターンを発生させる地上子は、あらかじめ定められた距離を満たす位置に設置しなければならない。したがって、当該信号機に対するパターン発生用地上子の設置位置が外方信号機の更に外方となる場合が発生する。このような場合における地上子配置概念図及び共振周波数一覧は図 7.5 の通りである。

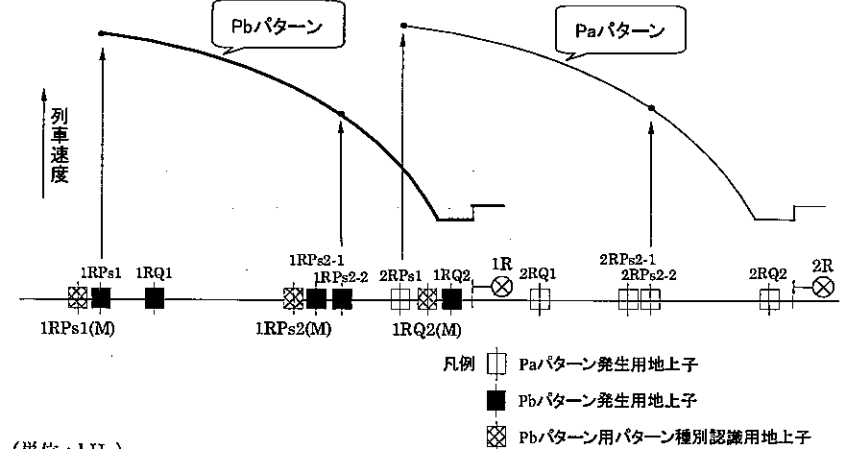


図 7.5 信号機間隔が短い箇所における地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (場内・出発信号機)

図 7.5 において、信号機 2R の第 1 パターン発生用地上子は信号機 1R の外方となるため、1R、2R に対する速度照査パターンは重複して発生する。そこで、1R に対するパターン発生用地上子は、パターン種別認識用地上子との組み合わせとする。パターン発生用地上子のみで発生したパターンを Pa パターン、パターン種別認識用地上子とパターン発生用地上子の組み合わせで発生したパターンを Pb パターンとそれぞれ定義する。この時、ATS-Ps 車上装置は Pa パターンと Pb パターンを比較し照査速度の低い方で速度照査を行う。

原則として、Pb パターンは場内信号機、Pa パターンは出発信号機に適用する。

Pb パターンの場合、直下地上子 Q2 の外方にパターン種別認識用地上子 Q2(M) を設置するが、その地上子間隔は『1.3m~2.6m』である (4.2 項参照)。しかし、その地上子間隔に Q2(M) を設置することが出来ない場合は、『1.3m~15m』とすることができる。なお、Q2 と Q2(M) の間に他の地上子を設置してはならない。

7.2.6 パターン消去用地上子の配置

(1)Pa パターン

地上子の配置例を図 7.6 に示す。

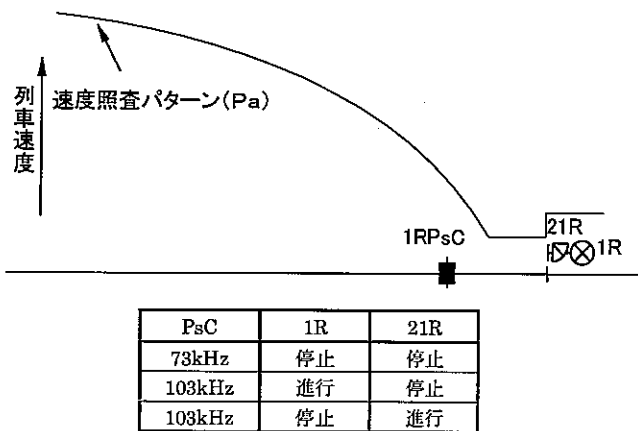


図 7.6 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (Pa パターン消去用)

(2)Pb パターン

地上子の配置例を図 7.7 に示す。

パターン消去用地上子 PsC の外方にパターン種別認識用地上子 PsC(M)を設置するが、その地上子間隔は『1.3m~2.6m』である (4.2 項参照)。しかし、その地上子間隔に PsC(M)を設置することが出来ない場合は、『1.3m~15m』とすることができる。なお、PsC と PsC(M)の間に他の地上子を設置してはならない。

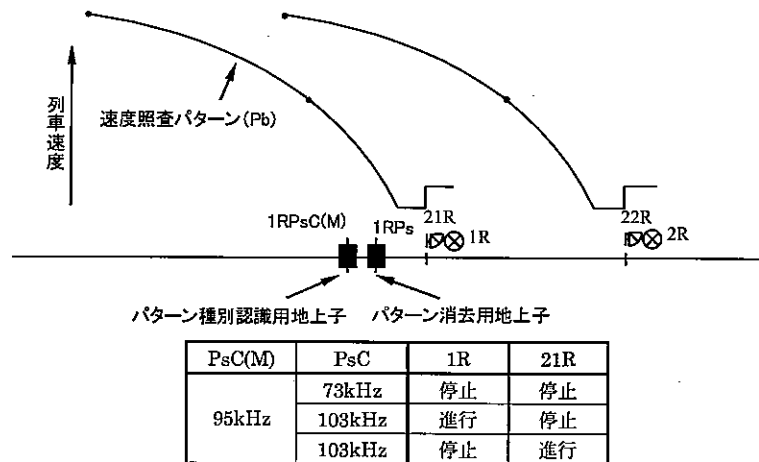


図 7.7 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (Pb パターン消去用)

7.2.7 誤出発防止用地上子への対応

図 7.8 に概念図及び共振周波数一覧を示す。

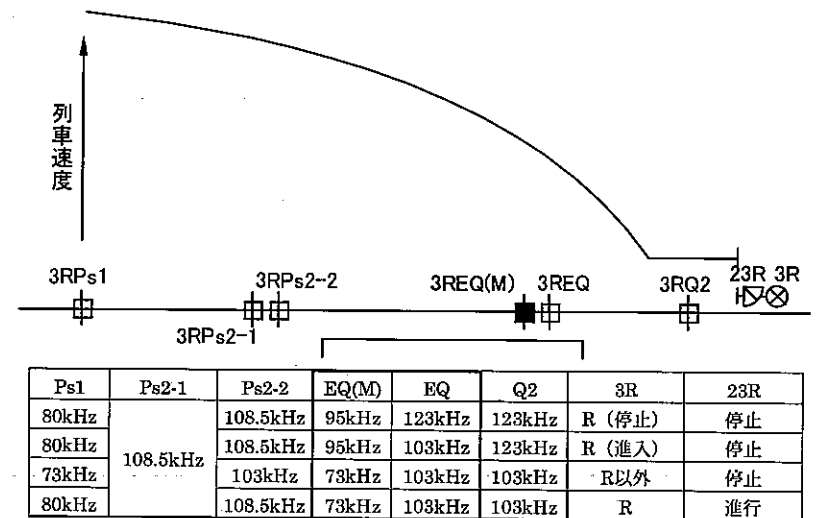


図 7.8 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (誤出発防止用地上子への対応)

出発信号機 3R が停止現示で列車が進入する時、誤出発防止用地上子 3REQ は一定時間 103kHz となっているために、このままでは速度照査パターンを消去してしまう。そこで、3R に対するパターン種別を『Pa パターン』とし、3REQ の外方にパターン種別認識用地上子 3REQ(M)を設置する。3R が停止現示の時にはこの 3REQ(M)を 95kHz とし、ATS-Ps 車上装置には 3REQ(M)と 3REQ があたかも『Pb パターン』の地上子と認識させる。

これにより、3R が停止現示で列車が進入する時に発生する速度照査パターンは、3REQ(M)と 3REQ の情報で消去されない。また、列車が一旦停止後に誤出発した時は、3REQ (信号機外方 35m 超にある場合) の 123kHz により非常ブレーキは動作するが 15km/h パターンは発生せず (5.1.1 項参照)、3R に対する速度照査パターンにより停止させる。ただし、列車が一旦停止後に 3R の進行を指示する現示で出発した時は、3REQ(M)を 73kHz とし、3REQ で 3R に対する速度照査パターンは消去される。

また、3R が停止現示で列車が進入した後、一旦停止してから 3R に付属している入換信号機 23R 等で運転を継続する場合にも、3REQ で速度照査パターンを消去できるように、23R 等の進行現示で 3REQ(M)を 73kHz とする。

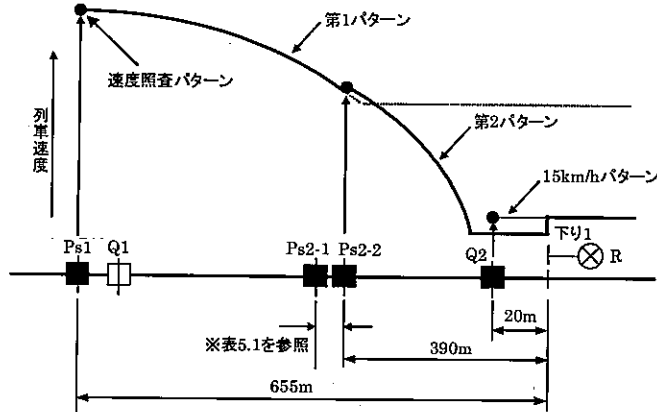
なお、Pa パターンのみに適用可能である。

誤出発防止用地上子 EQ とその外方に設置するパターン種別認識用地上子 EQ(M)の地上子間隔は『1.3m~2.6m』である (4.2 項参照)。しかし、その地上子間隔に EQ(M)を設置することが出来ない場合は、『1.3m~15m』とすることができる。なお、EQ と EQ(M)の間に他の地上子を設置してはならない。

7.3 閉そく信号機

7.3.1 標準配置

図 7.9 に標準的な配置を示す。基本的に場内・出発信号機における配置方と同等であるが、ATS-SN 直下地上子相当の地上子を新設する必要がある。



(単位: kHz)

Ps1	Q1	Ps2-1	Ps2-2	Q2	下り1
80	130	108.5	108.5	123	R
73	103		103	103	R以外

Q1: ATS-S (ロング) 地上子 (既設)

Q2: ATS-SN (直下) 地上子

Ps1: 第1パターン発生用地上子

Ps2-1, Ps2-2: 第2パターン発生用地上子

図 7.9 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (閉そく信号機)

7.3.2 信号機間が短い箇所における地上子の配置

場内・出発信号機における配置方に準拠する。

7.3.3 パターン消去用地上子の配置

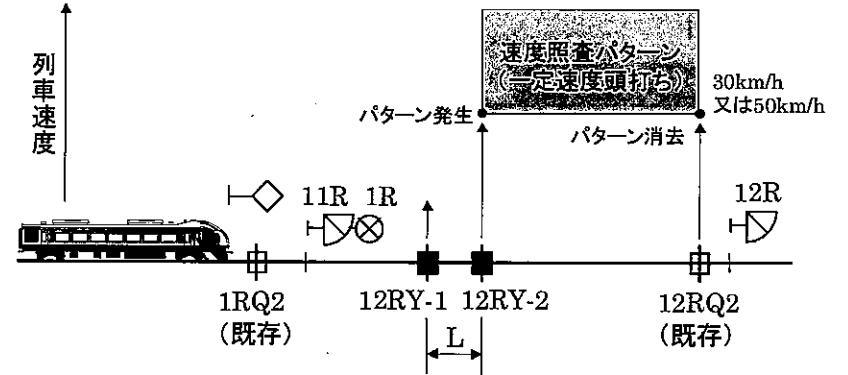
場内・出発信号機における配置方に準拠する。

7.4 入換信号機

本線を支障する入換信号機がある場合は、必要により入換パターンを発生させる地上子を設置する。図 7.10 に概念図及び共振周波数一覧を示す。

① 本線上にある入換信号機の場合

入換信号機 12R に対する速度超過を防止するため、12R が停止現示の場合に入換信号機の外方で入換パターンを発生させて入換速度を制限する。ただし、進路を共用している本線列車に対しては入換パターンを発生させないように、信号機の現示により入換パターン発生用地上子の共振周波数を切り替える。



○Y-1, Y-2: 入換パターン発生用地上子

○103kHz 受信で入換パターンは消去される。

○123kHz 受信で入換パターンは消去され、非常ブレーキを動作させる。

○130kHz 受信で入換パターンは消去されず、警報を鳴動させる。

1RQ2	Y-1	Y-2	12RQ2	11R 信号機現示	1R 信号機現示	12R 信号機現示
123kHz	108.5kHz	73kHz	123kHz	停止	停止	停止
103kHz		73kHz	103kHz	停止	進行	停止
103kHz		73kHz	103kHz	進行	停止	進行
103kHz		90kHz	123kHz	進行	停止	停止

図 7.10 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (入換信号機)

表 7.1 制限速度、照査速度と地上子相互間の距離 (入換信号機)

制限速度 [km/h]	パターンの照査速度 [km/h]	地上子相互間の距離 L [m] ※カッコ内数値は許容範囲
25	30	4 (3.4~4.7)
45	50	2 (1.3~2.6)

25km/h 速度制限については 3.4~4.7m、45km/h 速度制限については 1.3~2.6m の間隔で地上子を設置する。

②入換線及び電車区等にある入換信号機の場合

入換線や電車区など全ての列車や車両に入換パターンを発生させる場合は、図 7.11 に示すように周波数固定形の地上子を設置して、入換信号機の現示に関わらず入換パターンを発生させる。

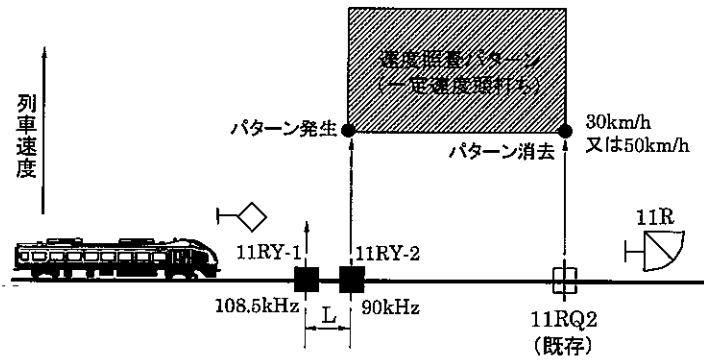


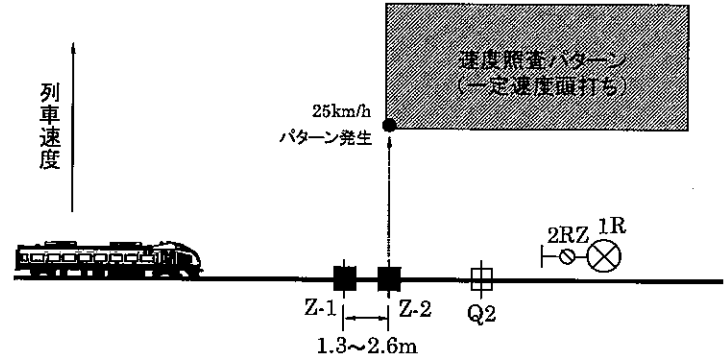
図 7.11 地上子の配置概念図 (入換線や電車区等にある入換信号機)

7.5 入換標識

入換標識については、必要に応じて入換信号機に準じた地上子設置を行う。

7.6 誘導信号機

誘導信号機については、場内信号機「停止」現示で一旦停止後、誘導信号機による運転を可能とするため、誘導信号機の外方に Z-1、Z-2 を 1.3~2.6m の間隔で設置し一定速度 (25km/h) の照査パターンを発生させる。また、入換信号用誘導信号機についても同様の扱いとする。図 7.12 に概念図及び共振周波数一覧を示す。



○Z-1、Z-2：誘導パターン発生用地上子

Z-1	Z-2	Q2	2RZ	1R
108.5kHz	73kHz	103kHz	停止	進行
	73kHz	123kHz	停止	停止
	85kHz	103kHz	進行	停止

図 7.12 地上子配置概念図と共振周波数一覧 (誘導信号機)

表 7.2 制限速度、照査速度と地上子相互間の距離 (誘導信号機)

制限速度 [km/h]	パターンの照査速度 [km/h]	地上子相互間の距離 L [m] ※カッコ内数値は許容範囲
15	25	2 (1.3~2.6)
制限なし、消去		4 (3.4~4.7)

なお、通常誘導信号機は速度照査パターンの消去は運転台の変更による ATS-Ps 車上装置の電源断を基本とする。ただし、これによらない場合は速度照査パターン消去地点にパターン消去用地上子 Zc-1 (108.5kHz) と Zc-2 (85kHz) を 3.4~4.7m の間隔で設置する。

7.7 速度制限

ATS-Psでは、パターン種別認識用地上子と速度照査パターン発生用地上子の共振周波数の組み合わせと2つの地上子の離隔によって、分岐器、曲線、下り勾配及び臨時の4種類の速度照査パターンによる速度照査が可能である。

速度制限対象箇所に対して、特定の距離以上離れた箇所に2つの地上子を設置し、車種に応じた速度照査パターンを発生させる。これらの地上子の設置間隔に応じて制限速度（速度照査パターンの終端速度）を指定できる。

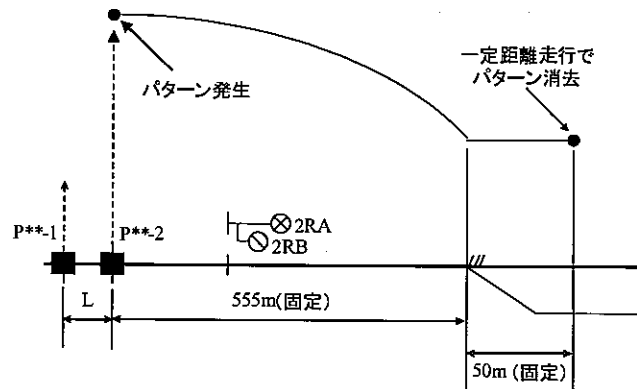
なお、分岐器、曲線、下り勾配、臨時は各々2つまで重複保持できる。3つ目以降の情報を受信した場合には3つ目以降の情報は無視される。また、2つの同一情報を重複保持しているときに消去すると、1つ目の情報のみ消去され、2つ目の情報は消去されない。

7.7.1 分岐器

場内信号機の進路上の分岐器あるいは通過列車のある出発信号機の進路上の分岐器を対象に、分岐側の速度制限が発生する箇所に設置する。

(1) 片開き分岐器

分岐器が反位に開通した場合に速度制限が発生する場合。



P**.1	P**.2	2RB
90kHz	73kHz	R
	95kHz	R以外

※ 地上子間隔Lは制限速度によって決まる（表 7.3 参照）。

※ ** は分岐器の制限速度を表す。

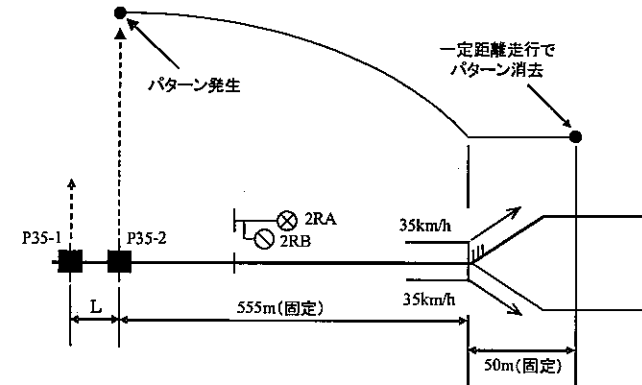
図 7.13 地上子配置概念図と共振周波数一覧（片開き分岐器）

表 7.3 制限速度、照査速度と地上子相互間の距離（分岐器）

制限速度 [km/h]	パターンの照査速度 [km/h]	地上子相互間の距離 L [m] ※カッコ内数値は許容範囲
25	35	22.5 (21.9~23.2)
35	45	18.5 (18.0~19.3)
40	50	15 (14.5~15.8)
45	55	12 (11.3~12.6)
50	60	9 (8.4~9.7)
55	65	6.5 (5.8~7.1)
60	70	4 (3.4~4.7)
制限なし、消去		2 (1.3~2.6)

(2) 両開き分岐器

分岐器が定位及び反位いずれに開通した場合も速度制限が発生し、いずれの場合も制限速度が等しい場合。



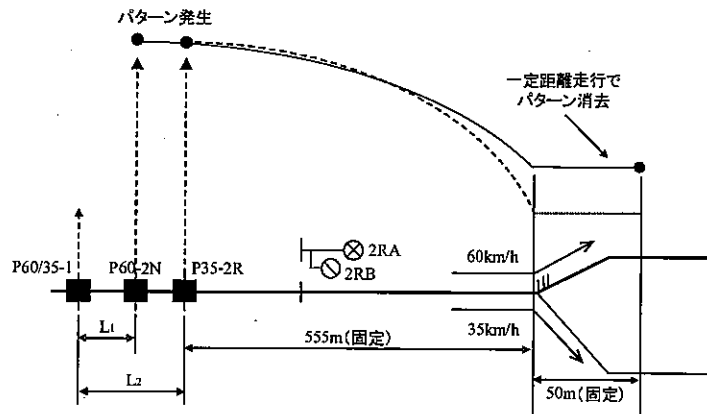
P35-1	P35-2
90kHz	95kHz

※ 地上子間隔Lは制限速度によって決まる（表 7.3 参照）。

図 7.14 地上子配置概念図と共振周波数一覧（両開き分岐器）

(3) 振り分け分岐器

分岐器が定位及び反位いずれに開通した場合も速度制限が発生し、さらに開通方向によって制限速度が異なる場合。



P60/35-1	P60-2N	P35-2R	2RA	2RB
90kHz	95kHz	73kHz	R以外	R
	73kHz	95kHz	R	R以外
	73kHz	73kHz	R	R
	73kHz	73kHz	R	R

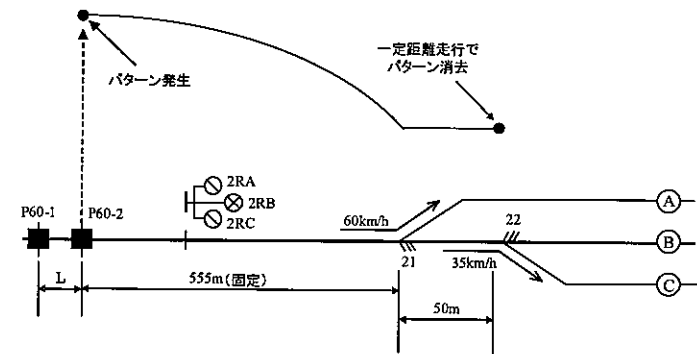
※ 地上子間隔 L_1 及び L_2 は制限速度によって決まる (表 7.3 参照)。

図 7.15 地上子配置概念図と共振周波数一覧 (振り分け分岐器)

(4) 隣接する分岐器が接近している場合

隣接する分岐器が接近している場合は、外方の分岐器の速度制限を採用する。

図 7.16 に概念図及び共振周波数一覧を示す。



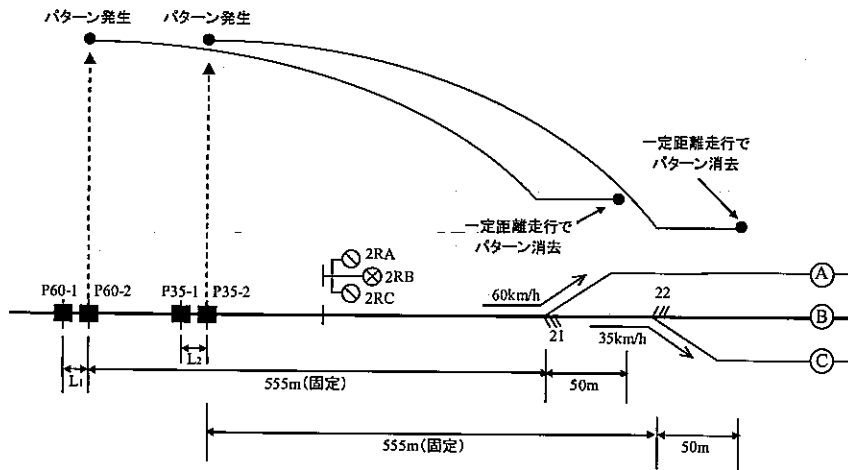
P60-1	P60-2	2RA	2RB	2RC
90kHz	95kHz	R以外	R	R
	73kHz	R	R以外	R
	95kHz	R	R	R以外
	73kHz	R	R	R

※ 地上子間隔 L は制限速度によって決まる (表 7.3 参照)。

図 7.16 地上子配置概念図と共振周波数一覧 (隣接分岐器が接近している場合)

(5) 隣接する分岐器が離れている場合

隣接する分岐器が離れている場合は、それぞれの分岐器に対して個々に速度制限を発生させる。図 7.17 に概念図及び共振周波数一覧を示す。ただし、P60-1 と P35-1 は 30m 以上離さなければならない (7.10.2 項参照)。



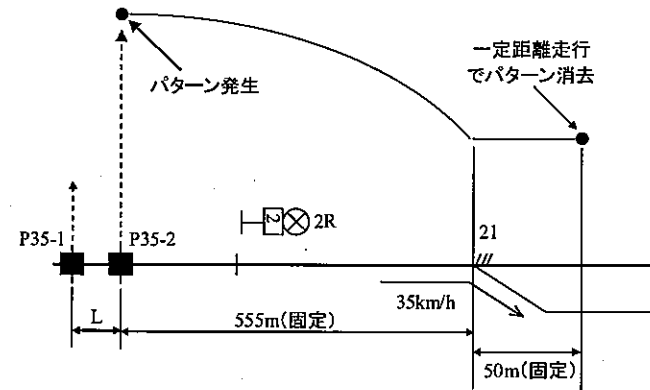
P60-1	P60-2	P35-1	P35-2	2RA	2RB	2RC
90kHz	95kHz	90kHz	73kHz	R以外	R	R
	73kHz		73kHz	R	R以外	R
	73kHz		95kHz	R	R	R以外
	73kHz		73kHz	R	R	R

※ 地上子間隔 L_1 及び L_2 は制限速度によって決まる (表 7.3 参照)。

図 7.17 地上子配置概念図と共振周波数一覧 (隣接分岐器が離れている場合)

(6) 複数進路で信号機を共用している場合

複数進路で信号機を共用している場合は、信号機現示と分岐器開通方向から速度制限を発生させる。図 7.18 に概念図及び共振周波数一覧を示す。



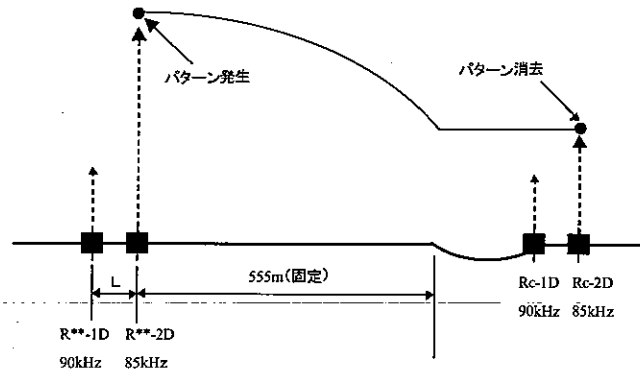
P35-1	P35-2	2R	21号分岐
90kHz	73kHz	R以外	定位開通
	95kHz	R以外	反位開通
	73kHz	R	-

※ 地上子間隔 L は制限速度によって決まる (表 7.3 参照)。

図 7.18 地上子配置概念図と共振周波数一覧 (複数進路で信号機を共用)

7.7.2 曲線

カント不足、緩和曲線長不足等で、列車種別に関わらず同一の速度により速度制限を行っている箇所に設置する。



※ **は曲線の制限速度を表す(表 7.4 参照)。
 ※ D は下り線用の地上子を表す。上り線用の地上子の場合は U とする。

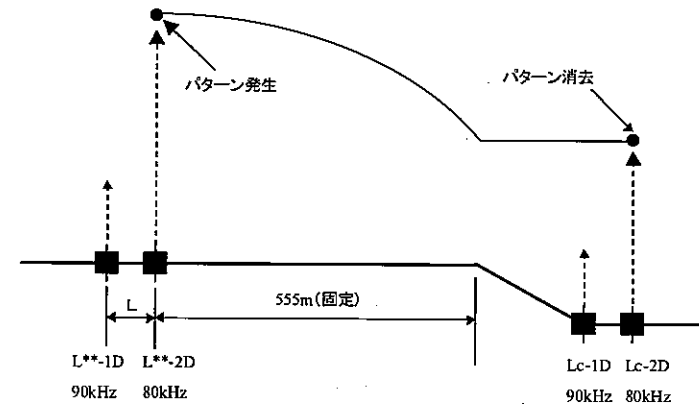
図 7.19 地上子配置概念図(曲線)

表 7.4 制限速度、照査速度と地上子相互間の距離(曲線)

制限速度 [km/h]	パターンの照査速度 [km/h]	地上子相互間の距離 L [m] ※カッコ内数値は許容範囲
40	50	22.5 (21.9~23.2)
50	60	18.5 (18.0~19.3)
60	70	15 (14.5~15.8)
70	80	12 (11.3~12.6)
80	90	9 (8.4~9.7)
90	100	6.5 (5.8~7.1)
100	110	4 (3.4~4.7)
制限なし、消去		2 (1.3~2.6)

7.7.3 下り勾配

原則として、25%以上の下り勾配を対象として、線区の曲線・勾配等を総合的に勘案の上、必要と認められる箇所に設置する。



※ **は下り勾配の制限速度を表す(表 7.5 参照)。
 ※ D は下り線用の地上子を表す。上り線用の地上子の場合は U とする。

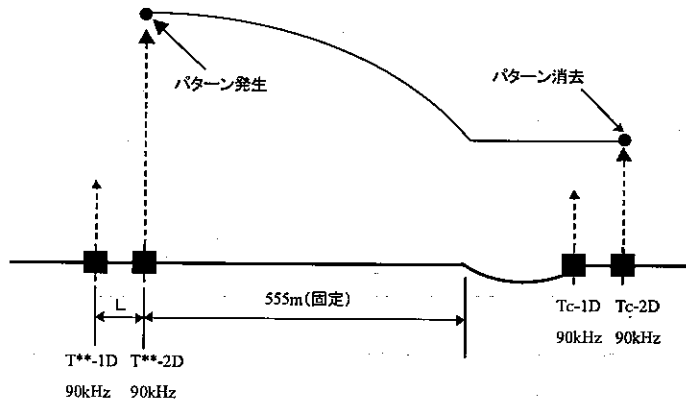
図 7.20 地上子配置概念図(下り勾配)

表 7.5 制限速度、照査速度と地上子相互間の距離(下り勾配)

制限速度 [km/h]	パターンの照査速度 [km/h]	地上子相互間の距離 L [m] ※カッコ内数値は許容範囲
35	45	22.5 (21.9~23.2)
45	55	18.5 (18.0~19.3)
55	65	15 (14.5~15.8)
65	75	12 (11.3~12.6)
75	85	9 (8.4~9.7)
85	95	6.5 (5.8~7.1)
95	105	4 (3.4~4.7)
制限なし、消去		2 (1.3~2.6)

7.7.4 臨時

工事等により臨時に速度制限を行っている区間を対象に、必要と認められる箇所を設置する。



※ **は臨時速度制限の制限速度を表す(表 7.6 参照)。
 ※ Dは下り線用の地上子を表す。上り線用の地上子の場合はUとする。

図 7.21 地上子配置概念図(臨時)

表 7.6 制限速度、照査速度と地上子相互間の距離(臨時)

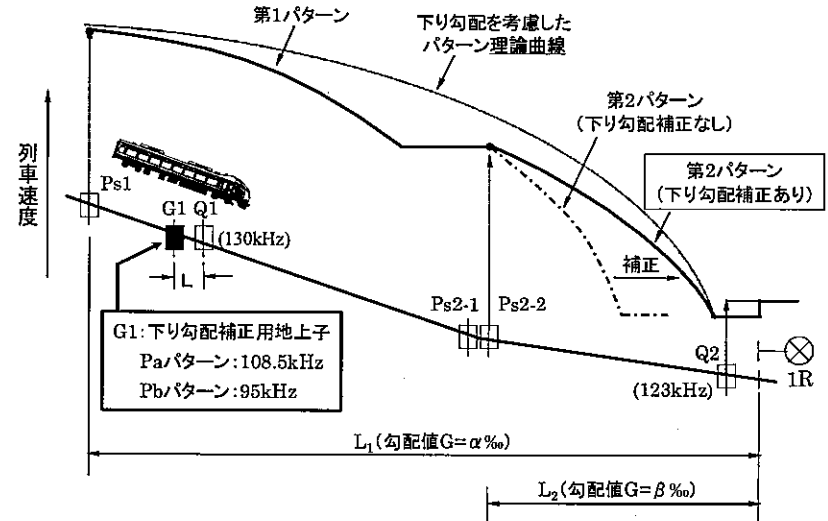
制限速度 [km/h]	パターンの照査速度 [km/h]	地上子相互間の距離 L [m] ※カッコ内数値は許容範囲
25	35	22.5 (21.9~23.2)
30	40	18.5 (18.0~19.3)
35	45	15 (14.5~15.8)
40	50	12 (11.3~12.6)
45	55	9 (8.4~9.7)
50	60	6.5 (5.8~7.1)
55	65	4 (3.4~4.7)
制限なし、消去		2 (1.3~2.6)

7.8 下り勾配補正用地上子による地上子設置位置の補正

7.8.1 下り勾配区間における地上子設置位置

下り勾配区間では、重力加速度によって平坦区間に比べブレーキ距離が伸びるため、7.2 項、7.3 項で示した地上子の標準配置では列車が速度照査パターンに当たっても停止信号機を超えて停止する恐れがある。したがって、パターン発生用地上子を信号機に対して標準より外方に配置する。また、第2パターンを勾配の大きさに応じて補正し、運転操縦性を損なわないようにする。なお、ATS-Ps 車上装置への勾配情報の伝達は、ロング地上子(130kHz)とその外方に新たに設置するパターン種別認識用地上子(Paパターン:108.5kHz、Pbパターン:95kHz)の間隔により行う。

Paパターンで下り勾配補正を行った場合の速度照査パターンの形状と共振周波数一覧を図 7.22 に示す。



(単位: kHz)

Ps1	G1	Q1	Ps2-1	Ps2-2	Q2	1R
80	108.5	130	108.5	108.5	123	R
73		103		103	103	R以外

図 7.22 下り勾配補正時の速度照査パターンの形状と共振周波数一覧

パターン発生用地上子の設置位置は以下により決定する。

- (1) 下記の(a)と(b)により、当該信号機から第1パターン発生用地上子 Ps1 までの平均勾配値 G_a から勾配値 $G = \alpha \%$ を求める。また、当該信号機から第2パターン発生用地上子 Ps2 までの平均勾配値 G_a から勾配値 $G = \beta \%$ も同様に求める。ここで、 α と β は下記の(b)より、0%、-15%、-25%、-35%のいずれかの値となる。

(a) 基本計算式

信号機背板から当該地上子までの平均勾配値 G_a を、1,000 分率で計算する。

$$\text{平均勾配値 } G_a[\%] = \left\{ \frac{\text{高低差}[\text{m}]}{\text{信号機背板から当該地上子までの距離}[\text{m}]} \right\} \times 1,000$$

(b) 計算手順

① 表 7.7 の $G=0\%$ の地上子位置にて、(a)より平均勾配値を計算する。算出した値を G_{av} とすると、

$G_{av} \geq -5\%$ であれば、勾配値 $G=0\%$ とする。

$G_{av} < -5\%$ であれば、②に進む。

② 表 7.7 の $G=-15\%$ の地上子位置にて、(a)より平均勾配値を計算する。算出した値を G_{-15} とすると、

$G_{-15} \geq -15\%$ であれば、勾配値 $G=-15\%$ とする。

$G_{-15} < -15\%$ であれば、③に進む。

③ 表 7.7 の $G=-25\%$ の地上子位置にて、(a)より平均勾配値を計算する。算出した値を G_{-25} とすると、

$G_{-25} \geq -25\%$ であれば、勾配値 $G=-25\%$ とする。

$G_{-25} < -25\%$ であれば、勾配値 $G=-35\%$ とする。

- (2) (1)で求めた当該信号機から第1パターン発生用地上子 Ps1 および第2パターン発生用地上子 Ps2 までの勾配値 α 、 β と表 7.7 から、Ps1 および Ps2 の設置位置を決定する。

- (3) 勾配値 α と β を比較し、 $\alpha > \beta$ (α より β がより急な下り勾配) のときには、第1パターン発生用地上子 Ps1 の勾配値は $G = \beta \%$ として、表 7.7 より Ps1 の設置位置を決定する。

表 7.7 下り勾配区間におけるパターン発生用地上子の設置位置

勾配値 G	信号機までの距離	
	第1パターン発生用地上子	第2パターン発生用地上子
	L_1	L_2
G=0% ($G_a \geq -5\%$)	655m	390m
G=-15% ($-5\% > G_a \geq -15\%$)	775m	455m
G=-25% ($-15\% > G_a \geq -25\%$)	970m	560m
G=-35% ($-25\% > G_a \geq -35\%$)	1,350m	765m

- (4) 下り勾配補正用地上子とロング地上子の間隔は、表 7.8 に示すように勾配値 β により決定する。ただし、 $\alpha \neq 0\%$ でも $\beta = 0\%$ のときには、下り勾配補正用地上子 G_1 は設置しない。

表 7.8 下り勾配区間におけるロング地上子と下り勾配補正用地上子の間隔

当該信号機から Ps2 までの勾配値 G	信号機までの距離	ロング地上子までの距離
	第2パターン発生用地上子 L_2	下り勾配補正用地上子 (カッコ内数値は許容範囲)
G=0% ($G_a \geq -5\%$)	390m	設置しない
G=-15% ($-5\% > G_a \geq -15\%$)	455m	2m (1.3~2.6m)
G=-25% ($-15\% > G_a \geq -25\%$)	560m	4m (3.4~4.7m)
G=-35% ($-25\% > G_a \geq -35\%$)	765m	6.5m (5.8~7.1m)

下り勾配区間における地上子設置位置の例を表 7.9 に示す。

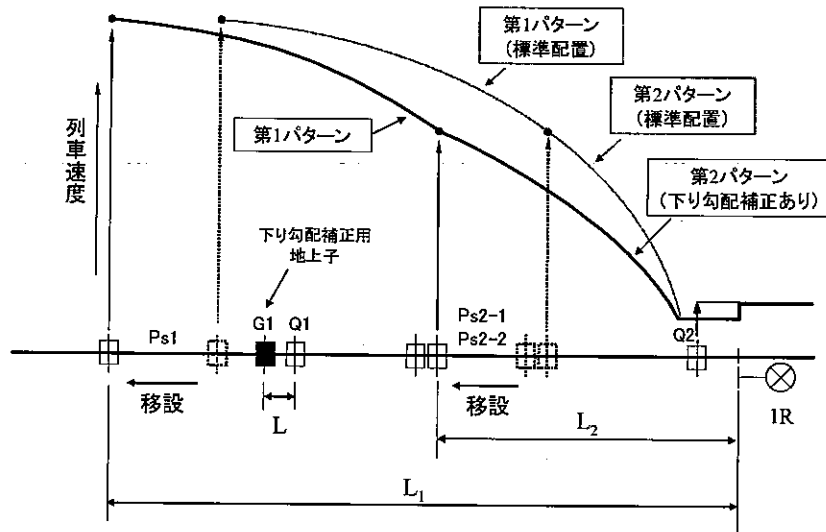
表 7.9 下り勾配区間における地上子設置位置の例

勾配値 G (平均勾配値 G_a)		信号機までの距離		ロング地上子までの距離
第1パターン発生用地上子 α	第2パターン発生用地上子 β	第1パターン発生用地上子 L_1	第2パターン発生用地上子 L_2	下り勾配補正用地上子 (カッコ内数値は許容範囲)
G=-25% ($G_a = -18.9\%$)	G=-25% ($G_a = -22.9\%$)	970m	560m	4m (3.4~4.7m)
G=-25% ($G_a = -23.4\%$)	G=-15% ($G_a = -11.4\%$)	970m	455m	2m (1.3~2.6m)
G=0% ($G_a = -3.7\%$)	G=-15% ($G_a = -7.4\%$)	775m	455m	2m (1.3~2.6m)
G=-15% ($G_a = -13.5\%$)	G=0% ($G_a = -1.2\%$)	775m	390m	設置しない

7.8.2 下り勾配補正を用いた地上子移設

下り勾配区間における地上子設定位置の補正を必要としない箇所で、第2パターン発生地上子 Ps2-1、Ps2-2 を規定箇所に設置できない場合は、図 7.23 のように下り勾配補正を用いて地上子を移設することが出来る。

なお、第1パターン発生地上子 Ps1 を規定箇所に設置できない場合には、Ps1 のみ所属信号機に対して外方で当該箇所にできるだけ近い設置可能な箇所に設置し、第2パターン発生地上子 Ps2-1、Ps2-2 は規定箇所に設置する。



信号機までの距離		ロング地上子までの距離
第1パターン発生地上子	第2パターン発生地上子	下り勾配補正用地上子 (カッコ内数値は許容範囲)
L ₁	L ₂	L
標準 655m	標準 390m	設置しない
720m	455m	2m (1.3~2.6m)
825m	560m	4m (3.4~4.7m)
1,030m	765m	6.5m (5.8~7.1m)

図 7.23 下り勾配補正を用いた地上子移設時の設置位置

7.8.3 下り勾配補正用地上子を用いた場合の ATS-S (ロング) 地上子について

ATS-Ps 導入に際して、ATS-S (ロング) 地上子 Q1 は移転する必要はない。ただし、下り勾配補正用地上子 G1 によって地上子設置位置の補正を行う場合で、以下に該当する場合には Q1 を移転する必要がある。

なお、Q1 は第1パターン発生地上子 Ps1 の外方にあっても構わない。

(1) Pa パターン

Q1 が第2パターン発生地上子 Ps2-1 外方 25m より内方になる場合、図 7.24 のように G1 が Ps2-1 の外方 25m 以上 (7.10.3 項参照) の位置になるように Q1 を移転する。

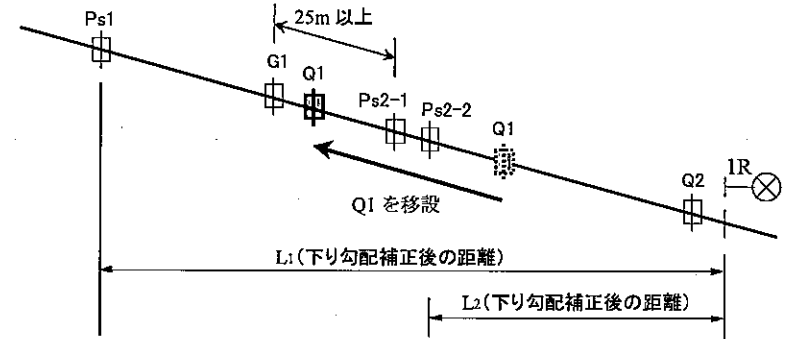


図 7.24 Pa 第2パターン発生地上子内方にある ATS-S (ロング) 地上子を移設する場合

(2) Pb パターン

Q1 が第2パターン発生地上子 Ps2-2 の内方になる場合、図 7.25 のように G1 がパターン種別認識用地上子 Ps2(M) の外方になるように Q1 を移転する。

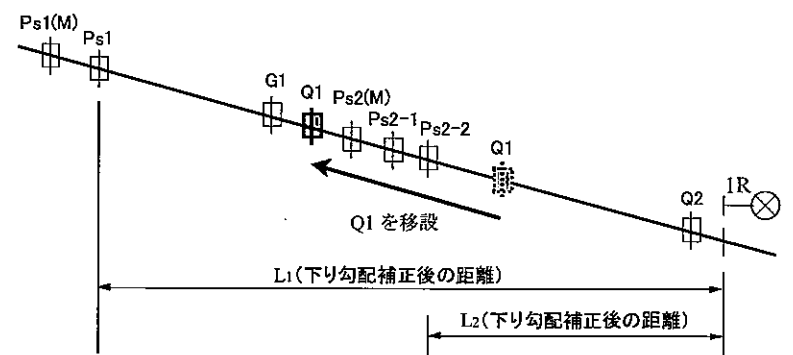


図 7.25 Pb 第2パターン発生地上子内方にある ATS-S (ロング) 地上子を移設する場合

7.9 本線路終端（行き止まり線）

過走余裕距離が確保されていない行き止まり線終端対策として、図 7.26 のように周波数固定形地上子により速度照査パターンを発生させる。

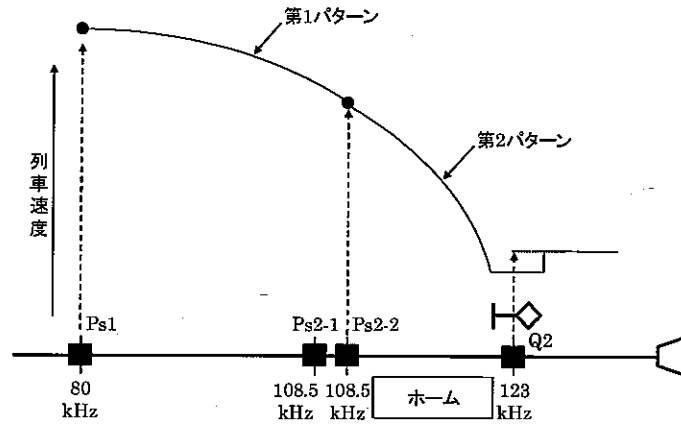


図 7.26 地上子配置概念図（本線路終端）

7.10 その他留意点について

7.10.1 速度照査装置による速度照査パターン消去に対する対応策について

ATS-Ps に関する制御（95kHz 以下の地上子による制御）を行っている区間において、車上タイマー速度照査機能を有した ATS を搭載した列車に対して車上タイマーによる速度照査（108.5kHz+108.5kHz）を行う場合、ATS-Ps 車上装置を搭載した列車に対しては不要な第 2 パターンを発生させてしまう。

また、第 1 パターン発生用地上子の内方に既存の分岐器速度制限装置（ループ式）や ATS-SN 形速度照査装置が設置されている場合、速度照査用地上子（103kHz）により速度照査パターンが消去されてしまう。

このような場合は、速度照査用地上子の外方 1.3～2.6m の地点にパターン種別認識用地上子（85kHz）を設置し、速度照査用地上子による作用（108.5kHz+108.5kHz、103kHz）が ATS-Ps に影響を及ぼさないようする。

なお、既存の分岐器速度制限装置（ループ式）や ATS-SN 形速度照査装置の機能である即時停止（123kHz）と S 形車内警報（130kHz）については、速度照査パターンは消去されずに即時停止または警報が鳴動する。

速度照査装置用地上子の外方にパターン種別認識用地上子（SC(M)）を設置するが、その地上子間隔は『1.3m～2.6m』である（4.2 項参照）。しかし、その地上子間隔に SC(M) を設置することが出来ない場合は、『1.3m～15m』とすることができる。なお、速度照査装置用地上子と SC(M) の間に他の地上子を設置してはならない。

(1) 車上タイマー速度照査用地上子について

ATS-Ps に関する制御（95kHz 以下の地上子による制御）を行っている区間において、車上タイマー速度照査機能を有した ATS を搭載した列車に対して車上タイマーによる速度照査（108.5kHz+108.5kHz）を行う場合、ATS-Ps 車上装置を搭載した列車に対しては不要な第 2 パターンを発生させてしまう。

このような場合は、図 7.27 のように 2 個の車上タイマー速度照査用地上子の外方にパターン種別認識用地上子 SC(M)（85kHz）を設置することにより第 2 パターン発生用地上子ではないことを ATS-Ps 車上装置に識別させ、不要な第 2 パターンの発生を抑える。

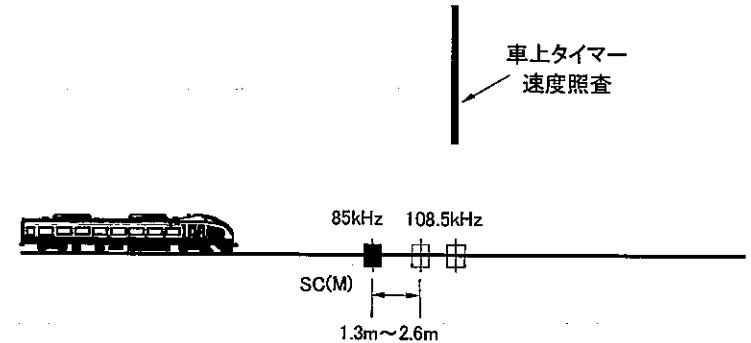


図 7.27 車上タイマー速度照査用地上子に対する対応策

(2) 分岐器速度制限装置（ループ式）について

分岐器速度制限装置（ループ式）は 103/130kHz 地上子を使用するため、速度照査パターンが発生している場合、分岐器速度制限装置（ループ式）用地上子通過時に ATS-Ps 車上装置が 103kHz に変周されてしまうと速度照査パターンが消去されてしまう。そこで、図 7.28 のように分岐器速度制限装置（ループ式）用地上子の外方 1.3～2.6m の地点にパターン種別認識用地上子 SC(M)（85kHz）を設置して、速度照査パターンが消去されないようにする。

なお、ATS-Ps 車上装置が 130kHz に変周された場合には、速度照査パターンは消去されずに警報が鳴動する。

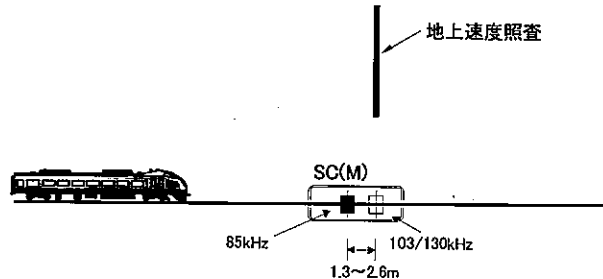


図 7.28 分岐器速度制限装置（ループ式）用地上子に対する対応策

(3) ATS-SN 形速度照査装置について

ATS-SN 形速度照査装置は 103/123/130kHz 地上子（Ss 地上子）を使用するため、速度照査パターンが発生している場合、ATS-SN 形速度照査装置用地上子（Ss 地上子）通過時に ATS-Ps 車上装置が 103kHz に変周されてしまうと、速度照査パターンが消去されてしまう。そこで、図 7.29 のように ATS-SN 形速度照査装置用地上子（Ss 地上子）の外方 1.3～2.6m の地点にパターン種別認識用地上子 SC(M)（85kHz）を設置して、速度照査パターンが消去されないようにする。

なお、ATS-Ps 車上装置が 123kHz または 130kHz に変周された場合には、速度照査パターンは消去されずに即時停止または警報が鳴動する。

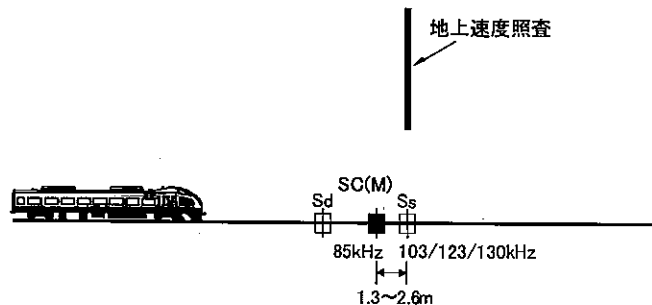
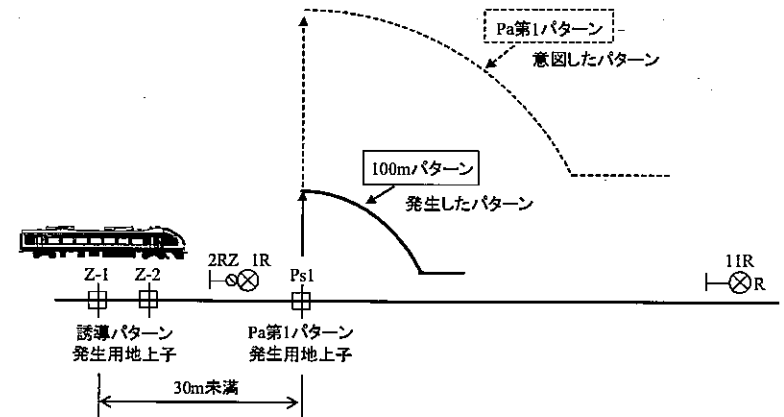


図 7.29 ATS-SN 形速度照査装置用地上子に対する対応策

7.10.2 不要な速度照査パターン発生に対する対応策について

ATS-Ps 車上装置では、パターン種別認識用地上子の信号を受けてから 25m の間、制御地上子からの信号を待ち受けている。そのため、速度発電機の誤差などを考慮してパターン種別認識用地上子から 30m 未満に他の地上子を設置した場合、意図していない速度照査パターンが車上に発生したり、意図した速度照査パターンが車上に発生しないことがある。

例として、誘導パターン発生用地上子 Z-1 から Pa 第 1 パターン発生用地上子 Ps1 が 30m 未満に設置されている場合を図 7.30 に示す。誘導信号機 2RZ が停止の場合、誘導パターン発生用地上子 Z-2 は 73kHz であるため、ATS-Ps 車上装置は Z-2 を認識できない。そのため、次の Pa 第 1 パターン発生用地上子 Ps1 を誘導パターン発生用地上子 Z-1 との組合せ（108.5kHz+80kHz）と誤認識し、意図していない 100m パターンが発生してしまう。



(単位：kHz)

Z-1	Z-2	Ps1	2RZ	11R	誘導パターン	Pa 第 1 パターン	備考
108.5	73	73	停止	進行	無	無	
	73	80	停止	停止	無	無	100m パターン発生
	85	73	進行	進行	有	無	
	85	80	進行	停止	有	無	

図 7.30 不要な速度照査パターンの発生例

このような不具合を防止するため、表 7.10 に示すように制御地上子が 73kHz になる場合には、パターン種別認識用地上子から 30m 未満に他の地上子を設置してはならない。
 なお、ATS-Ps 車上装置は、パターン種別認識用地上子の周波数を受信した後 73kHz (常時発振周波数と同一) 以外の制御地上子の周波数を受信した場合には、パターン種別認識用地上子の効力は消滅する。

表 7.10 制御地上子が 73kHz になる組み合わせと用途

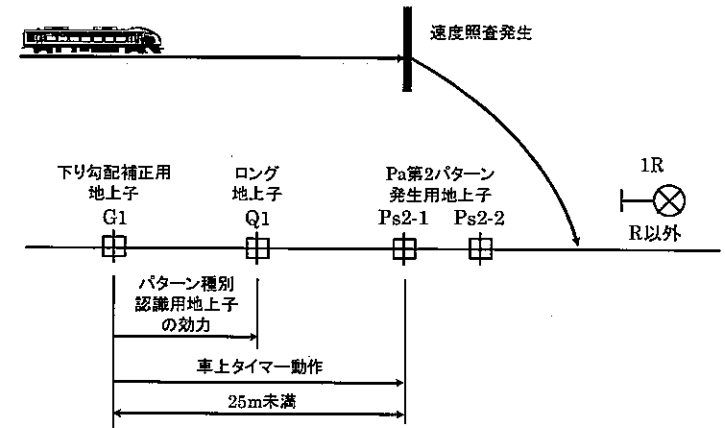
作用		地上子の周波数 [kHz]		
		パターン種別 認識用 地上子	制御地上子	
			パターン発生 制限あり パターン継続	パターン消去 制限なし
停止信号現示情報 (第 1 パターン)	Pb パターン	95	80	73
入換パターン情報		108.5	90	73
誘導パターン情報		108.5	85	73
速度制限情報	分岐器	90	95	73
停止以外の信号現示 情報 (パターン消去)	Pb パターン	95	73	103

7.10.3 不要な車上タイマー速度照査動作に対する対応策について

ATS-Ps 車上装置では、車上タイマー速度照査を以下のように行うため、地上子の設置位置によっては不要に非常ブレーキを動作させる場合がある。

- ATS-Ps 車上装置は、108.5kHz を受信した場合に ATS-Ps に関する制御 (95kHz 以下の地上子による制御) を行っているかどうかに関わらず、車上タイマーのカウントを開始する。
- ATS-Ps 車上装置は、550msec (または 500msec) 以内に再度 108.5kHz を受信した場合には、以下の場合を除いて車上タイマー速度照査動作として非常ブレーキを出力する。
 - ・ATS-Ps に関する制御 (95kHz 以下の地上子による制御) を既に行っている。
 - ・2度目の 108.5kHz を受信したことで、ATS-Ps に関する制御が発生する。

ATS-Ps 車上装置が不要な車上タイマー速度照査により非常ブレーキを動作させる例を図 7.31 に示す。下り勾配補正用地上子 G1 と Pa 第 2 パターン発生用地上子 Ps2-1 が 25m 未満のとき、信号機 1R が停止現示以外であると車上タイマー速度照査が動作する場合がある。



(単位: kHz)

1R G1	1R Q1	1R Ps2-1 (注)	1R Ps2-2	1R	備考
108.5	130	108.5	108.5	R	
	103		103	R 以外	車上タイマー動作

注) 第 2 パターン発生用地上子 Ps2-1 以外の 108.5kHz 地上子でも、G1 から 25m 未満であれば、車上タイマー速度照査が動作する場合がある。

図 7.31 車上タイマー速度照査の不要動作例

このような不具合を防止するため、表 7.11 に示すような 108.5kHz を送信するパターン種別認識用地上子または制御地上子から 25m 未満に他の 108.5kHz 地上子を設置してはならない。

表 7.11 不要な車上天台速度照査を発生させる地上子の組み合わせ

作用	地上子の周波数 [kHz]			
	パターン種別 認識用 地上子	制御地上子		パターン消去 制限なし
		パターン発生 制限あり パターン継続		
停止信号現示情報 下り勾配補正	Pa パターン	108.5	130	103
停止信号現示情報 (第 2 パターン)	Pa パターン	108.5	108.5	103
停止信号現示情報 (第 2 パターン)	Pb パターン	95, 108.5	108.5	103
停止信号現示情報 100m パターン		108.5	80	103
入換パターン情報		108.5	90	73
誘導パターン情報		108.5	85	73
工事区間情報	90	108.5		

ただし、108.5kHz 地上子間の間隔から下記により計算した照査速度(5.2 項参照)が、当該箇所の線区最高速度や速度照査パターンによる制限速度より高い場合など、車上天台速度照査が動作しても問題ない場合には、地上子間隔を 25m 未満とすることができる。

$$\text{照査速度} : V[\text{km/h}] = 3.6 \times (\ell - \text{応動距離} + \text{最大まくらぎ移動距離}^{\text{注}}) / T$$

$$\ell : 108.5\text{kHz 地上子間の間隔}[\text{m}] \quad \text{応動距離} : 0.5[\text{m}]$$

$$\text{最大まくらぎ移動距離} : 0.14[\text{m}] \quad T : \text{照査タイマー} = 0.55[\text{sec}]$$

注) 地上子をまくらぎに取り付けない場合は補正しない。

なお、ATS-Ps 車上天台装置は、108.5kHz を受信してから 25m 以内に 73kHz (常時発振周波数と同一) 以外の周波数を受信した時点で、108.5kHz のパターン種別認識用地上子の効力は消滅する (7.10.2 参照)。

7.10.4 工事用地上子について

ATS-Ps 車上天台装置は常時投入を基本としているため、ATS-Ps 区間と工事区間が混在する場合、工事区間における ATS-Ps 動作を抑えなければならない。したがって、パターン種別認識用地上子と制御地上子の共振周波数の組み合わせとその 2 つの地上子の距離によって、工事区間開始及び工事区間終了を ATS-Ps 車上天台装置に認識させる。ATS-Ps 車上天台装置は、工事区間開始を認識すると、工事区間終了を認識するか ATS-Ps 車上天台装置の電源を断にするまで、ATS-Ps 開放スイッチを『開放』に設定したのと同様の動作 (ATS-Ps から ATS-SN または ATS-SN へ移行、動作表示器滅灯) をする。ただし、車上天台速度照査機能を有した ATS を搭載した車両については、第 2 パターン発生用地上子による車上天台速度照査の動作を抑えることはできない。

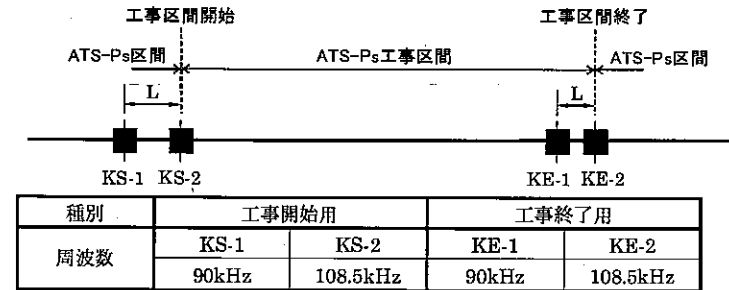


図 7.32 地上子の配置概念図及び共振周波数一覧 (工事用地上子)

表 7.12 地上子相互間の距離 (工事用地上子)

	地上子相互間の距離 L [m]
工事開始	4 (3.4~4.7)
工事終了	2 (1.3~2.6)

(1) 工事開始用地上子の設置位置

- ア ATS-Ps 区間と ATS-Ps 工事区間の境界
- イ 終端駅及び折り返し駅等で、通常運転時に運転台のエンド交換により、工事区間の ATS-Ps 地上子を受信する恐れのある箇所の始端
- ウ ATS-Ps 工事区間と ATS-SN 区間の境界

(2) 工事終了用地上子の設置位置

- ア ATS-Ps 工事区間と ATS-Ps 区間の境界
- イ ATS-Ps 工事区間と ATS-SN 区間の境界

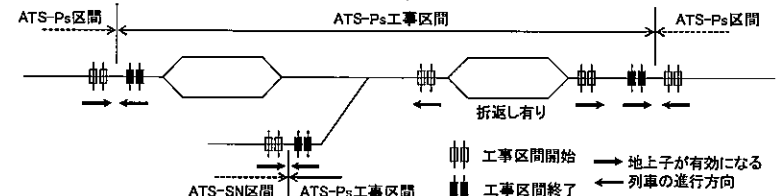


図 7.33 工事用地上子の設置例

7.10.5 ATS-P 切替地点と ATS-Ps (ATS-S を含む) 地上子の離隔について

ATS-P から ATS-Ps への切替地点では、ATS-P 区間終了地上子 (PE 地上子) により ATS-P 車上装置の制御は終了となって ATS-Ps 車上装置が立ち上がるが、その切替には 2.7 秒が必要である。つまり、この時間は ATS-P、ATS-Ps のいずれも制御不能であり、車上では無警報になる恐れがある。

ここで、車上で無警報とならないために、ATS-P 切替地点^{注)}と ATS-Ps 地上子の離隔 L (m) は以下によることとする。

$$L > (V + 10) / 3.6 \times 2.7$$

ただし、V (km/h) は当該箇所の線区最高速度とする。

(1) ATS-P 新設工事の場合

ATS-P から ATS-Ps への切替地点の内方 L (m) 以内には ATS-Ps 地上子が存在しないように切替地点を設定する。

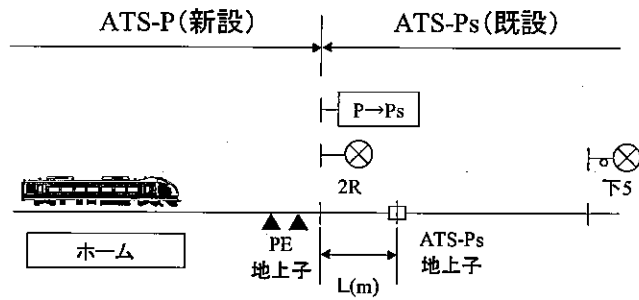


図 7.34 ATS-P 新設時の ATS-P 切替地点における地上子配置

(2) ATS-Ps 新設工事の場合

ATS-P から ATS-Ps への切替地点の内方 L (m) 以内には ATS-Ps 地上子を設置してはならない。ATS-Ps 地上子が切替地点の内方 L(m) 以内になってしまう場合には、ATS-P 切替地点を移設することとする。

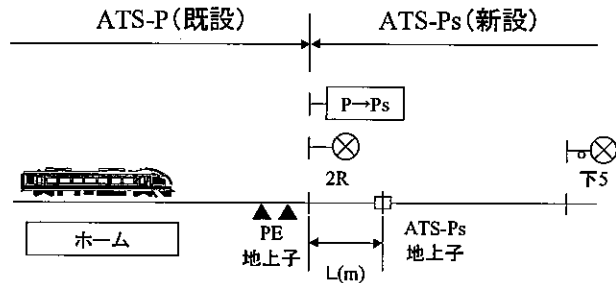


図 7.35 ATS-Ps 新設時の ATS-P 切替地点における地上子配置

注) ATS-P 切替地点とは、ATS-P 区間終了地上子 (PE 地上子) の電文フレームの『切替地点までの距離』で指示された地点をいう。

7.10.6 ATS-Ps 区間における軌道検測用地点検知地上子と与える影響について

図 7.36 に示すように、1R が停止現示のとき、第 1 パターン発生用地上子 Ps1 および第 2 パターン発生用地上子 Ps2-2 で速度照査パターンが発生する。また、Ps2-2 の設置位置によって速度照査パターンが停止信号機外方で無くなることのないように、15km/h 一定の速度照査パターンが直下地上子 Q2 から 80m 継続する。

よって、Ps1 から Q2 内方 80m の間に軌道検測車用地点検知地上子 (常時 103kHz) が設置されていると、速度照査パターンが不正に消去されることになる。

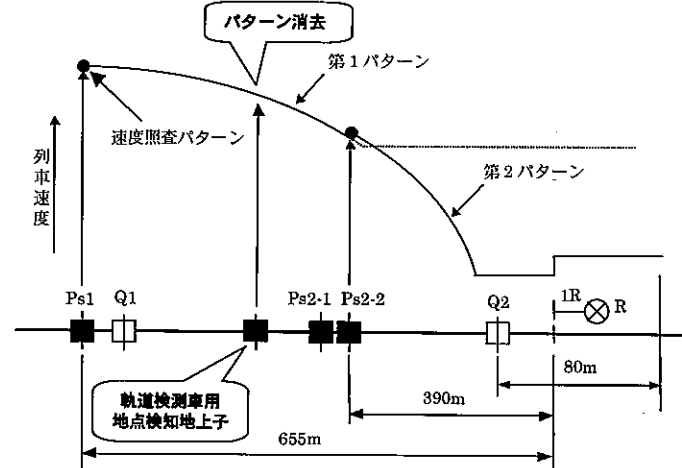


図 7.36 軌道検測車専用地上子による速度照査パターンの不正消去例

このような軌道検測車用地点検知地上子による速度照査パターンの不正消去を防ぐため、ATS-Ps 区間における軌道検測車用地点検知地上子の設置を以下のように取扱うものとする。

(1) ATS-Ps の工事を行う場合

軌道検測車用地点検知地上子が速度照査パターンを消去してしまう箇所に設置されている場合は、図 7.37 に示すように速度照査パターンを消去しない箇所へ移設する。

(2) ATS-Ps 区間で軌道検測車用地点検知地上子を新設あるいは移設する場合

ATS-Ps 区間で軌道検測車用地点検知地上子を新設あるいは移設する場合には、図 7.37 に示すように速度照査パターンを消去しない箇所に新設あるいは移設する。

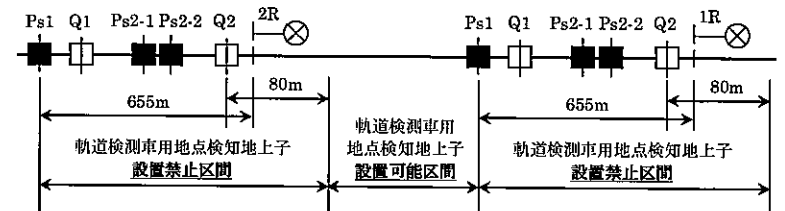


図 7.37 軌道検測車専用地上子の設置箇所