

土木設計システム

車両軌跡図CADツール
「Locus Pro」

マニュアル

Ver 1.01

目 次

1. 概 要	3
1-1. ソフトの概要	3
1-2. 動作条件	3
1-3. 対応車種	3
1-4. 作図可能な走行線形	3
1-5. Locus Pro の新機能について	4
2. 操作方法	7
2-1. 基本的な操作の流れ	7
2-2. 旋回方法等の設定	8
2-3. 車両条件の設定	9
2-4. 旋回条件の設定	11
2-5. 描画設定	14
2-6. アウトプット	15
3. 作図方法	18
3-1. トラックの旋回軌跡	18
3-1-1. 連続旋回軌跡図(初期ハンドル角ゼロ発進の場合)	18
3-1-2. 連続旋回軌跡図(止めハンドル旋回の場合、トラック)	21
3-1-3. 単一旋回軌跡(止めハンドル)(旋回角 0~360°)	26
3-1-4. 単一旋回軌跡(初期ハンドル角ゼロ)(旋回角 0~360°)	28
3-2. セミトレーラの旋回軌跡	29
3-2-1. 連続旋回軌跡図	29
3-2-2. 連続旋回軌跡図(止めハンドル旋回の場合、セミトレーラ)	33
3-2-3. 単一旋回軌跡(止めハンドル)(旋回角 0~360°)	35
3-2-4. 単一旋回軌跡(初期ハンドル角ゼロ)(旋回角 0~360°)	37

1. 概要

1-1. ソフトの概要

「Locus Pro」は、車両旋回軌跡図「トラック&セミトレーラ統合版」の後継シリーズとなります。多くのユーザー様にご好評を頂いた「統合版」の全機能を継承し、さらに多くの新機能を加え、内容を一新しました。

本ソフトは、以下の文献に基づいて車両軌跡図の作成や走行シミュレーションをおこなうもので、「統合版」同様、以下の文献に基づいて作画をおこなっています。

- ①「**セミトレーラ及びフルトレーラの直角旋回軌跡図の様式**」(JASO Z 006-92) (社)自動車技術会
- ②「**旋回軌跡による偶角部の設計について**」(土木研究所資料 昭和54年1月 建設省土木研究所道路部道路研究室)

なお、ユーザー登録(パスワード購入)までは一部のデータ変更が出来ないなど、機能制限がありますが、本ツールの殆どの機能を使用することが可能です。十分にご試用頂いた上で、ご購入を検討して頂ければ幸いです。

1-2. 動作条件

必要システム	
オペレーティングシステム	Windows XP Windows Vista Windows 7、8、10以降
必要ソフト	MS-Excel2000以降
ハードウェア	Pentium III 800MHz以上
ディスプレイ	17inch以上 画面解像度1,024×768ドット以上
メモリ	256MB以上
マウス	本体に対応し、日本語MicrosoftWindowsで使用可能なもの
プリンター	本体に対応し、日本語MicrosoftWindowsで使用可能なもの

1-3. 対応車種

- ・ トラック
- ・ セミトレーラ

1-4. 作図可能な走行線形

1. 連続旋回軌跡図 (複数の単曲線で構成された連続線形、初期ハンドル角ゼロ旋回、止めハンドル旋回選択可)
2. 単一旋回軌跡 (止めハンドル) (旋回角 0~360°)
3. 単一旋回軌跡 (初期ハンドル角ゼロ) (旋回角 0~360°)

1-5. Locus Pro の新機能について

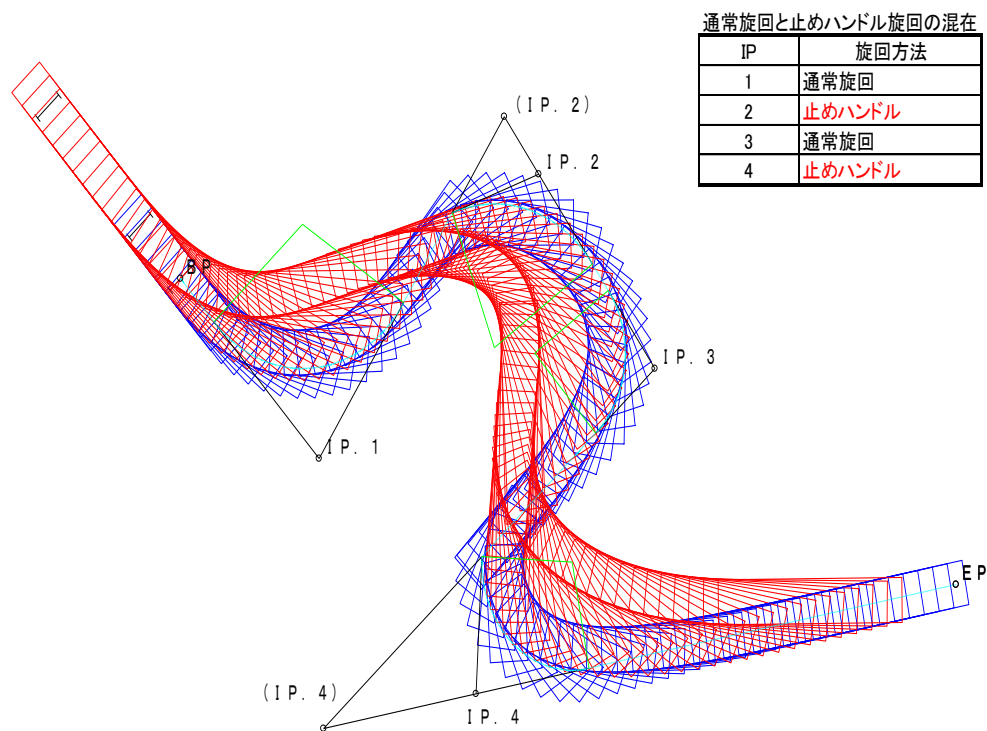
1) 新機能一覧

Locus Pro の新機能は、主に以下の4項目です。

1. 「止めハンドル」による連続走行軌跡図の作画機能
2. 走行シミュレーション機能
3. IP 形状確認機能
4. 車両リストの規定値登録機能

2) 「止めハンドル」による連続走行軌跡図の作画機能

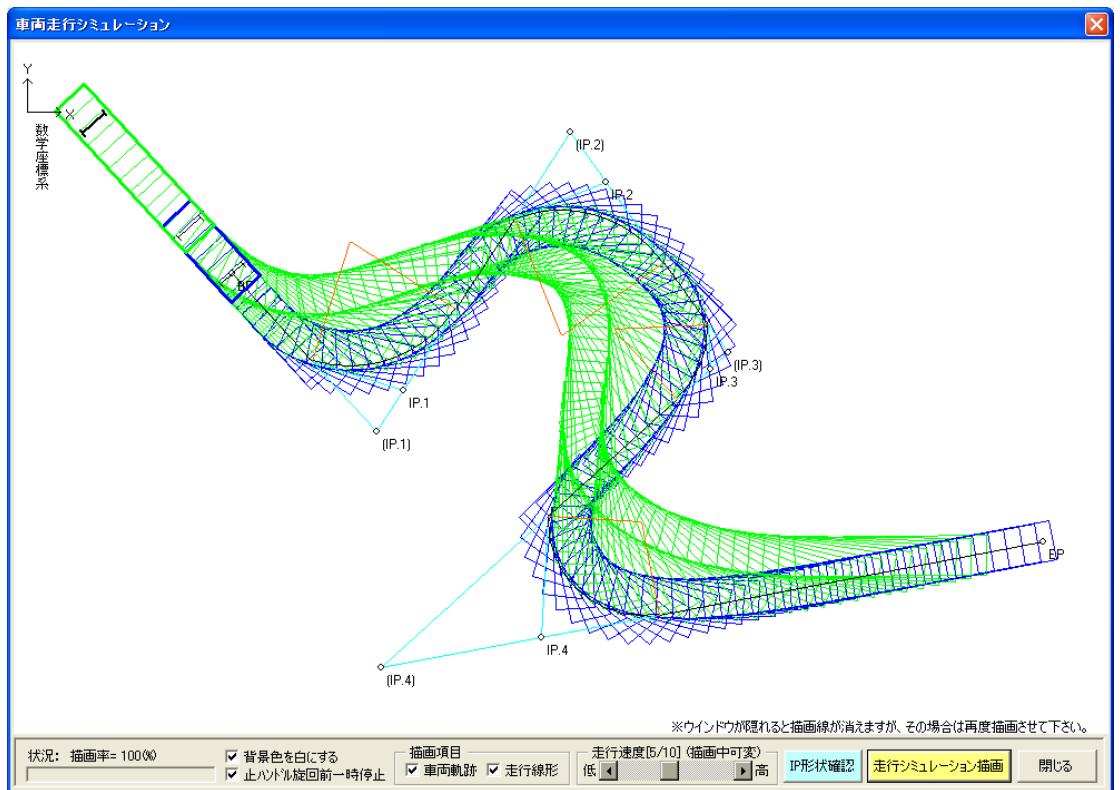
【Locus Pro】版では、それまでの「初期ハンドル角ゼロ旋回」(通常旋回)に加え、より急旋回が可能な「止めハンドル旋回」の作図機能を追加しました。また下図のように、それら2種類の異なる旋回方式が混在する旋回も可能です。



「通常旋回」と「止めハンドル旋回」が混在した軌跡図例

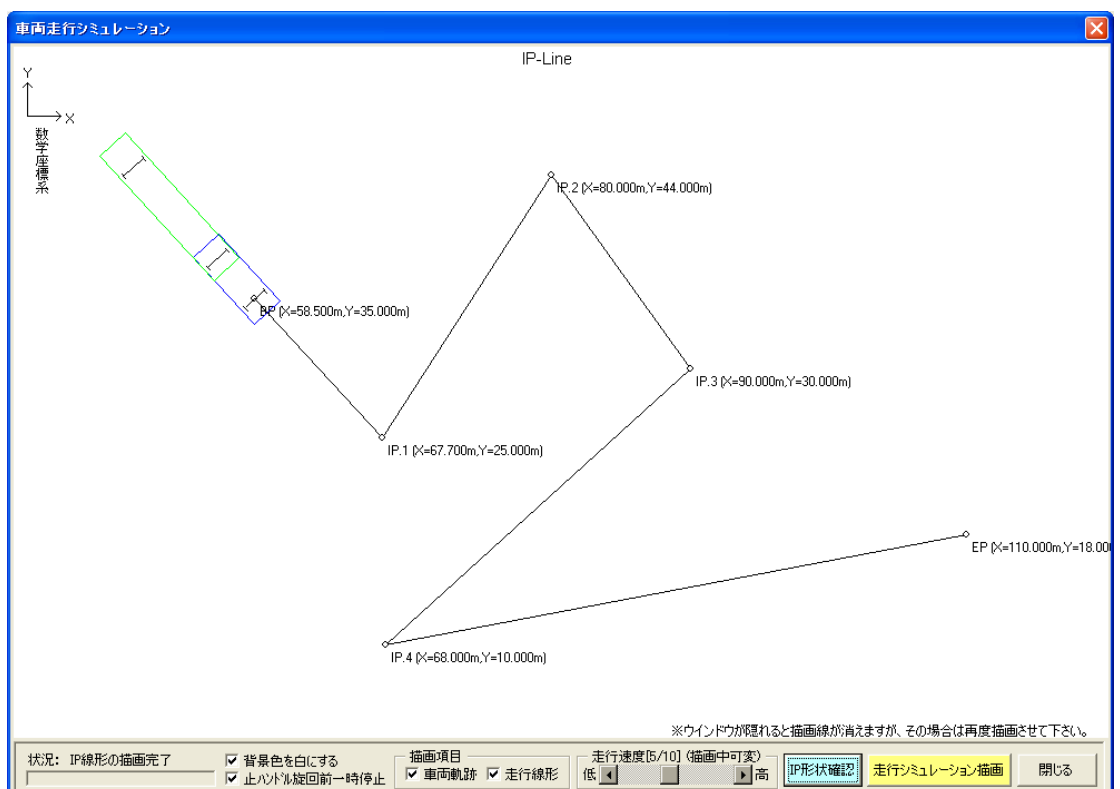
3) 走行シミュレーション機能

走行ライン上を車両が進行する状況を画面上で確認できる「走行シミュレーション」機能を新たに追加しました。走行速度の調整が可能です。



4) IP 形状確認機能

入力した IP 座標を画面上にプロットし、位置及び線形を確認する機能を追加しました。(IP 点の入力途中など、いつでも表示可能です)



5) 車両リストの規定値登録機能

ユーザー側で変更もしくは作成した車両データリストを、規定値として登録する機能を追加しました。規定値として登録すると、次回起動時より、自動的にそのリストが初期リストとして表示されます。

車両データ(トラック&セミトレーラ)

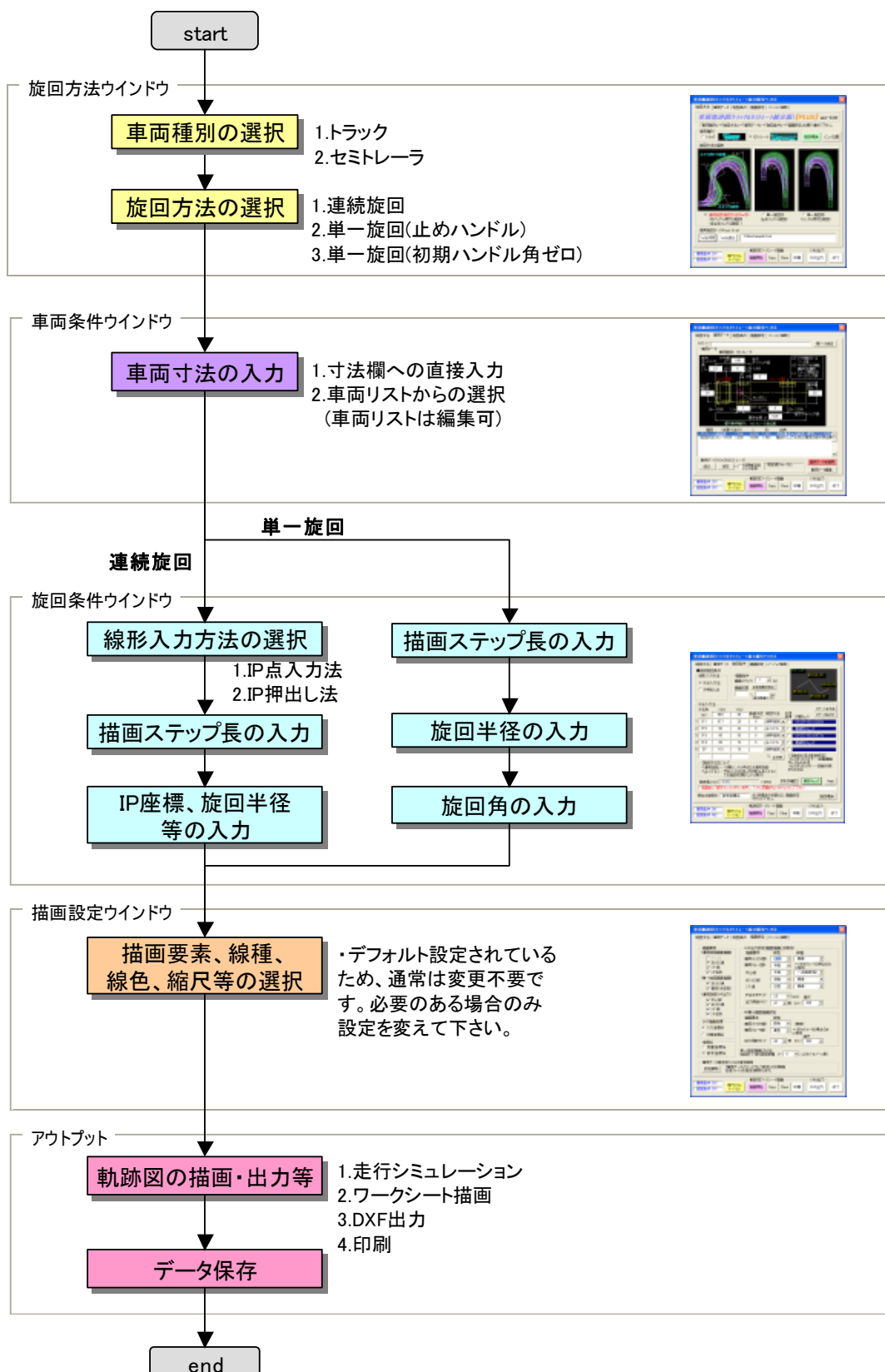
読み込み 保存 初期規定値として保存 規定値File--C:\%cardata\1.csv

規定値登録すると、その車両データファイル名が、ここに表示されます。

2. 操作方法

2-1. 基本的な操作の流れ

車両軌跡図ツールは、基本的に下記の手順で入力します。



本ツールにおける基本的な操作の流れ

2-2. 旋回方法等の設定

「旋回方法」ウインドウでは、主に車両種別と旋回方法を設定します。また、本ツールのデータファイルの保存及び読込を行います。

下記はウインドウ内の機能説明です。

旋回車両を選択します。

旋回理論の説明を表示します。

「メニュー位置の調整」ウインドウを表示します。

メニュー位置の調整

注)画面解像度等により位置が多少異なります
(解像度は1024×768以上を推奨)

メニュー位置

- 画面左端
- 画面中央付近左
- 画面中央付近右
- 画面右端

規定値保存

開じる

規定値として保存すると、その設定が次回起動時以降、有効となります。

「ファイル読込」で開いたファイル名が表示されます。

本ツール用のデータファイル、「*.col」「*.kis」を読込みます。

作成した軌跡データを保存します。拡張子は「*.col」となります。

車両軌跡図CADツール「LocusPro」

旋回方法 | 車両データ | 旋回条件 | 描画設定 | バージョン情報

車両軌跡図CADツール「Locus Pro」 ver-1.01

「車両種別」→「旋回方法」→「車両データ」→「旋回条件」→「描画設定」の順に進めて下さい。

車両種別

- トラック
- セミトレーラ

旋回理論

メニュー位置

旋回方法の選択

ハンドル角ゼロ旋回

連続旋回(旋回方法①or②)
(①ハンドル角ゼロ旋回
(②止めハンドル旋回)

単一旋回①
(止めハンドル旋回)

単一旋回②
(ハンドル角ゼロ旋回)

車両旋回データ(*.col, *.kis)

ファイル保存

ファイル読込

C:\sample.col

車両条件 OK!

旋回条件 OK!

走行シミュレーション

軌跡図ワークシート描画

描画開始

Copy

Clear

印刷

CAD出力

DXF出力

終了

2-3. 車両条件の設定

「車両条件」ウインドウでは、車両寸法を設定します。入力画面は、車両種別により多少異なりますが、基本的な設定方法は同じです。

ここではセミトレーラについて、ウインドウ内の機能を説明します。

寸法値に矛盾がある場合は、ここにエラーメッセージが表示されます。

車両寸法欄に直接寸法を入力する場合は、ここに値を入力します。

車両データを消去します。

車両データリストから選定する場合は以下の方法でおこないます。まずリストボックス内の車両データ行をマウスクリックして指定します。次に「選択データを適用」ボタンを押すと、そのデータが入力欄に反映されます。

「車両データ登録・編集」ウインドウを開きます。

車両データファイル(*.csv)の読込・保存を行います。

車両データを規定値として登録したい場合は、このチェックボックスをONにしてから「保存」します。

規定値登録した車両データ(*.csv)のファイル名を表示します。規定値登録されていない場合は、画面のように「なし」が表示されます。

(次頁参照)

車両軌跡図CADツール「LocusPro」

旋回方法 | 車両データ | 旋回条件 | 描画設定 | バージョン情報

メッセージ: [] [現データを消去]

車両データ 車両種別: セミトレーラ

前方オーバーハング長 L1= 1.3

トラクタ長 L7= 6.5

L2= 4

L3= 1.200

後方オーバーハング長

L5= 0

L2: トラクタ部ホイールベース長

L5: キングピンの後輪軸からの距離

L1: トレーラ部前方オーバーハング長

トラクタ部

キングピン

トレッド幅 B2= 1.9

車体幅 B1= 2.5

L4= 4.300

L1= 1

ホイールベース L2= 9

L3= 2.200

後方オーバーハング長

車体全長 L= 16.5

選択車両種別: セミトレーラ連結車

種別	(主要寸法)B1	L	B2	出典
セミトレーラ連結車	2.500	16.500	1.900	道路構造令の解説と運用(L7, L1は指定)
高床式セミトレーラ(18t)	2.500	14.800	1.900	輸送マニュアル2002(積荷の後方突出無)
高床式セミトレーラ(20t)	2.500	16.000	1.900	輸送マニュアル2002(積荷の後方突出無)

車両データリスト欄

車両データ(トラック&セミトレーラ)

読込 保存 初期規定値として保存 規定値File--なし

[選択データを適用] [車両データ編集]

車両条件 ON 走行シミュレーション 軌跡図ワークシート描画 描画開始 Copy Clear 印刷 CAD出力 DXF出力 終了

「車両データ登録・編集」ウインドウ
 下記はウインドウ内の機能説明です。

車両データ登録・編集(セミトレーラ)

■セミトレーラデータリスト

種別	共通データ			トラクタ部				トレーラ部		出典
	B1	L	B2	L7'	L1'	L2'	L5'	L1	L2	
セミトレーラ連結車	2.500	16.500	1.900	6.500	1.300	4.000	0.000	1.000	9.000	道路構造令の解説と運用(L7,L1は推定)
高床式セミトレーラ(18積)	2.500	14.800	1.900	5.500	1.500	2.900	0.505	1.000	8.220	輸送マニュアル2002(積荷の後方突出無)

挿入
 削除
 編集

車両データリスト欄

リスト欄内で、マウス指定した行を削除します。

リスト欄内で、マウス指定した行のデータを下記編集欄に複写します。

■編集欄

種別	(車体全長)			(トラクタ部全長)				(ホイールベース)	(前方オーバーハング)		出典
	(車体幅)	(トレッド幅)	(トレッド幅)	(前方オーバーハング)	(キックピン後輪軸)	(ホイールベース)	(前方オーバーハング)	(ホイールベース)			
B1	L	B2	L7'	L1'	L2'	L5'	L1	L2			
セミトレーラ連結車	2.5	16.5	1.9	6.5	1.3	4	0	1	9	道路構造令の解説と運用(L7,L1は推定)	

共通データ | トラクタ部 | トレーラ部

編集欄のデータは、自由に変更することが出来ます。

編集欄で作成したデータを、車両リストに追加登録します。

編集欄で変更したデータに基づき、車両データを更新(変更)します。

リストに新規登録
 データ更新
 終了

Help

2-4. 旋回条件の設定

車両の旋回条件を設定します。

線形入力方法には、「IP 点入力法」と「IP 押し出し法」の2種類があります。それぞれについて設定方法を説明します。

1) IP 点入力法

IP 座標と旋回半径により、線形を設定します。

下記はウインドウ内の機能説明です。

線形の入力方法を選択します。

描画ステップ長を設定します。ステップ長はホイールベース長以下として下さい。

必要に応じて描画区間を設定します。空白の場合、全線描画します。通常は空白として下さい。

IPデータのすべてを消去します。

「IPデータ貼り付け」ウインドウを表示します。エクセルシート上で作成し、コピーしたIPデータを取り込むことができます。

IP間チェックの結果を表示します。この欄が「要線形チェック」と表示された場合は、緑色の「線形チェック」ボタンを押し、線形チェックが必要です。

前輪車軸中央からの半径を入力する場合はチェックOFF。前輪外側からの半径を入力する場合は、チェックONにします。

最初のIP以外に「止めハンドル旋回」を設定した場合は、この「線形チェック」ボタンを押し、線形チェックをおこなう必要があります。IP間チェック欄に「要線形チェック」と表示された場合は、必ず「線形チェック」を実行してください。なお、このチェックがOKにならないと、旋回条件はOKとなりません。

IP線の表示します。(入力途中でも表示可) 次頁参照

IP点の座標を入力します。座標を入力する際は「座標系」に注意して下さい。「座標系」は「測量座標系」と「数学座標系」の2種類で、「描画設定」ウインドウにて切替えることができます。

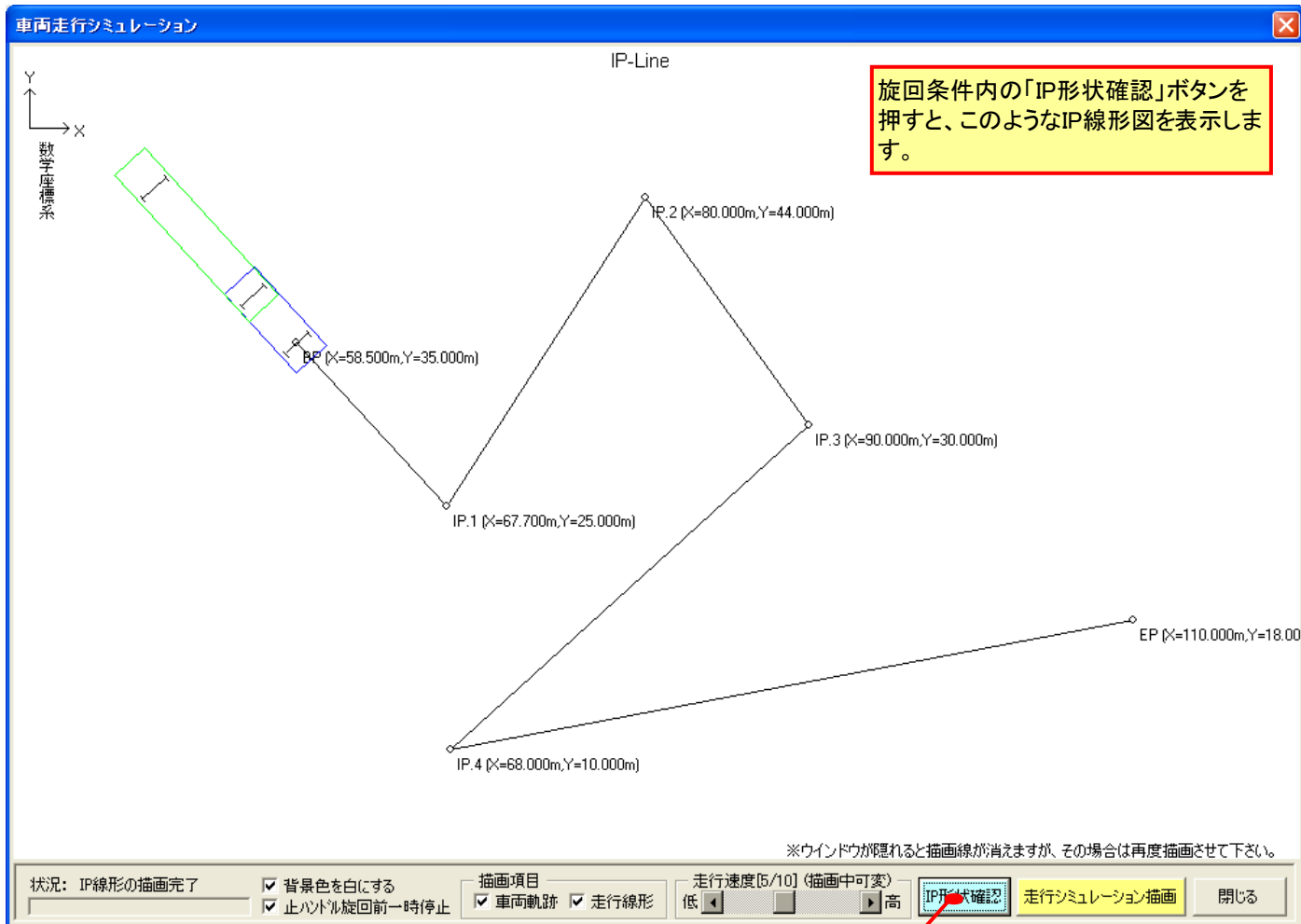
IP名称を入力します。

旋回半径を入力します。ここに入力する半径は、「半径基準」のチェックがOFFの場合は前輪車軸中央からの半径を、またチェックがONの場合は前輪外側からの半径を入力して下さい。

旋回方法を「通常旋回」(初期ハンドル角ゼロ旋回)もしくは「止めハンドル旋回」から選択します。

すべての設定欄を、「通常旋回」と「止めハンドル旋回」に交互に切り替えます。

○IP 形状確認図



この「IP形状確認」ボタンを押してもIP線形図を表示します。

○IP データ貼り付け



エクセル表で作成したIPデータを貼り付けます。(IPリストの様式を遵守してください。)

2) IP 押し出し法

IP 間距離と直前の IP 線に対する回転角より、線形を設定します。
 下記はウインドウ内の機能説明です。

The screenshot shows the '車両軌跡図CAD' software interface with the '描画設定' (Drawing Settings) tab selected. The '線形入力方法' (Line Input Method) is set to 'IP押し出し法' (IP Pushout Method). The '描画条件' (Drawing Conditions) section shows '描画ステップ' (Drawing Step) set to 1 and '描画区間' (Drawing Interval) set to '全線描画は空白' (All line drawing is blank). The 'IP押し出し法' (IP Pushout Method) section contains a table for IP data and various checkboxes for radius and interval checks.

IP名称	IP間距離(m)	回転角(°)	曲線半径 R(m)	半径基準	IP間チェック
1 IP.1	20.52	150	8	<input type="checkbox"/>	OK! BP-BC=16.300m
2 IP.2	29.26	63	7	<input checked="" type="checkbox"/>	OK! EC-BC=5.097m
3 IP.3	15.25	62.23		<input type="checkbox"/>	
4				<input type="checkbox"/>	
5				<input type="checkbox"/>	

Annotations and their corresponding text boxes:

- 線形の入力方法を選択します。** (Select the line input method.)
- 始点座標を入力します。座標を入力する際は「座標系」に注意して下さい。「座標系」は「測量座標系」と「数学座標系」の2種類で、「描画設定」ウインドウにて切替えることができます。** (Enter the start point coordinates. When entering coordinates, please pay attention to the 'Coordinate System'. There are two types: 'Surveying Coordinate System' and 'Mathematical Coordinate System'. You can switch between them in the 'Drawing Settings' window.)
- IP名称を入力します。** (Enter the IP name.)
- 前IP(BP)からの距離を入力します。** (Enter the distance from the previous IP (BP).)
- IP(i)の回転角は、IP(i-2)-IP(i-1)ラインに対するIP(i-1)-IP(i)ラインの回転角(右回りで計測)を入力します。ただし、IP1にはBP-IP1ラインの方向角を入力します。** (The rotation angle of IP(i) is the rotation angle of the IP(i-1)-IP(i) line relative to the IP(i-2)-IP(i-1) line (measured clockwise). Enter it. However, for IP1, enter the direction angle of the BP-IP1 line.)
- 回転半径を入力します。ここに入力する半径は、「半径基準」のチェックがOFFの場合は前輪車軸中央からの半径を、またチェックがONの場合は前輪外側からの半径を入力して下さい。** (Enter the rotation radius. The radius entered here is the radius from the front wheel axle center if the 'Radius Standard' check is OFF, or the radius from the front wheel outer side if it is ON.)
- 描画ステップ長を設定します。ステップ長はホイールベース長以下として下さい。** (Set the drawing step length. The step length should be less than or equal to the wheelbase length.)
- 必要に応じて描画区間を設定します。空白の場合、全線描画します。通常は空白として下さい。** (Set the drawing interval as needed. If blank, all lines are drawn. Usually, it is blank.)
- IPデータをすべて消去します。** (Delete all IP data.)
- IP間チェックの結果を表示します。この欄がすべて「OK」となるようにします。** (Display the results of the IP interval check. Make this column all 'OK').
- 前輪車軸中央からの半径を入力する場合はチェックOFF。前輪外側からの半径を入力する場合は、チェックONにします。** (If entering the radius from the front wheel axle center, check OFF. If entering the radius from the front wheel outer side, check ON.)
- IP線形を表示します。(入力途中でも表示可) 次頁参照** (Display the IP line shape. (Can be displayed even during input) See next page)

2-5. 描画設定

画面描画時や DXF 出力時の設定等をおこないます。
 下記はウインドウ内の機能説明です。

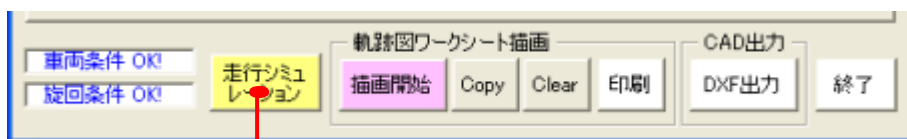
The screenshot shows the 'LocusPro' software interface with the following settings and callouts:

- ワークシート(画面)描画時の描画要素を設定します。(ON-描画、OFF-非描画)**: Points to the '描画要素' section for '連続旋回画面描画'.
- DXF出力時の描画要素を設定します。(ON-描画、OFF-非描画)**: Points to the '描画要素' section for '連続旋回DXF出力'.
- DXF出力時の設定で、「入力座標系」…IP座標の値をそのまま出力(標準)。「任意座標系」…入力座標の最小値を原点位置に座標変換して出力。通常は「入力座標系」に設定して下さい。**: Points to the 'DXF描画座標' section.
- IP座標を入力する際の基準座標の設定で、「測量座標系」…垂直方向をX軸、水平方向をY軸として入力。「数学座標系」…垂直方向をY軸、水平方向をX軸として入力。**: Points to the '座標系' section.
- DXF出力時の線色・線種・縮尺等の設定**: Points to the 'DXF出力設定(画面描画には無効)' section.
- ワークシート描画時の線色・縮尺等の設定**: Points to the '印刷&画面描画設定' section.
- 単一旋回において、回転を終了した後に進む直進の長さを、ホイールベース長の何倍かで設定。**: Points to the '単一旋回描画における 旋回終了後の直線距離 L=' section.
- 「車両条件」にて、車両データの規定値ファイルを設定した場合、このボタンを押すことで、規定値ファイルの指定を解除できる。**: Points to the '設定解除' button.

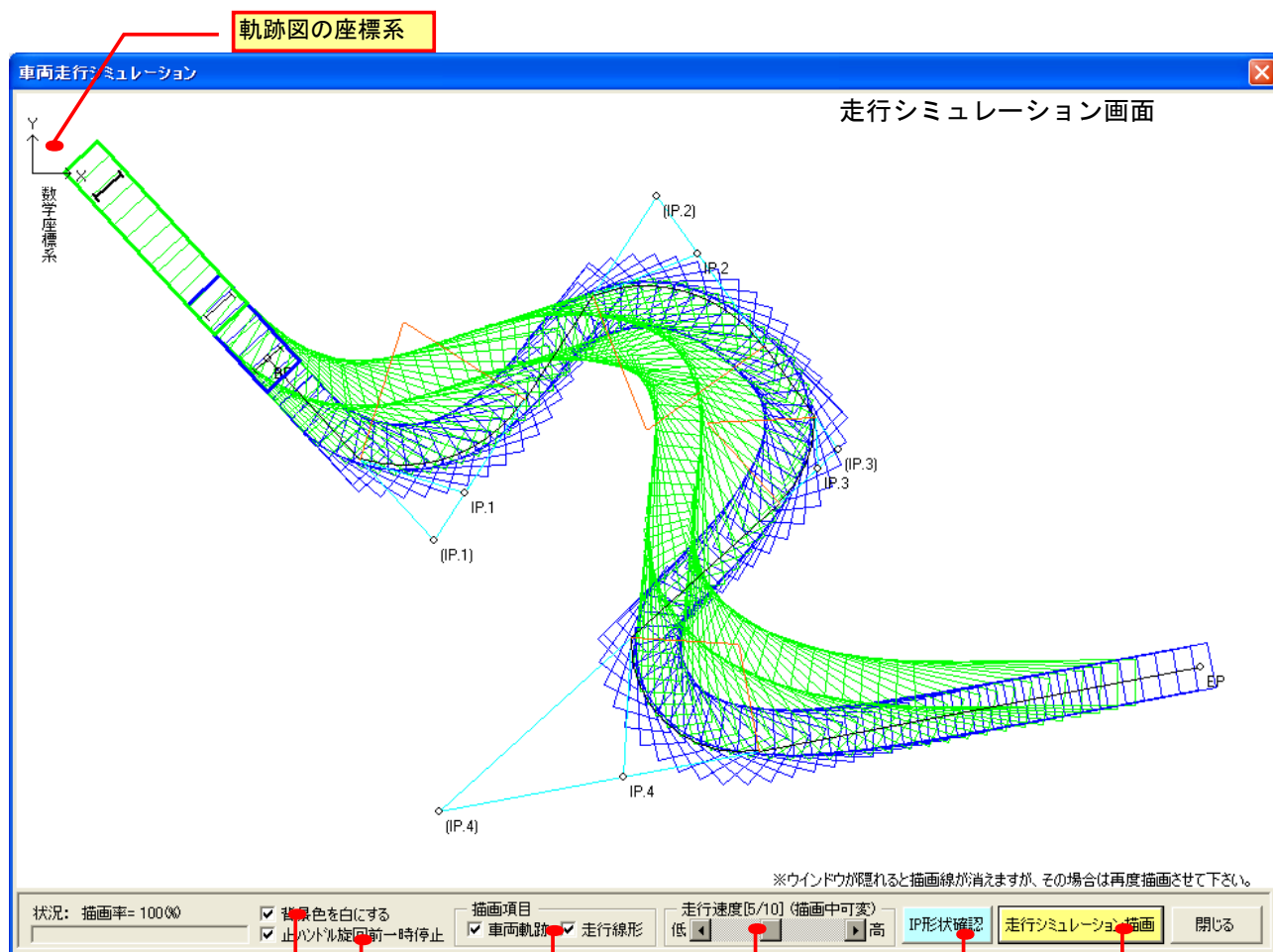
2-6. アウトプット

1) 走行シミュレーション

【Locus Pro】版では、車両の走行シミュレーションをおこなうことができます。



走行シミュレーション画面を表示します。



軌跡図の座標系

背景色を変更します。
チェックON・・・背景白
チェックOFF・・・背景黒
背景黒をデフォルト設定としています。

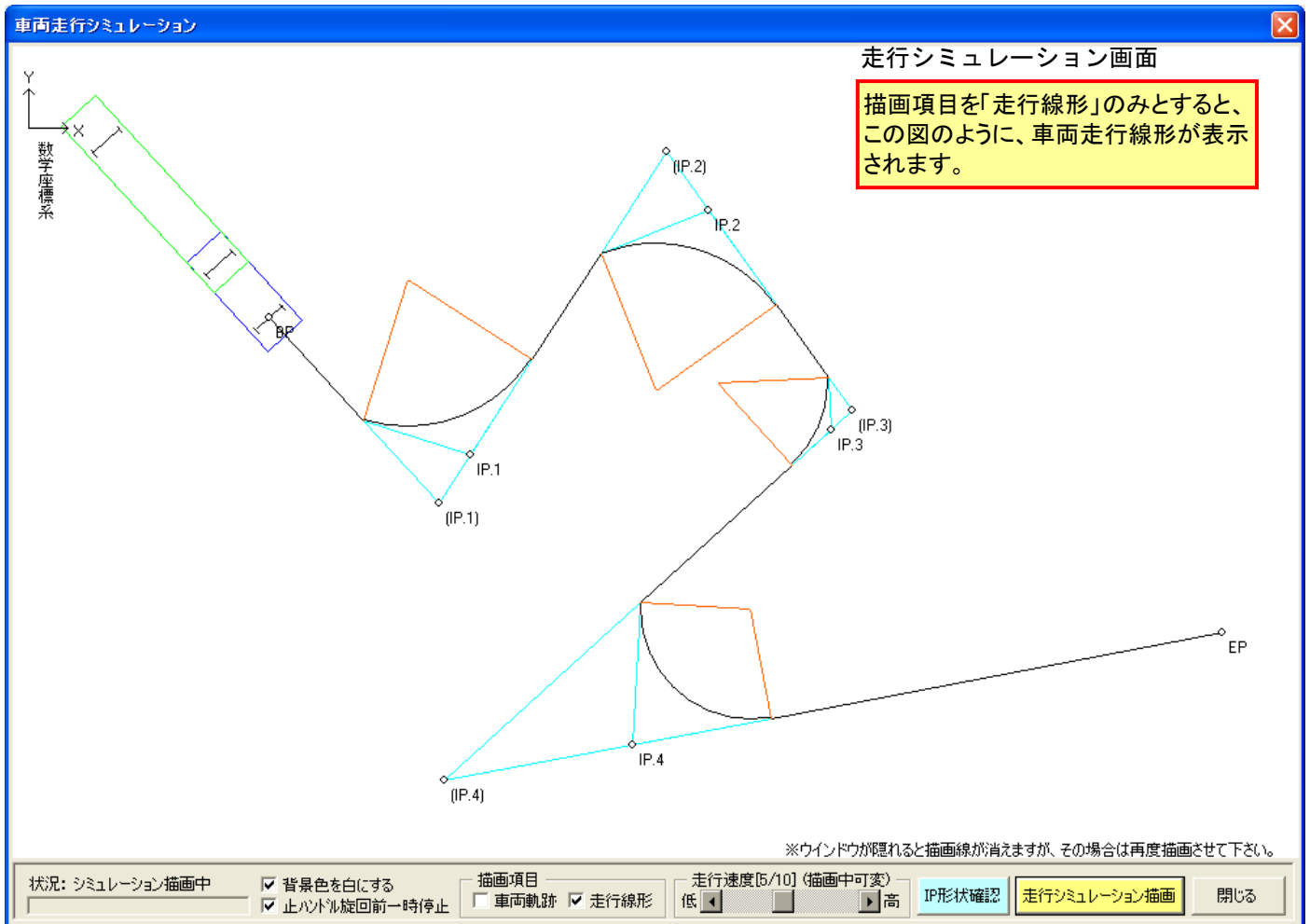
止めハンドル旋回中において、
屈曲部(BC点等)で一時停止するかどうかを設定します。
チェックON・・・一時停止する
チェックOFF・・・一時停止しない

描画要素を選択します。

走行速度を調節します。
走行中も調節可能です。

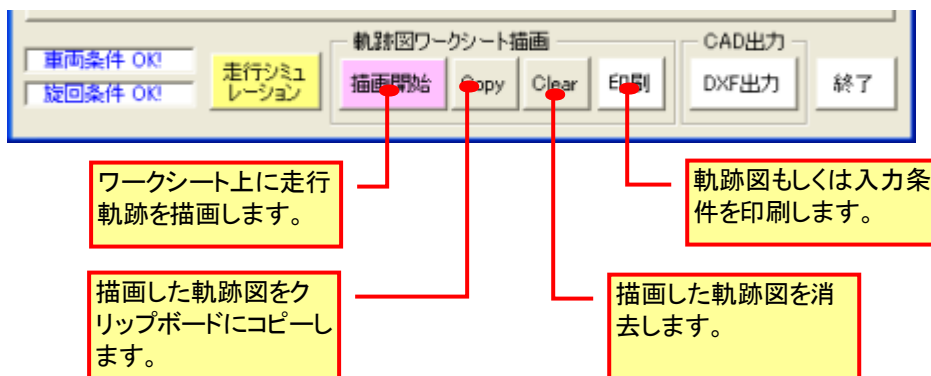
IP点の線形図を表示します。

走行シミュレーションを実行します。
図は、セミトレーラの走行シミュレーションが終了した状態の軌跡図です。



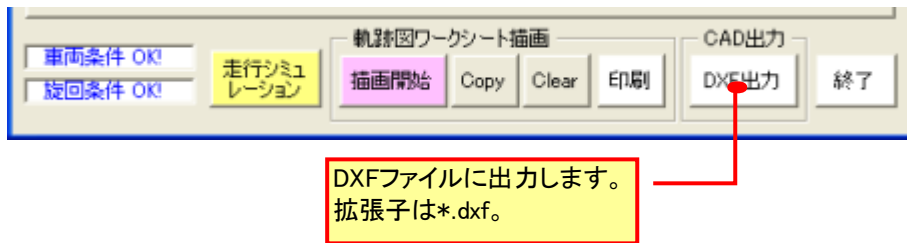
2) ワークシート描画(画面描画)

ワークシート上に車両軌跡図を描画します。下記の「描画開始」ボタンを押します。



3) DXF 出力

車両軌跡図を DXF ファイルに出力します。AutoCad などの CAD ソフトに取り込むことができます。



3. 作図方法

3-1. トラックの旋回軌跡

3-1-1. 連続旋回軌跡図(初期ハンドル角ゼロ発進の場合)

作図理論・・・・・・・・「旋回軌跡による偶角部の設計について」

(土木研究所資料 昭和54年1月 建設省土木研究所道路部道路研究室)

作図方法・・・・・・・・

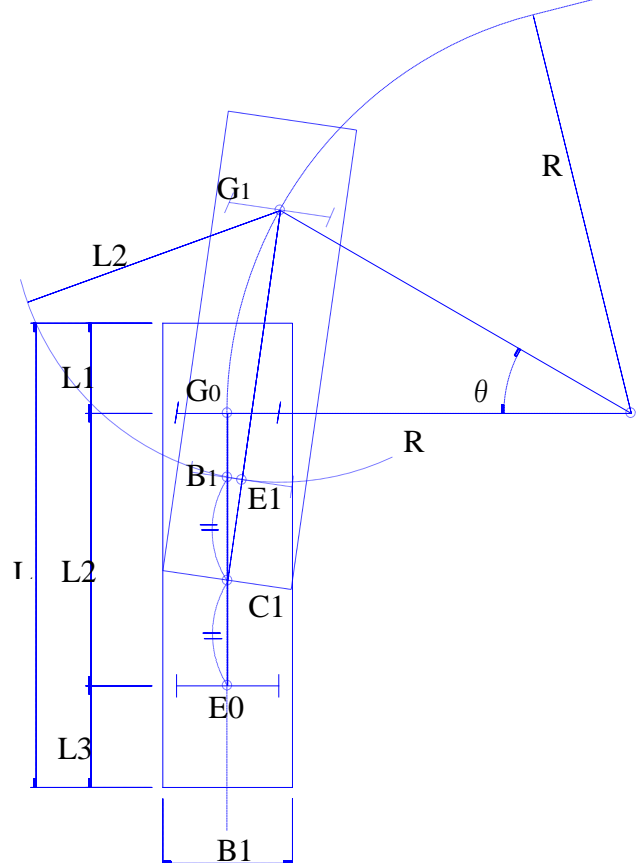
車が停止点 G_0 から走行して $G_1, G_2, G_3 \dots$ と進行して行くに連れて車体のホイールベースは G_0-E_0 から $G_1-E_1, G_2-E_2, G_3-E_3$ へと順に傾き、拡幅が生じてくる。

この場合、車体の傾きを決めるのは $E_1, E_2, E_3 \dots$ であるが、このE点は次のようにして求める。まず、 E_1 点であるが G_0 が G_1 にくるとして、 G_1 点を中心にホイールベースの大きさ(半径 L_2)で円弧を描き、それが G_0-E_0 と交わる点を B_1 とする。

次に B_1 と E_0 の2等分線を C_1 とすれば、移動後の後輪車軸の中点はこの G_1-C_1 線上にある。従って、 G_1 点を中心にホイールベースの大きさで描いた円弧と G_1-C_1 線との交点が第2ステップにおける後輪車軸の中点 E_1 となり、これと G_1 とを結ぶ線が車体の傾きとなる。

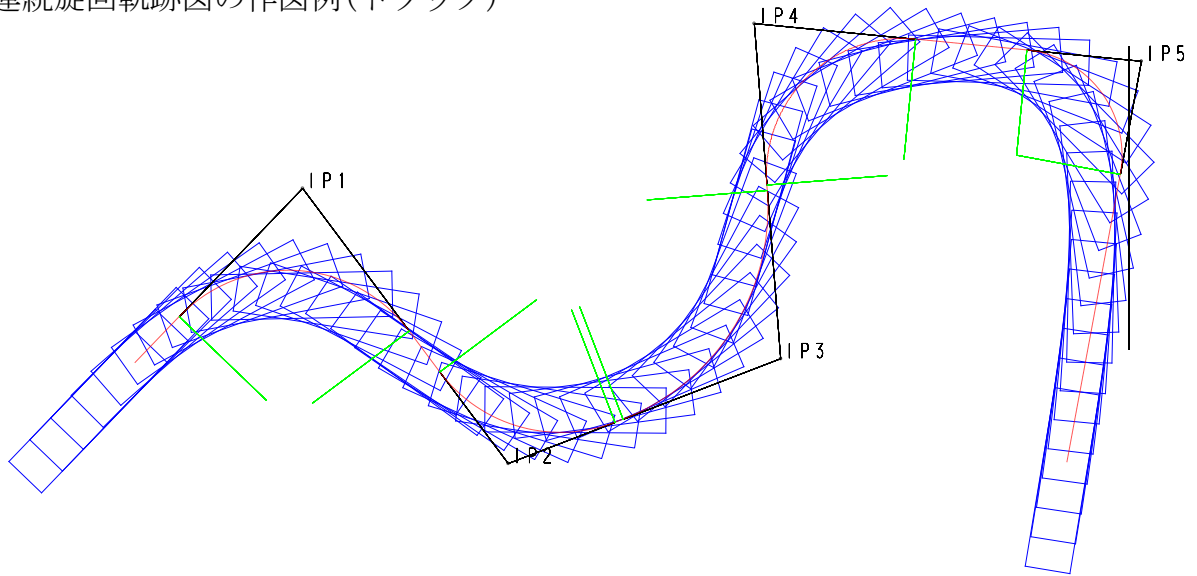
これをまとめて言えば、ステップが最初の点 G_0 から G_1 へ移動すれば後輪軸の中点は E_0 から E_1 へ移動したということになる。このようにして準じステップを計算して行くことで車両の軌跡図を描くことが出来る。(「旋回軌跡による偶角部の設計について」より抜粋)

- ここに、
- L : 車体長
 - L1 : 前方オーバーハング長
 - L2 : ホイールベース長
 - L3 : 後方オーバーハング長
 - B1 : 車体幅
 - R : 旋回半径
 - θ : 旋回ステップ角
 - G_i : 前輪車軸中点
 - E_i : 後輪車軸中点



上図は、前輪車軸中心での半径の場合

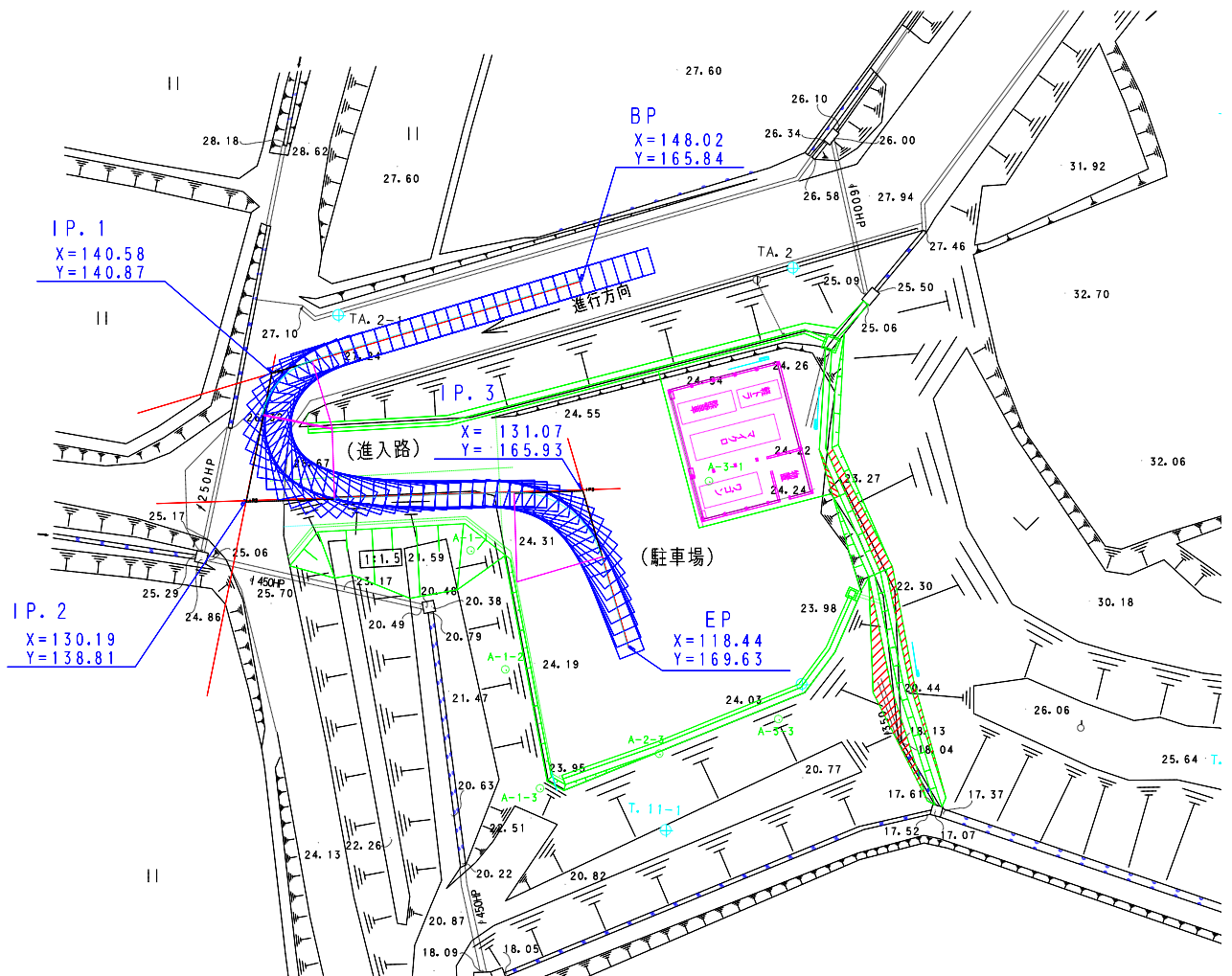
○連続旋回軌跡図の作図例(トラック)

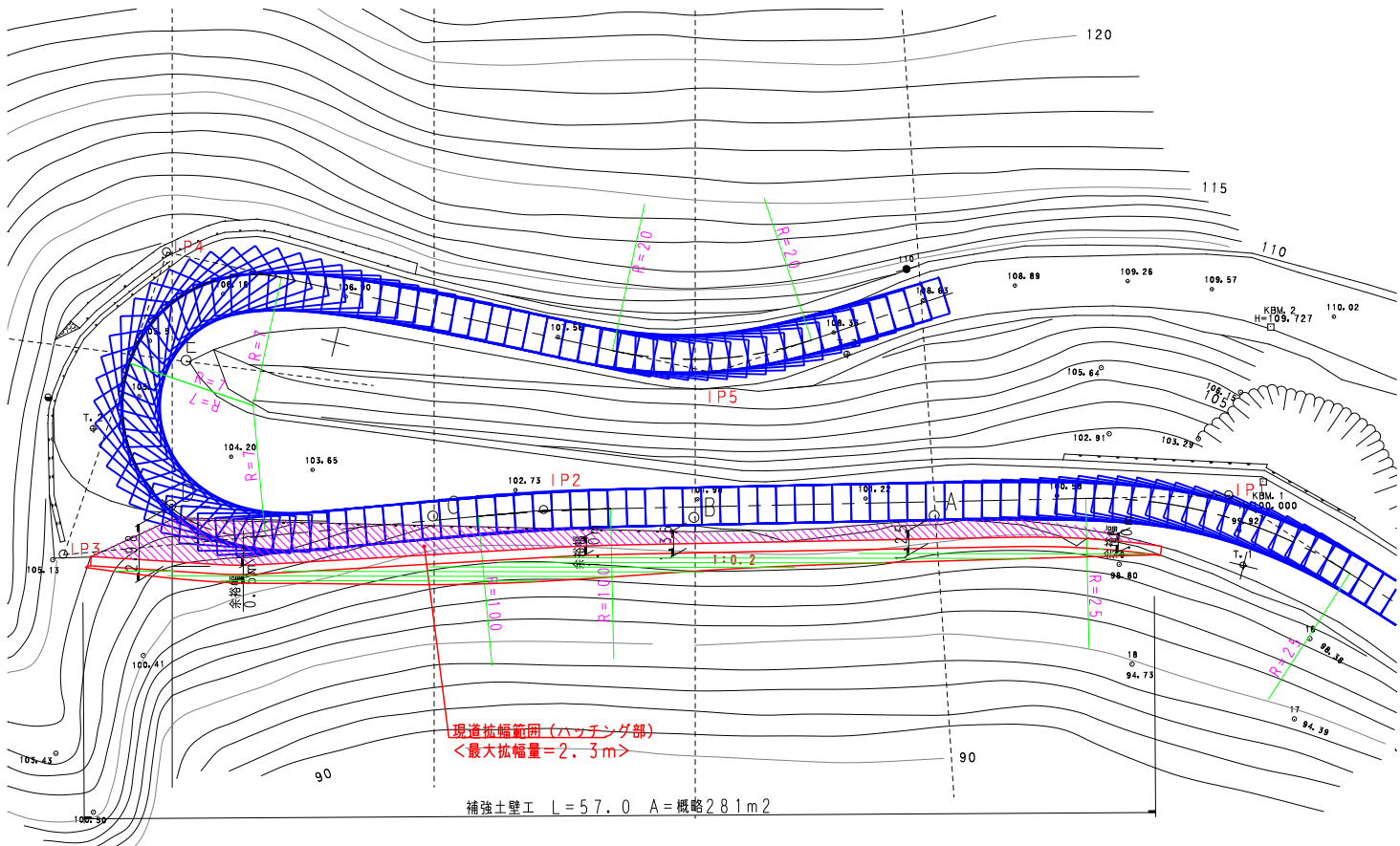


○適用例

下図は、駐車場への進入路幅決定にあたり、平面CAD上に連続軌跡図を貼り付けた例です。まず基本線形を平面CAD上で設定した上で、各IP座標値を読みとります。その後、その座標値と旋回半径を作図ツール内の旋回条件項目に入力するだけで作図可能です。

DXF出力された旋回図の座標系および基準点は、言うまでもなく平面CADの座標系と同一ですから、CADへの貼り付けに回転やサイズ変更は一切不要です。

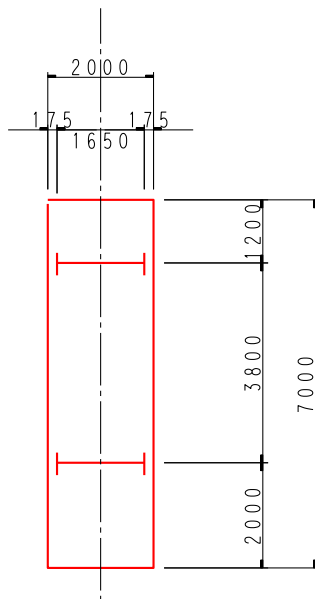




町道拡幅量の検討における適用事例

3-1-2.

マイクロバス



3-1-2. 連続旋回軌跡図(止めハンドル旋回の場合、トラック)

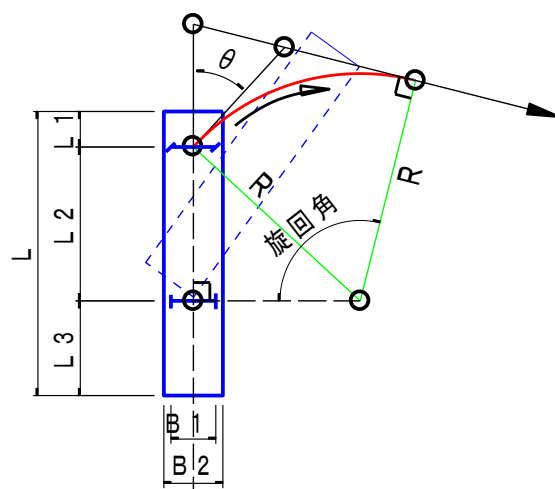
1) 「止めハンドル」による連続走行軌跡図について

「止めハンドル」(止まりハンドル)旋回とは、旋回前にハンドルを切り、据え切りそのまま旋回をおこなう方法です。クランク状の狭窄路を走行したり、狭い敷地をUターンする場合など、特に急旋回を行う必要がある場合などに用いる旋回方法です。停止するか停止に近い状態でハンドルを切り、切り終えてから旋回を始めるため、車両が向いている方向とは異なる方向(初期ハンドル角 θ 方向)に旋回を開始するのが特徴です。

なお、初期ハンドル角 θ は下式より求まります。

$$\theta = \sin^{-1} \left(\frac{L_2}{R} \right)$$

ここに、 L_2 : 車両のホイールベース(m)
 R : 旋回半径(m)



これに対し「初期ハンドル角ゼロ旋回」とは、連続したヘアピンカーブを徐行しながら走行する場合のように、ハンドルを切りながらほぼ一定した速度で旋回を行う方法です。本ツール内では、「通常旋回」とも呼んでいます。

車両軌跡図 CAD ツール【Locus Pro】では、これまでの「通常旋回」に加え、「止めハンドル」での連続走行軌跡図を作成する機能を追加しました。この新機能により、様々なシチュエーションに応じた走行軌跡の検討が可能になるものと思います。以下、その作画法をご説明します。

2) 「止めハンドル」での連続走行軌跡図の作画方法

次頁の図-A に示すような「止めハンドル」による単一旋回の場合、屈曲部の車両軌跡は、与条件である車両のホイールベース長 L_2 と旋回半径 R から容易に定めることができます。

ところが、連続旋回ではそう単純にはいきません。連続旋回では図-B のように、車両方向が IP 線方向と一致しない場合が多いためです。これは、直前の屈曲部の影響を受け、車両方向が IP 線上に戻る前に次の旋回が始まってしまうためです。

この車両方向と IP 線が成す角 β は、車両の進行と共に徐々に変化してゆきます。また β は、線形や車体寸法、計算ステップ長などに支配され、始点からの逐次計算で求める以外、軌道上における任意点での β を求めることは極めて困難です。

しかし、この β を定めることができなければ、屈曲部の旋回要素(BC、EC、O)を定めることはできません。

そこで本ツールでは、屈曲部の旋回要素(BC、EC、O)を、下記の繰り返し計算手法により求めています。

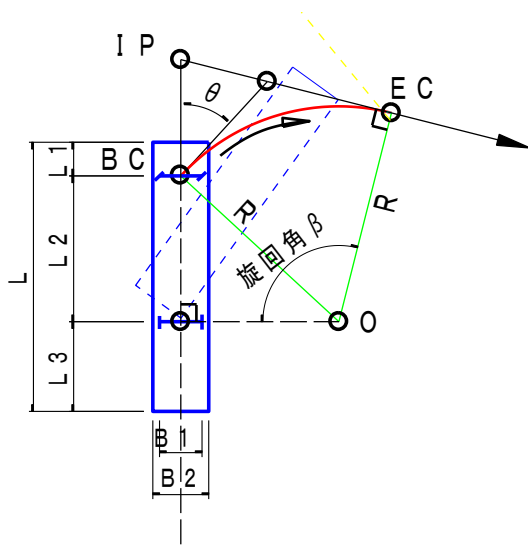


図-A 止めハンドルによる単一旋回の場合

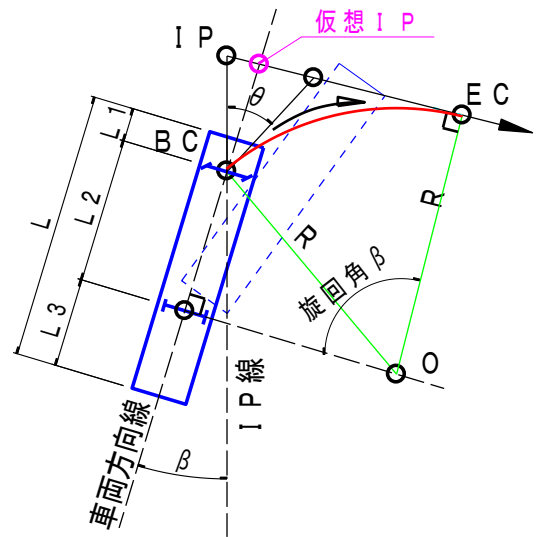


図-B 止めハンドルによる連続旋回の場合

下図は、〈BP〉 - 〈IP. 1〉 - 〈IP. 2〉 - 〈EP〉の4点からなる線形上を、ホイールベース長 L_2 の車両が、旋回半径 R_1 (R_2)で止めハンドル旋回する場合の軌跡図です。

図中の青線矩形は、〈IP2〉の屈曲部を旋回する直前(BC 点上)の車両位置を示したものです。このとき車両方向線は、〈IP1〉旋回の影響のため、IP1-IP2 線に対してある角度(β)を成しています。また β は、車両の進行につれて変化してゆきます。

ここで、屈曲部(IP2)における旋回開始点(BC2)並びに旋回要素(O, EC2)は、次頁のフローチャートの手順により求めることができます。

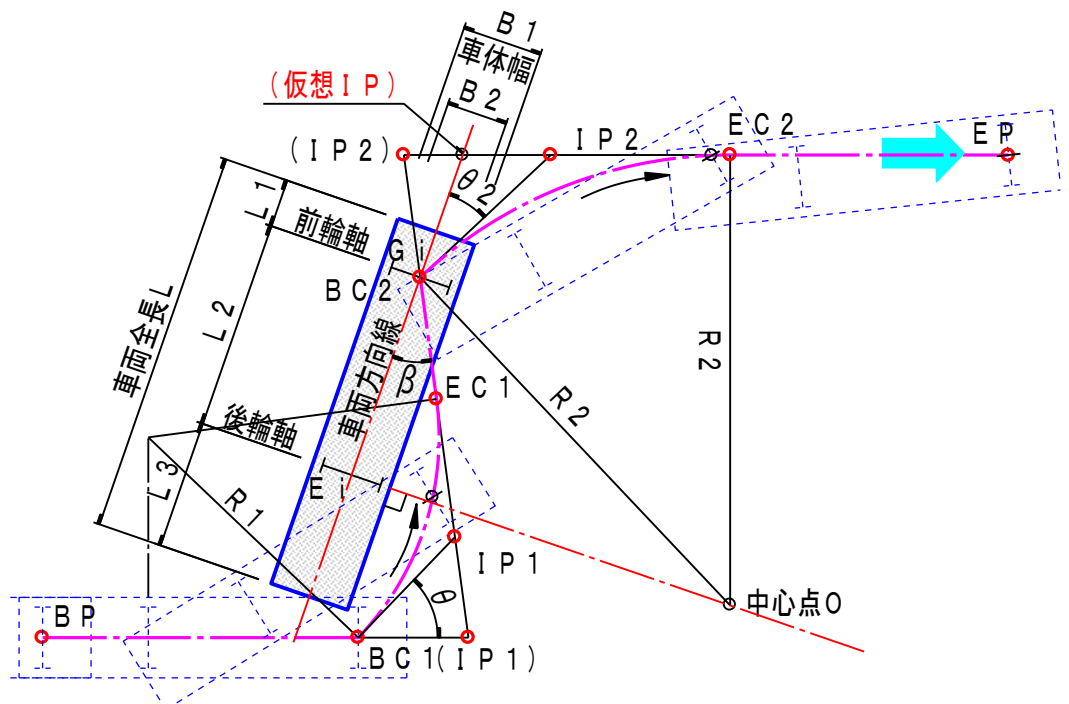
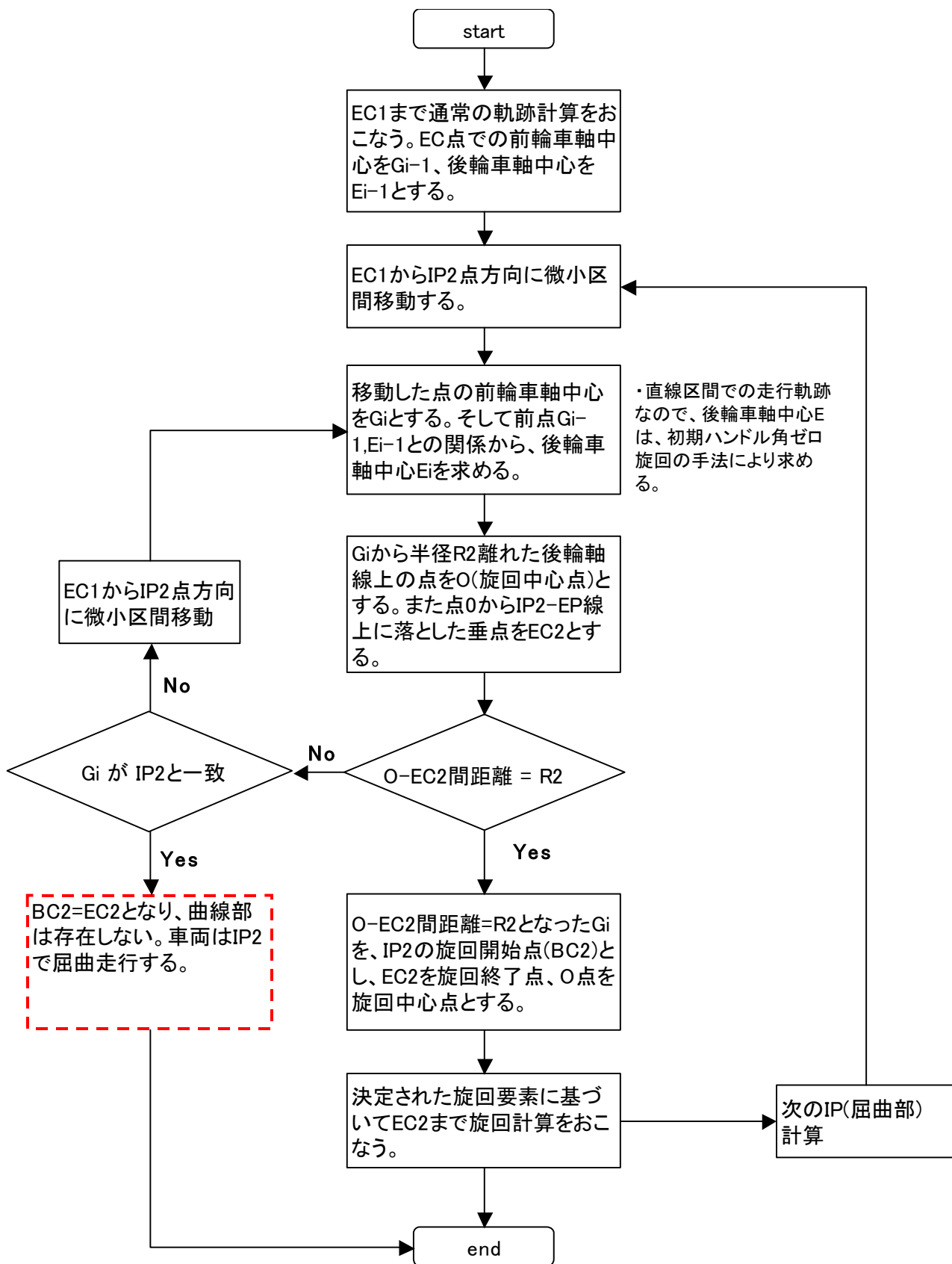


図-C 止めハンドルによる連続旋回軌跡図の作図

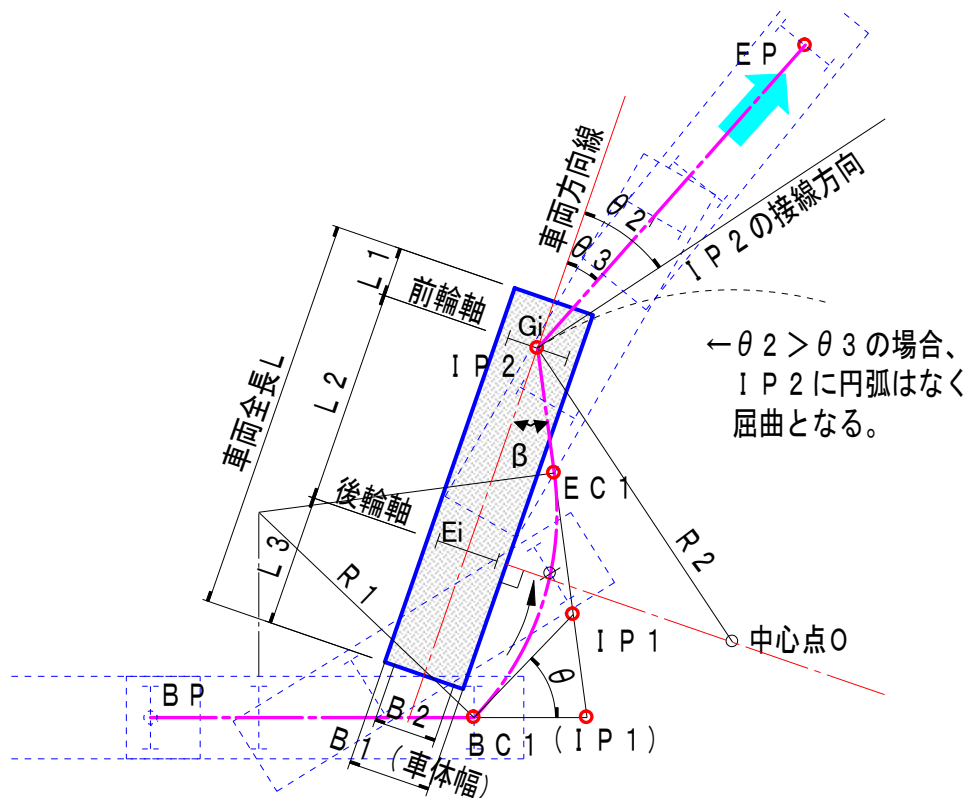


止めハンドルによる連続旋回軌跡図の作図フローチャート

3) 特殊なケースでの旋回軌跡について

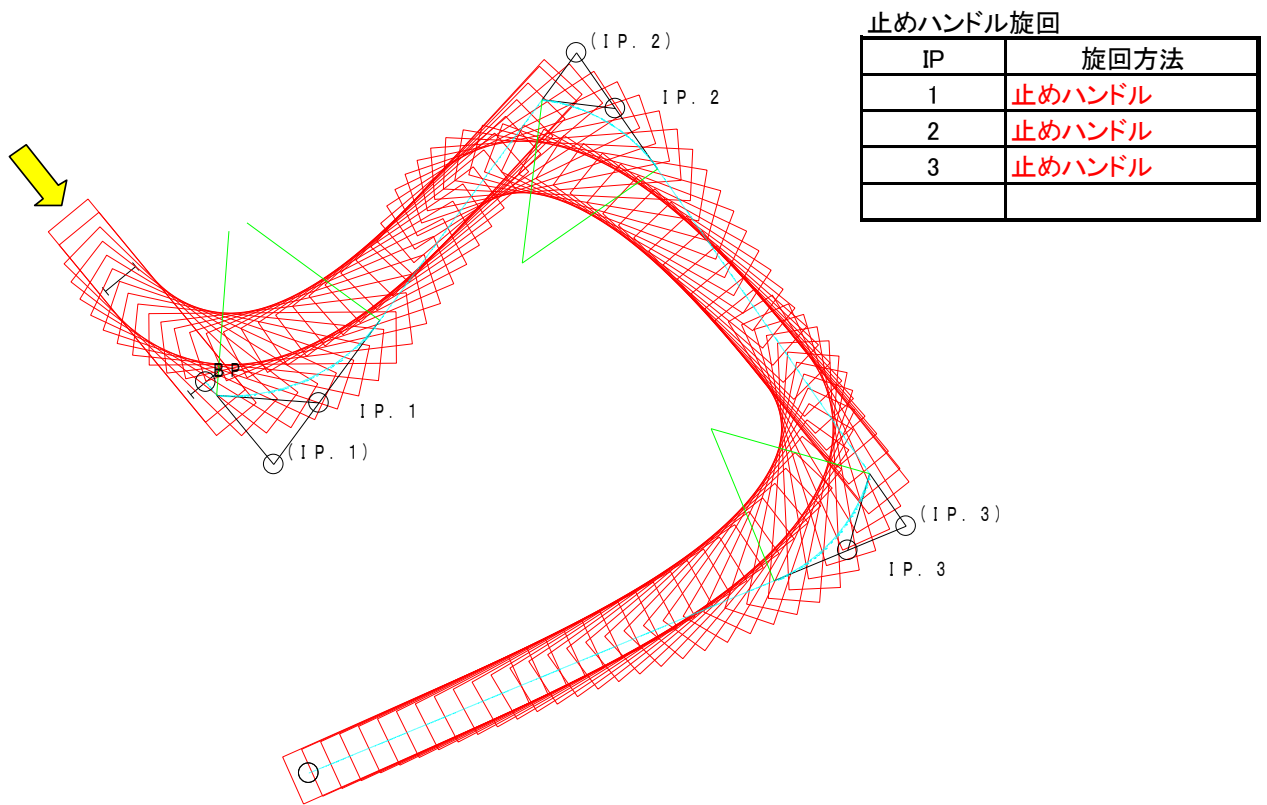
「止めハンドル」での連続旋回では、下図の様に、曲線部の存在しない「折れ」形状となる場合があります。これは、前頁フローチャートにおける赤枠破線の場合に生じ、車両はIP点で屈曲走行することになります。解りやすく言えば、IP2の点がBC点でもありEC点でもあるということです。

通常の場合の車両走行では、このように進行中に突然「屈曲する(折れる)」ことなどないのですが、車両を停止もしくは殆ど停止状態でハンドルを切り据えてから進む「止めハンドル」旋回だからこそ可能な線形と言えます。

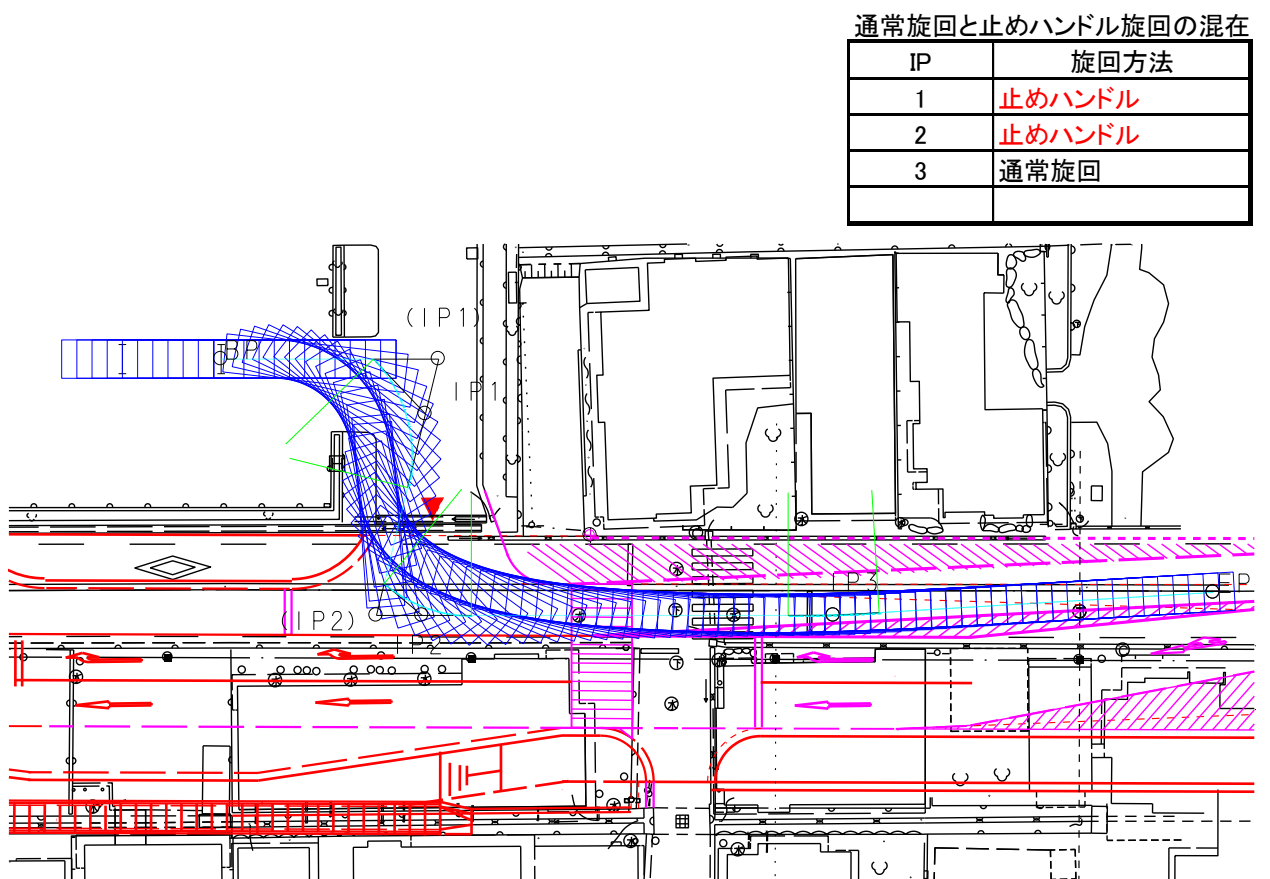


止めハンドルによる屈曲走行のケース

4) 「止めハンドル」での連続走行軌跡図の作画例(トラックの場合)



止めハンドルによる連続旋回軌跡図の作画例①



止めハンドルによる連続旋回軌跡図の作画例②

3-1-3. 単一旋回軌跡（止めハンドル）（旋回角 0~360°）

作図理論・・・「輸送マニュアル2000版」

（社）鉄骨建設業協会、（社）日本橋梁建設協会発行

作図方法・・・

- ② 前輪外側タイヤ設置中心C（旋回半径が前輪車軸中心の場合はA点）を中心とし、トラックの回転半径Rで円弧を描き、後輪延長線との交点Oを求める。O点はトラックの回転中心となる。O点を中心として前輪方向にOC=R及びOAの半径で円弧を描くと、これが前輪外側タイヤ及び前輪中心の走行軌跡となる。
- ③ O点を中心に、点Aを前方方向に θ 動かした軌跡上の点をA'とする。点A'を通り、前輪中心軸線GHを θ 回転させ線G'H'を引く。点A'を通り、線G'H'の垂直線を引く。この2線を基にトラックの軌跡を描く。上記の手順を繰り返すことで連続した走行軌跡を描くことができます。

注1) 輸送マニュアルの作画方法と異なる点について

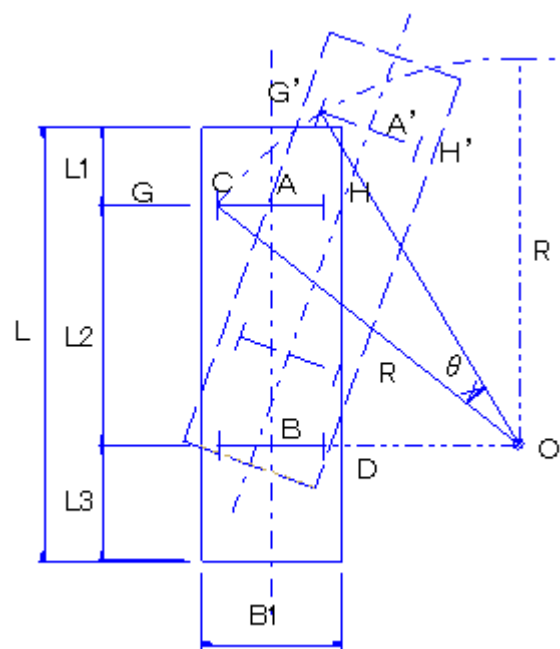
本ツールでは、回転終了前後の戻しハンドルを考慮しているため、輸送マニュアルと回転終了直後から直線移行付近にかけて多少差が出ます。戻しハンドルの考慮は、連続旋回で使用している土研の旋回作図法を準用することで間接的に考慮したつもりです。

注2) 止めハンドル旋回適用時の注意点

この「単一旋回①」では、止めハンドルの旋回角は、初期ハンドル角以上となるよう設定して下さい。これは実際の走行では、旋回角が初期ハンドル角以下となるような走行は、殆どないと考えるためです。

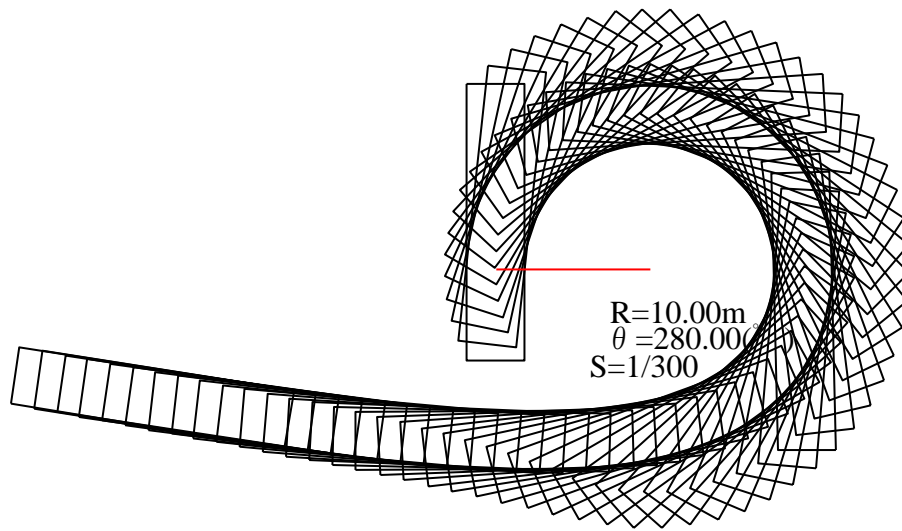
旋回角が比較的小さい場合は、初期ハンドル角ゼロで旋回する「単一旋回②」を使用されることをお勧めします。また、本旋回法は停止状態からの発進となりますので、走行（徐行）中の旋回については「単一旋回②」もしくは「連続旋回」による作画法を適用して下さい。

ここに、
 L：車体長
 L1：前方オーバーハング長
 L2：ホイールベース長
 L3：後方オーバーハング長
 B1：車体幅
 R：旋回半径
 θ ：旋回ステップ角
 A：前輪車軸中点
 B：後輪車軸中点



上図は、前輪外側での旋回半径の場合

○単一旋回軌跡（止めハンドル）の作図例(トラック)



3-1-4. 単一旋回軌跡（初期ハンドル角ゼロ）（旋回角 0~360°）

作図理論・・・・・・・・「旋回軌跡による偶角部の設計について」

（土木研究所資料 昭和54年1月 建設省土木研究所道路部道路研究室）

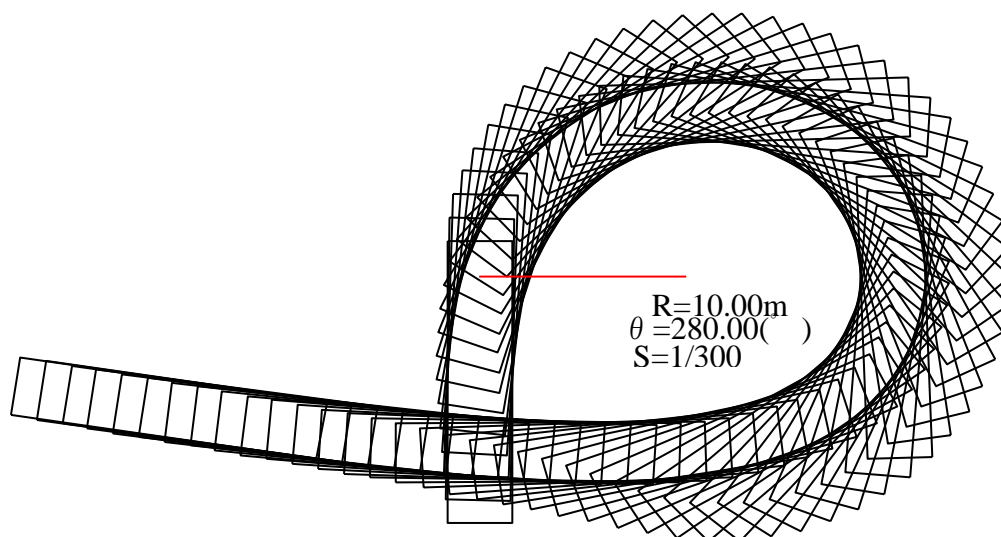
作図方法・・・・・・・・

これは、基本的に「連続旋回」と全く同じ旋回理論で描画するものです。

唯一異なるのは、旋回角を360°まで設定可能という点です。

この旋回法は、走行（徐行）しながらの旋回や、旋回角が比較的小さい場合の旋回など、止めハンドルでは適当でないケースに有効と考えられます。

○単一旋回軌跡（初期ハンドル角ゼロ）の作図例(トラック)



3-2. セミトレーラの旋回軌跡

3-2-1. 連続旋回軌跡図

作図理論・・・・・・・・「旋回軌跡による偶角部の設計について」

(土木研究所資料 昭和54年1月 建設省土木研究所道路部道路研究室)

作図方法・・・・・・・・

a) トラクタ部の軌跡

(トラクタ部の旋回軌跡は 2-1-1 トラックの連続旋回と同じ方法である。) 車(トラクタ部)が停止点 G_0 から走行して G_1 , G_2 , …… と進行して行くに連れて車体のホイールベースは G_0-E_0 から G_1-E_1 , G_2-E_2 , G_3-E_3 へと順に傾き、拡幅が生じてくる。

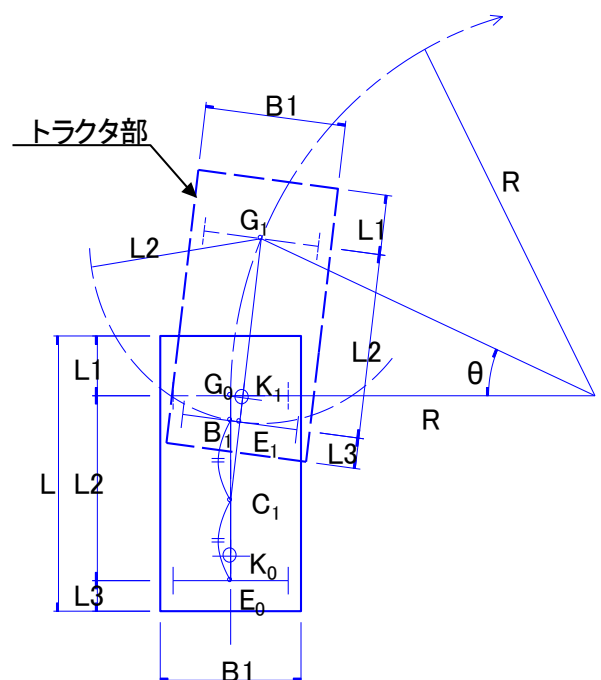
この場合、車体の傾きを決めるのは E_1 , E_2 , …… であるが、この E 点は次のようにして求める。まず、 E_1 点であるが G_0 が G_1 にくるとして、 G_1 点を中心にホイールベースの大きさ(半径 L_2) で円弧を描き、それが G_0-E_0 と交わる点を B_1 とする。次に B_1 と E_0 の2等分点を C_1 とすれば、移動後の後輪車軸の中心はこの G_1-C_1 線上にある。

従って、 G_1 点を中心にホイールベースの大きさで描いた円弧と G_1-C_1 線との交点が第2ステップにおける後輪車軸の中心 E_1 となり、これと G_1 とを結ぶ線が車体の傾きとなる。

これをまとめて言えば、ステップが最初の点 G_0 から G_1 へ移動すれば後輪軸の中心は E_0 から E_1 へ移動したということになる。このようにして準じステップを計算して行くことで車両の軌跡図を描くことが出来る。

ここに、

- L : 車体長
- L_1 : 前方オーバーハング長
- L_2 : ホイールベース長
- L_3 : 後方オーバーハング長
- B_1 : 車体幅
- R : 旋回半径
- θ : 旋回ステップ角
- G_i : 前輪車軸中心
- E_i : 後輪車軸中心
- K_i : キングピン点



b) トレーラ部の軌跡

セミトレーラにおいて、トラクタ部の作図方針は a) の通りであるが、トレーラ部の作図方針は以下の通りである。

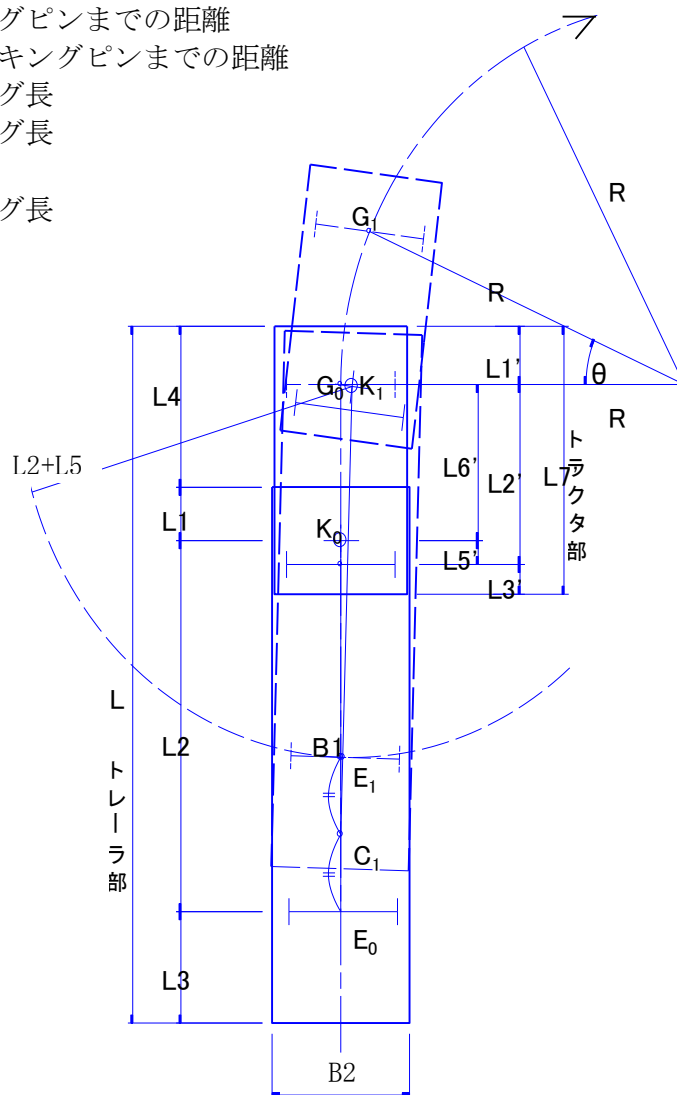
トラクタ部の前輪車軸の中心が G_0, G_1, \dots と移動してゆけば、キングピンの位置は K_0, K_1, \dots と移動する。ここで、 $K_0 \sim K_1$ に移動した場合のトレーラ後輪軸の中間点 E_0 の移動点 E_1 はトラクタの移動点の求め方に類似した方法で次のように求めた。

まず K_0 が K_1 に移るとして、 K_1 点を中心にキングピンから後輪軸中間点までの大きさ（半径 $L_2 + L_5$ ）で円弧を描き、それが $K_0 - E_0$ と交わる点を B_1 とする。次に B_1 と E_0 の 2 等分点を C_1 とすれば、移動後の後輪車軸の中間点はこの $K_1 - C_1$ 線上にある。

従って、 K_1 点を中心にキングピンから後輪軸の中間点までの大きさで描いた円弧と $K_1 - C_1$ 線との交点が第 2 ステップにおける後輪車軸の中間点 E_1 となる。このようにして準じステップを計算して行けばセミトレーラの車跡が求められる。

ここに、

- L : 車体全長
- L1 : トレーラ部の車体前面からキングピンまでの距離
- L2 : トレーラ部の後輪車軸中間点からキングピンまでの距離
- L3 : トレーラ部の後方オーバーハング長
- L1' : トラクタ部の前方オーバーハング長
- L2' : トラクタ部のホイールベース長
- L3' : トラクタ部の後方オーバーハング長
- L7' : トラクタ部車体長
- B2 : 車体幅
- R : 旋回半径
- θ : 旋回ステップ角
- G_i : 前輪車軸中点
- K_i : キングピン点
- E_i : 後輪車軸中点



○連続旋回軌跡図の作図例(セミトレーラ)

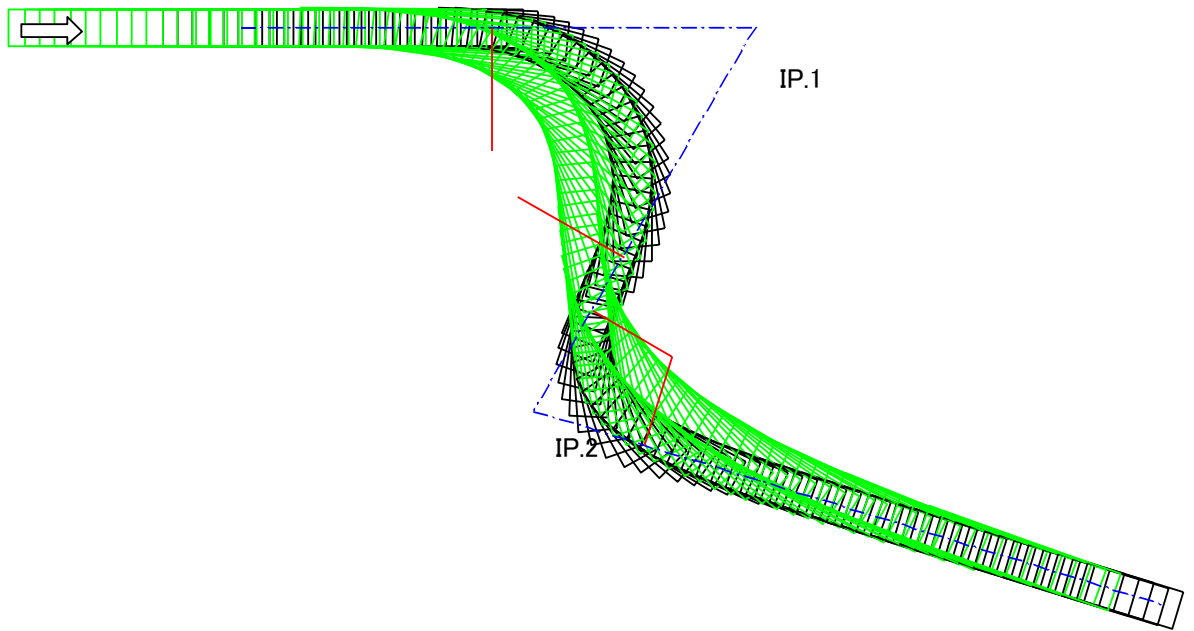
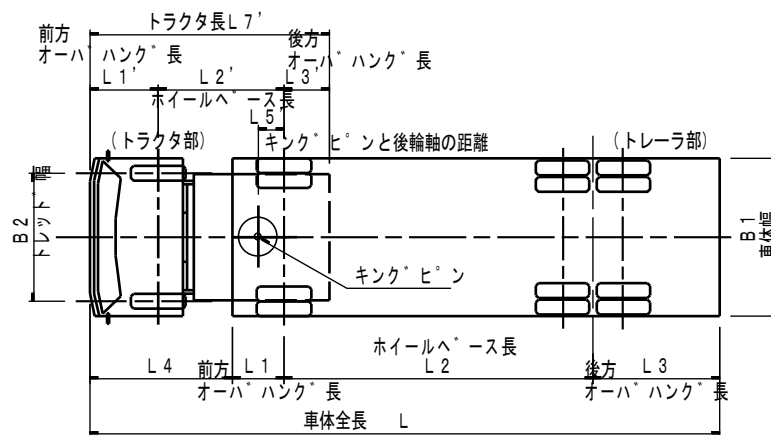


図 1-1 オフセット旋回(IP 座標入力による連続旋回軌跡)



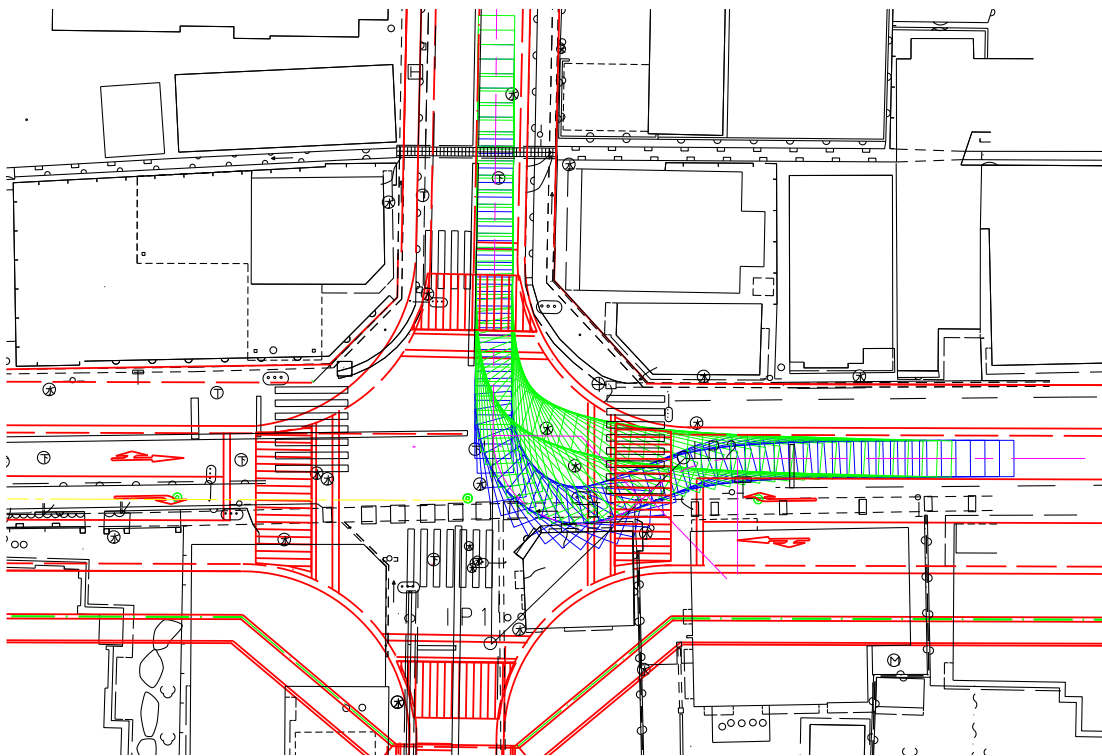
セミトレーラ寸法記号

○適用例

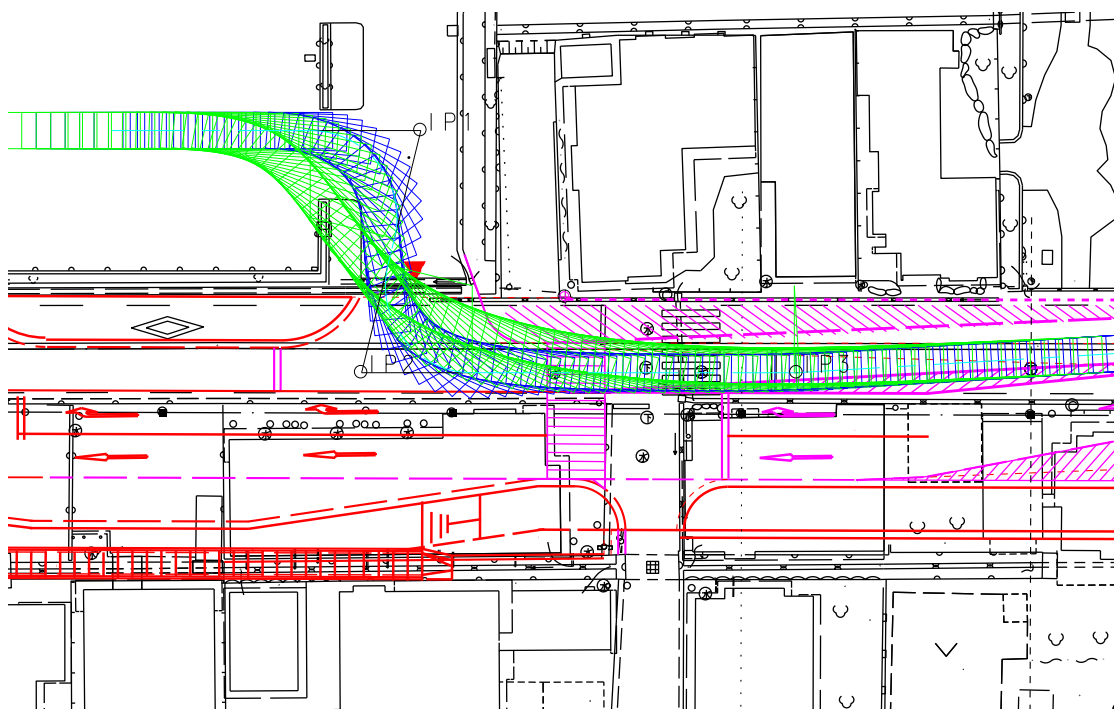
①下図は、交差点検討に使用したセミトレーラの旋回軌跡図の作画例。

まず基本線形を平面CAD上で設定した上で、各IP座標値を読みとります。その後、その座標値と旋回半径を作図ツール内の旋回条件項目に入力するだけで作図可能です。

DXF出力された旋回図の座標系および基準点は、言うまでもなく平面CADの座標系と同一ですから、CADへの貼り付けに回転やサイズ変更は一切不要です。



②下図は、駐車場の出入り口付近の検討に使用したセミトレーラの旋回軌跡図の作画例。

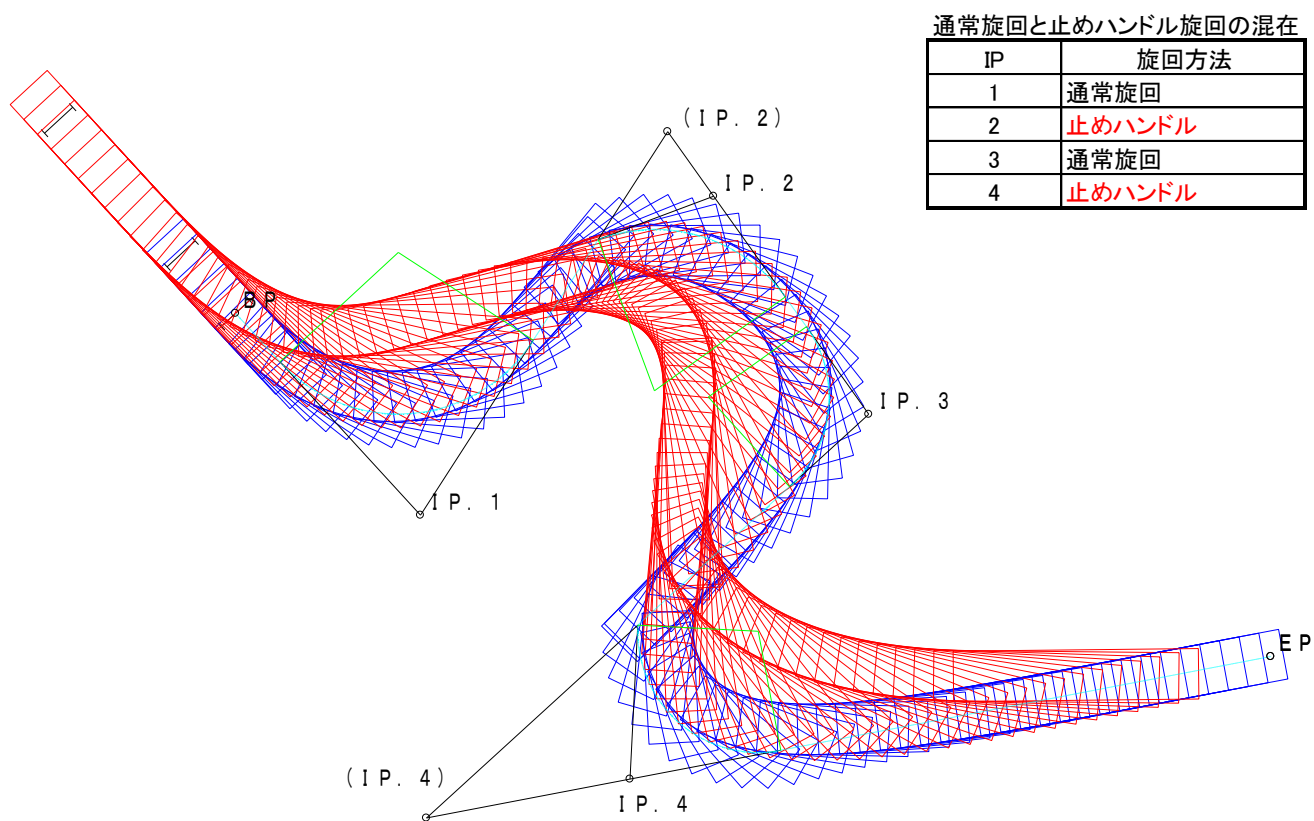


3-2-2. 連続旋回軌跡図(止めハンドル旋回の場合、セミトレーラ)

セミトレーラの場合、トラクタ部の旋回方法は、前述のトラックの旋回方法と同じです(2-1-2. 参照)。

一方、トレーラ部の旋回については、単一旋回及びハンドル角ゼロ旋回(通常旋回)と同じ要領で作画します。トレーラ部は、単に前方のトラクタ部とキングピンで連結されているだけですので、キングピンの位置さえ判明すれば、トレーラの軌跡を作図することが可能なためです。

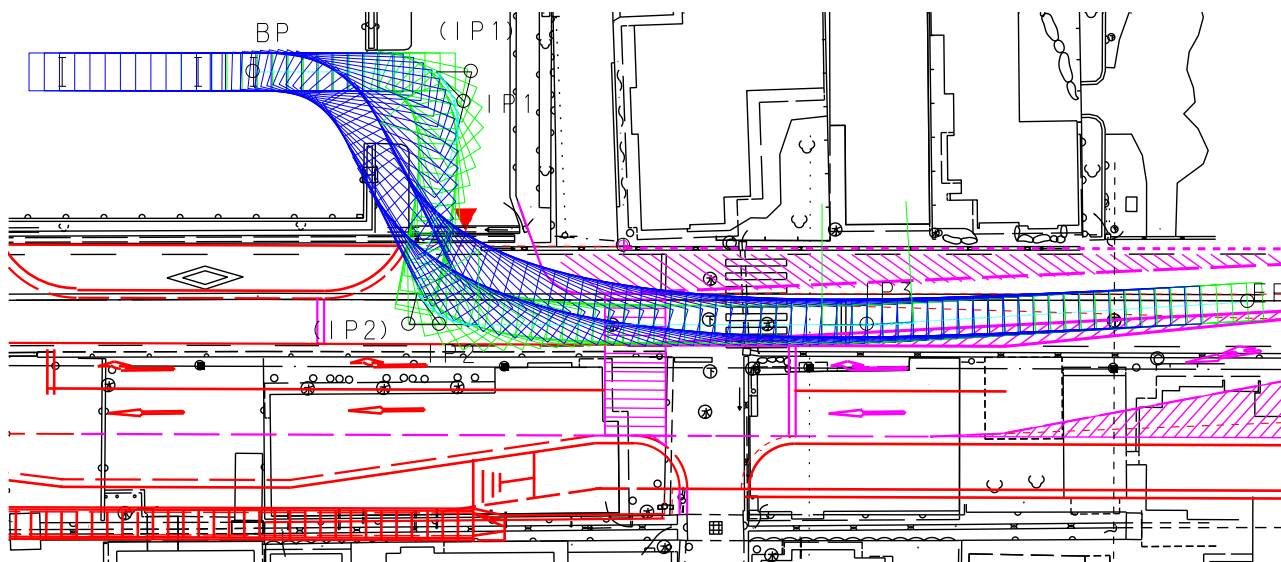
下図は、セミトレーラにおける止めハンドル連続旋回の作図例です。IP. 2 と IP. 4 について止めハンドル旋回させたものですが、このように通常旋回と止めハンドル旋回を混在した軌跡図を作図することも可能です。



止めハンドルによる連続旋回軌跡図の作図例

通常旋回と止めハンドル旋回の混在

IP	旋回方法
1	止めハンドル
2	止めハンドル
3	通常旋回



道路出入り口部における止めハンドルによる連続旋回軌跡図の適用例

3-2-3. 単一旋回軌跡（止めハンドル）（旋回角 0~360°）

作図理論・・・「輸送マニュアル2000版」
 (社) 鉄骨建設業協会、(社) 日本橋梁建設協会発行

作図方法・・・

a) トラクタ部の軌跡

トラック旋回と同様の手法で作図する。

- ① 前輪外側タイヤ設置中心C（旋回半径が前輪車軸中心の場合はA点）を中心とし、トラックの回転半径Rで円弧を描き、後輪延長線との交点Oを求める。O点はトラックの回転中心となる。O点を中心として前輪方向にOC=R及びOAの半径で円弧を描くと、これが前輪外側タイヤ及び前輪中心の走行軌跡となる。
- ② O点を中心に、点Aを前方方向に θ 動かした軌跡上の点をA'とする。点A'を通り、前輪中心軸線GHを θ 回転させ線G'H'を引く。点A'を通り、線G'H'の垂直線を引く。この2線を基にトラックの軌跡を描く。
 上記の手順を繰り返すことで連続した走行軌跡を描くことができます。

注1) 輸送マニュアルの作画法と異なる点について

本ツールでは輸送マニュアルとは異なり、回転終了後に戻しハンドルを考慮して作画しております。従って、回転終了から直線部に移行する付近で旋回状態が多少異なります。

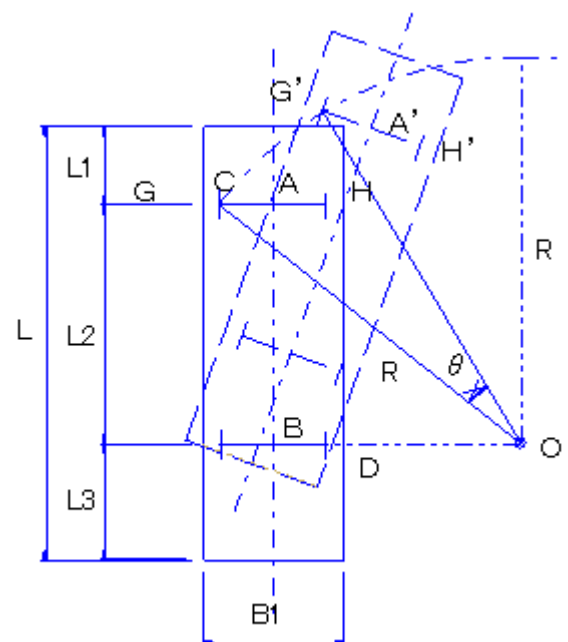
なお、戻しハンドルの作画法は、連続旋回で使用している土研の旋回法に準じました。

注2) 止めハンドル旋回適用時の注意点

この「単一旋回①」では、止めハンドルの旋回角は、初期ハンドル角以上となるよう設定して下さい。これは実際の走行では、旋回角が初期ハンドル角以下となるような走行は、殆どないと考えるためです。旋回角が比較的小さい場合は、初期ハンドル角ゼロで旋回する「単一旋回②」を使用されることをお勧めします。また、本旋回法は停止状態からの発進となりますので、走行（徐行）中の旋回については「単一旋回②」もしくは「連続旋回」による作画法を適用して下さい。

ここに、

- L：車体長
- L1：前方オーバーハング長
- L2：ホイールベース長
- L3：後方オーバーハング長
- B1：車体幅
- R：旋回半径
- θ ：旋回ステップ角
- A：前輪車軸中点
- B：後輪車軸中点



上図は、前輪外側での旋回半径の場合

b) トレーラ部の軌跡

トレーラ部の旋回は、「連続旋回」と同様の土研の手法を用いて作図した。

なお、「輸送マニュアル」におけるセミトレーラの後方トレーラ部の旋回は、基本的には「連続旋回」の手法と類似しているが、少し異なっている。それは、「連続旋回」の手法では、移動後のトレーラ部の方向をキグピンKi-Ci線とするのに対し、「輸送マニュアル」ではキグピンKi-E0線とするところである。

ただし、実際の作画において、両者の差は小さく実用上どちらの作画法を用いても大差ないことから、後方トレーラ部の旋回作図は、「連続旋回」の作図法を用いた。

(ただし、輸送マニュアルの作画法に忠実な作画も可能なので、要望が多い場合は対応させていただきます。)

○単一旋回軌跡（止めハンドル）の作図例(セミトレーラ)

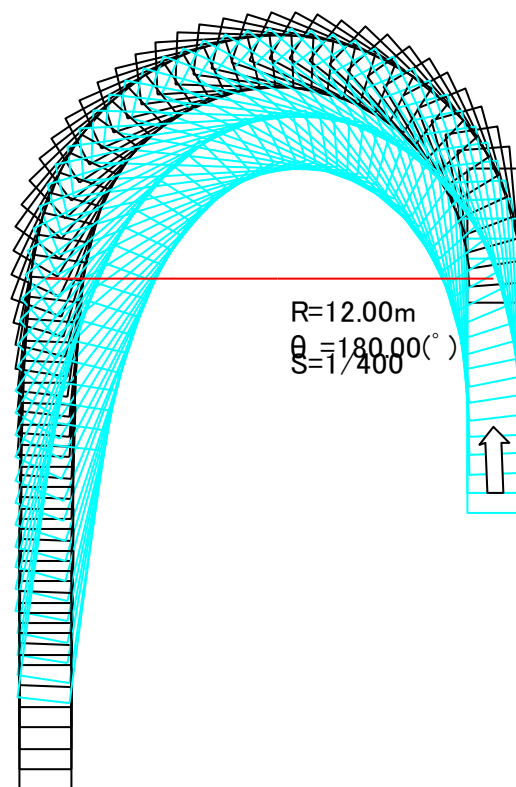


図 1-2 Uターン旋回(単一旋回①止めハンドル発進)

3-2-4. 単一旋回軌跡（初期ハンドル角ゼロ）（旋回角 0~360°）

作図理論・・・・・・・・「旋回軌跡による偶角部の設計について」

（土木研究所資料 昭和54年1月 建設省土木研究所道路部道路研究室）

作図方法・・・・・・・・

これは、基本的に「連続旋回」と全く同じ旋回理論で描画するものです。

唯一異なるのは、旋回角を360°まで設定可能という点です。

この旋回法は、走行（徐行）しながらの旋回や、旋回角が比較的小さい場合の旋回など、止めハンドルでは適当でないケースに有効と考えられます。

○単一旋回軌跡（初期ハンドル角ゼロ）の作図例(セミトレーラ)

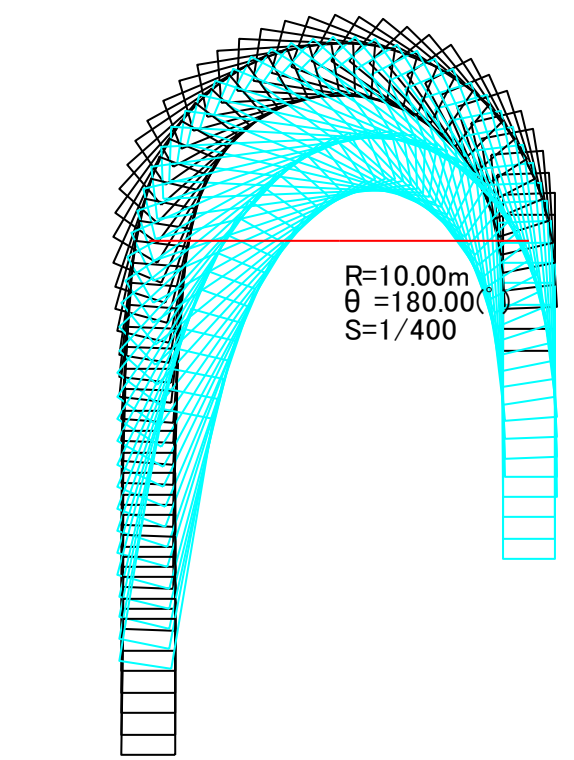


図 1-3 Uターン旋回(単一旋回②初期ハンドル角ゼロ発進)