

第 II 編 測 量

第Ⅱ編 測 量

1 計画及び準備

| | |
|--------------|------|
| 1-1 全体計画調査 | 測-1 |
| 1-1-1 基本計画 | 測-1 |
| 1 計画策定の基本方針 | 測-1 |
| 2 自然環境との調和 | 測-1 |
| 3 森林施業の効率化 | 測-1 |
| 4 地域路網との調整 | 測-2 |
| 5 適切な規格構造の適用 | 測-2 |
| 6 事業コストの縮減 | 測-2 |
| 1-1-2 路線計画調査 | 測-2 |
| 1 事前検討 | 測-2 |
| 2 社会的特性調査 | 測-3 |
| 3 森林施業等調査 | 測-3 |
| 4 法令・規則等調査 | 測-4 |
| 5 地域路網調査 | 測-5 |
| 6 環境調査 | 測-5 |
| 7 山地保全調査 | 測-6 |
| 1-2 路線選定条件 | 測-6 |
| 1-2-1 一般 | 測-6 |
| 1-2-2 図上測設 | 測-7 |
| 1-2-3 現地踏査 | 測-8 |
| 1-2-4 路線比較 | 測-9 |
| 1-3 現地測設 | 測-9 |
| 1-3-1 一般 | 測-9 |
| 1-3-2 踏査 | 測-10 |
| 1-3-3 予測 | 測-10 |
| 1-4 土地の立入 | 測-10 |
| 1-5 伐開 | 測-10 |
| 1-6 取りまとめ | 測-10 |

2 実測量

| | |
|-------------------|------|
| 2-1 一般 | 測-11 |
| 2-2 中心線測量 | 測-11 |
| 2-2-1 交角点（I・P）の設定 | 測-11 |

| | | |
|----------|---------------|--------|
| 2-2-2 | 測 角 | 測 - 12 |
| 1 | 偏角法 | 測 - 12 |
| 2-2-3 | 曲線布設 | 測 - 12 |
| 1 | 用 語 | 測 - 12 |
| 2 | 実作業 | 測 - 13 |
| 2-2-4 | 測角及び曲線の野帳記録様式 | 測 - 16 |
| 2-2-5 | 測点杭の設置 | 測 - 17 |
| 2-2-6 | 測 距 | 測 - 17 |
| 2-2-7 | 破 鎖 | 測 - 17 |
| 2-2-8 | 比較線、改測線 | 測 - 18 |
| 2-3 | 縦断測量 | 測 - 18 |
| 2-4 | 横断測量 | 測 - 19 |
| 2-5 | 平面測量 | 測 - 22 |
| 2-6 | クロソイド | 測 - 23 |
| 2-6-1 | クロソイド曲線 | 測 - 23 |
| 2-6-2 | クロソイド曲線の定義 | 測 - 23 |
| 2-6-3 | 単位クロソイド | 測 - 24 |
| 2-6-4 | クロソイド要素と記号 | 測 - 25 |
| 2-6-5 | クロソイド定規 | 測 - 26 |
| 2-6-6 | クロソイドの性質 | 測 - 26 |
| 2-6-7 | パラメータ A の値 | 測 - 29 |
| 2-6-8 | 拡幅のすりつけ | 測 - 29 |
| 2-6-9 | クロソイド曲線の留意事項 | 測 - 30 |
| 3 | 調 査 | |
| 3-1 | 一 般 | 測 - 31 |
| 3-1-1 | 資材調査 | 測 - 31 |
| 3-1-2 | 仮設物調査 | 測 - 31 |
| 3-1-1 | 道路調査 | 測 - 31 |
| 3-1-4 | 現場環境調査 | 測 - 31 |
| 3-1-5 | 障害物調査 | 測 - 32 |
| 3-1-6 | 水系調査 | 測 - 32 |
| 3-2 | 伐除根調査 | 測 - 32 |
| 3-3 | 土質及び地質調査 | 測 - 32 |
| 3-3-1 | 土質区分調査 | 測 - 32 |
| 3-3-2 | 地質調査 | 測 - 33 |

| | | |
|-------|--------------|------|
| 3-3-3 | 基礎地盤調査 | 測-33 |
| 3-3-4 | 調査方法 | 測-33 |
| 3-3-5 | 土質区分 | 測-33 |
| 3-4 | 排水施設調査 | 測-35 |
| 3-4-1 | 排水施設工の種類 | 測-35 |
| 3-4-2 | 設置箇所等の決定 | 測-35 |
| 3-4-3 | 通水断面の決定 | 測-35 |
| 3-4-4 | 地表排水施設調査 | 測-35 |
| 3-4-5 | 地下排水施設調査 | 測-36 |
| 3-4-6 | 法面排水施設調査 | 測-36 |
| 3-4-7 | 集水桝及び流末処理調査 | 測-36 |
| 3-5 | 擁壁工調査 | 測-36 |
| 3-5-1 | 位置調査 | 測-36 |
| 3-5-2 | 背面土調査 | 測-36 |
| 3-5-3 | 地山調査 | 測-36 |
| 3-5-4 | 基礎地盤調査 | 測-36 |
| 3-5-5 | 盛土材調査 | 測-37 |
| 3-6 | 橋梁工調査 | 測-37 |
| 3-6-1 | 河川管理調査 | 測-37 |
| 3-6-2 | 河相等調査 | 測-37 |
| 3-6-3 | 位置調査 | 測-38 |
| 3-6-4 | 設計条件調査 | 測-38 |
| 3-6-5 | 基礎地盤調査 | 測-38 |
| 3-7 | 法面保護工調査 | 測-38 |
| 3-7-1 | 資料調査 | 測-38 |
| 3-7-2 | 地表調査 | 測-38 |
| 3-7-3 | 実態調査 | 測-39 |
| 3-7-2 | 法面調査 | 測-39 |
| 3-8 | 土取場及び残土処理場調査 | 測-39 |
| 3-8-1 | 設置箇所の選定 | 測-39 |
| 3-8-2 | 規模調査 | 測-40 |
| 3-8-3 | 防護施設調査 | 測-40 |
| 3-9 | 建設副産物調査 | 測-40 |
| 3-10 | その他調査 | 測-40 |

4 その他

| | | |
|-------|---------|--------|
| 4 - 1 | 杭類の保持 | 測 - 41 |
| 4 - 2 | 杭の設置要領 | 測 - 41 |
| 4 - 3 | 引照杭の設置 | 測 - 41 |
| 4 - 4 | 測量杭の大きさ | 測 - 41 |

1 計画及び準備

1-1 全体計画調査

1-1-1 基本計画

1 計画策定の基本方針

全体計画は、木材生産や森林計画等を踏まえるとともに路網配置を十分に考慮し計画路線と各路線間の調和が図られた最も効率的な路線で、効率的かつ経済的な開設が可能となるよう策定する。

個々の林道の路線配置に当たっては、森林の多面的機能の持続的発揮の観点から森林の適正な整備及び保全を図り、効率的かつ安定的な林業経営の確立、山村の生活環境の整備及び地域産業の振興等の目的を達成するよう、幹線、支線・分線、森林作業道の路網配置等必要な条件を十分に検討して適切に路線を選定する。

また、既設の林道又は作業道において、規格、構造等が不十分なため効率的な森林施業が行えない場合や、過去の災害や周囲の環境変化等により今後災害の発生するおそれが増している箇所等については、優先的な改良事業の実施を検討する。

2 自然環境との調和

自然環境との調和の観点からは、野性動植物等生息状況や地形、地質、気象等自然条件を十分に考慮し、次のような箇所はできるだけ避けることとするが、通過することが必要な場合には、その対策を十分検討する。特に山地災害の発生のおそれがある箇所については、地形や植生の改変をできるだけ少なくするとともに、過去の災害発生状況等をふまえ、必要な施設の設置等災害の未然防止について努める。

- (1) 貴重な動植物の生息地及びその周辺
- (2) 景観上配慮が必要な地域
- (3) 崖錐、扇状地、断層、破碎帯及び段丘
- (4) 地すべり地形地及び跡地
- (5) 落石危険地及び崩壊地
- (6) なだれ発生地
- (7) 流水に近接する箇所
- (8) 軟弱地盤及び湧水地帯

3 森林施業の効率化

木材等の生産及び森林施業の効率化の観点から、次の点を十分に把握して路線計画を検討する。

- (1) 森林施業団地の分布状況
- (2) 木材生産の作業システムと森林作業道の配置状況及び配置計画
- (3) 通行車両の規格
- (4) 計画路線を取り付ける道路や林道の状況
- (5) 計画路線から分岐する林道や森林作業道の取付けの難易

4 地域路網との調整

地域路網との調整の観点からは、林道の利用区域又は関連する林道整備地域内における他の既設道路及び計画道路等地域路網との調整を図るため、次の点について十分検討する。

- (1) 森林施業における路網等との計画的な係を図り、適正な路網配置を行う。
- (2) 森林施業地、農山村集落、林産物流通市場等との円滑な連絡を図る。
- (3) 既設路網等の活用を図る。

また、公道と連絡し森林と山村及び都市とを結ぶなど路網整備の骨格となる林道については、移動時間の短縮や相当量の一般車両の通行に見合った規格構造とする。

5 適切な規格構造の適用

適切な規格構造の適用の観点からは、林道規程等の林道に係る諸基準に適合したものとすのほか、特に次の点について十分検討する。

- (1) 縦断勾配は、地形に沿った、上り勾配、下り勾配を組み合わせた波形勾配とする。
- (2) トンネル、橋梁等の重要構造物の設置は、必要最小限度にとどめる。
- (3) 各線形は、当該地域の地形、地質、地物等に適合する。
- (4) 各路線間においては、それぞれが調和する。
- (5) 鉄道、国道等との交差はできるだけ避ける。
- (6) 同一流域及び近接する地域における過去の災害発生状況等を踏まえ、防災機能の向上を観点とした規格構造とする。

6 事業コストの縮減

事業コストの縮減の観点からは、計画から施工にわたる各段階において求める機能・性能を確保したうえで維持管理も含めて最も経済的なものとなるよう次の点について十分検討する。

- (1) 切土、盛土、残土処理等の土工量の縮減
- (2) 現地発生材の活用による切土、盛土等の土工量の均衡
- (3) 適切な残土処理
- (4) 間伐材等木材の利用
- (5) 環境負荷の軽減

1-1-2 路線計画調査

林道の路線計画調査は、森林計画等のほか、森林総合監理士(フォレスター)、森林所有者、林業・木材産業関係者等の意見等を踏まえ、森林資源の分布、森林施業の内容、地域路網等、路線計画の策定に必要な事項を把握するための調査を行う。

1 事前検討

事前検討は、路線選定の実施に先立ち必要事項を検討する。

- (1) 開設目的

路線計画の策定に当たっては、地域林業の概要、森林資源の及び森林施業団地の分布状況、作業システム及び森林作業道の配置計画等その他社会状況等を踏まえ、林道網の構成及びその林道網における役割を明確にする。

(2) 規格・構造

計画路線の規格・構造は、木材生産と将来的見通し、森林施業の状況等から計画路線に求める役割に応じて決定する。

(3) 平面図

平面図については、森林施業団地の分布状況、作業システム、森林作業道の配置計画等がわかる縮尺の地形図に、林道網を構成する林道の起点、終点及び主要な通過点を図示するとともに、計画路線については等高線間隔によって縦断勾配を検討して概略の線形を図面に記入する。

さらに、林道網を構成する林道について UAV (Unmanned Aerial Vehicle: 無人航空機) による写真測量や簡易測量法により空中写真に移写し、これらを基礎資料とする。

なお、計画路線については、複数の比較路線について併せて検討する。

(4) 重要構造物等

林道網を構成する林道の配置については、森林施業団地の分布状況、作業システム等のほか、橋梁やトンネル等の重要構造物設置の要否を踏まえて検討する。

2 社会的特性調査

計画路線の路網整備地域を含む市町村の人口、産業、土地利用等について市町村要覧、産業統計、管内図等の既往の資料を利用して調査する。

3 森林施業等調査

森林施業等調査は、森林資源の実態、森林施業の計画等を把握する。

(1) 地域林業の概要

計画路線の路網整備地域を含む市町村の林業の概要について地域森林計画書、市町村森林整備計画書、世界農林業センサス等既往の資料を利用して調査する。

(2) 森林施業

計画路線の利用区域内における森林施業に関する情報は、地域森林計画書、市町村森林整備計画書、森林簿、林地台帳等により、森林施業団地の分布、作業システム、森林作業道の配置計画、木材生産量とその将来的見通し、間伐、主伐後の再造林等の状況を把握する。

4 法令・規制等調査

森林によっては、法令等による開発行為の制限があることから、林道の開設等に当たって事業地及びその周辺の各種法令規制等を把握する。なお、関係する主な法令等には次のものがある。

(1) 森林法

(2) 自然公園法

(3) 自然環境保全法

(4) 絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律

(5) 鳥獣保護及狩猟ニ関スル法律

(6) 文化財保護法

(7) 河川法

- (8) 砂防法
- (9) 急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律
- (10) 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律
- (11) 土壌汚染対策法
- (12) 都道府県及び市町村の各種条例

5 地域路網調査

林道の開設を計画する地域の国道、道道、市町村道、農道、林道等の既設道路及び計画道路の地域路網を既往の資料によって調査する。

(1) 道路状況

林道の開設を計画する地域の道路を、空中写真、管内図、道路図等既往の資料によって調査し、計画路線の林内路網としての機能や地域交通網の中での位置付けを明らかにする。

(2) 林道の利用形態

計画路線は、国道・都道府県道等との連絡又は集落と集落の連絡、木材等の運搬や森林施業への利用、一般車両の通行見込み量等から、幹線、支線・分線としての役割、通行車両の規格に応じた林道の種類と級別の区分を明らかにし、地域路網との有機的な連携を行うための基礎情報を得るよう調査する。

6 環境調査

(1) 環境調査は、林道と環境との調和を図る観点から野生動植物、景観、森林レクリエーション等の項目を必要に応じて行い、その範囲は、林道工事によって影響が予想される範囲とする。

(2) 野生動植物の調査は、計画路線及びその周辺における希少貴重野生動植物の生息・生育及びその可能性を事前に把握した場合で、林道の開設等が当該野生動植物の生息・生育に大きな影響を及ぼすと判断されるときに必要に応じて行う。

また、景観等の調査は、林道の開設等が地域の特徴的な景観に大きな影響を与えるおそれがある場合に必要に応じて行う。

さらに、森林レクリエーションの調査は、林道の開設等が森林レクリエーションに大きな影響を与えるおそれがある場合に必要に応じて行う。

(3) 植物を対象とした調査は、文献及び聞き取りにより、植物相、植生分布、希少種、希少群落等を把握するとともに、事業対象地域及びその周辺に特に保護を要する群落や植物種が分布する場合は、その学術的価値や事業実施による影響、保護を要する場合の対策等について調査、予測し、必要に応じて学識経験者等の意見を参考にしながら詳細な調査を行う。

(4) 動物を対象とした調査は、文献及び聞き取りにより、生息種、その分布状況、希少種の生息状況等を把握するとともに、事業対象地域及びその周辺に特に保護を要する動物種が生息する場合は、その学術的価値や事業実施における影響、保護を要する場合の対策等について調査、予測し、必要に応じて学識経験者等の意見を参考にしながら詳細な調査を行う。

(5) 景観の調査は、文献又は資料により、事業対象地域およびその周辺の主要景勝地からの景観の概要、主要眺望点から眺望を把握する。ただし、特殊な景観（文化財等）

が分布する場合は、その学術的価値や事業実施における影響、保全を要する場合の対策等について調査、予測し、必要に応じて学識経験者等の意見を参考にしながら詳細な調査を行う。

ア 主要景勝地とは、主として国立公園、国定公園及び都道府県立公園等自然公園法に基づいた地域、文化財保護法により、天然記念物に指定された地域、その他特徴的風景を有する地域である。

イ 主要眺望点とは、不特定多数の人々によって景観を鑑賞する展望地点として位置付けられている公共の場所であって、一般には道路、公園等における展望台や展望地、峠、観光道路等である。

ウ 眺望の状況に含まれる主な内容は、次のものである。

- ① 景観を構成する要素（山岳、溪流、森林、構造物等）の形態及び組み合わせのまとまりと変化
- ② 色彩の多様性の程度（空の青、山の緑、水の青、林道の白、集落の色等）
- ③ 主要な眺めの視野において占める程度及び可視の程度
- ④ 景観を取り巻く雰囲気（静的、動的、穏やかさ等）
- ⑤ 利用状況
- ⑥ 景観の価値
- ⑦ 対策の大小等

(6) 森林レクリエーションの調査は、文献又は資料により、事業対象地域及びその周辺の不特定多数の者が利用可能な森林レクリエーション地の概要と分布を把握する。

主要な調査項目については森林レクリエーション地の位置、利用状況及び事業実施による影響等とする。

7 山地保全調査

山地保全調査は、計画路線の利用区域を範囲として、山地保全上留意すべき事項、箇所を明らかにし、その対策をたてる。

調査内容は、地形、地質、気象、植物、荒廃地、土地利用区分、水系利用の調査により、崩壊地、土石流箇所、地すべり地、露岩地、急傾斜地、断層、地質の不安定地箇所等の位置及び範囲を明らかにし、山地保全に関連する事項を抽出して山地保全図を作成する。さらに、崩壊地及び溪流荒廃地等の分布と、地形、地質、植生等との関係を調査し、相関が認められた場合は、関連の深い因子を求め、留意度の軽重によってランク分けを行う。

これらの山地保全図をもとに、路線の開設に当たって留意すべき事項及び路線選定上の問題点を明らかにして、その対策をたてる。

1-2 路線選定条件

1-2-1 一般

1 共通事項

路線選定に当たっては、幹線、支線・分線としての役割や通行車両の規格などを考慮し、個々の林道に求める機能・性能を適切に発揮させるとともに、開設及び維持管理に要するコストについても考慮することが必要である。

そのため、路線選定は、異常な天然現象の影響、自動車運転手の安心感、自動車走行の安全性、トータルコストの観点から、次の点に留意して行う。

(1) 河川水等による被災の抑制

- ① 豪雨に伴う河川水の増水等による林道の被災を防止するため、林道の取付箇所及び路線の全体が河川や溪流等の流水による影響を受けにくい位置に配置する。
- ② 林道を河川や溪流等に近接する位置に取り付ける必要がある場合には、取付部以降の線形計画において、速やかに河川や溪流等の流水による影響を受けにくい位置に配置する。

(2) 複合曲線設定の抑制

- ① 自動車走行の安全性は、視距の確保が絶対条件であるため、半径の小さな複合曲線の設定はできるだけ避ける。
- ② 複合曲線を設定する場合には、隣接する曲線の半径が大きく異ならないようにする。

(3) 線形の連続性の確保

線形は連続性をもたせることが重要なため、例えば、半径の小さい曲線と半径の大きい曲線を組み合わせた複合曲線の設定、滑らかな平面線形が長い区間にわたって連続した先における半径の小さな曲線部の設定等、線形の急激な変化は避け、徐々に線形を変化させる。

(4) 平面線形と縦断線形の調和

平面線形と縦断線形との調和を図るためには次の点に留意する。

- ① 運転者は、自己の視覚によって選択走行するため、視覚的に自然に誘導できる線形とする。
- ② 急傾斜地等の地形条件の厳しい箇所では、一方の線形だけをよくすることに囚われ、もう一方の線形が悪くなることのないよう、双方の線形を適時に比較して線形のバランスを良好に保つようにする。
- ③ 路面水の滞水が生じない線形とするため、例えば、凹型又は緩い縦断線形に背向曲線を設けるような場合は、路面排水を停滞させやすいことなどに十分に注
- ④ 運転者の操作ミスの発生を防止するため、縦断曲線の頂部又は底部における背向曲線や半径の小さい曲線の設定、同方向に屈曲する曲線間における短い直線の設定、曲線内における縦断勾配変移点の設定を避ける。

(5) コストの抑制

- ① 林道の開設の経費は、土工に要する部分が大半を占めることから、切土量及び盛土量の抑制及び均衡を図られる平面線形、縦断線形、横断形とする。
- ② のり面保護工の抑制は、切土量の抑制と合わせて検討する。
- ③ 現地発生土は、路体の構築や構造物の埋戻しのほか林業作業用施設の設置などに利用し、その結果生じた残土は、基本的に路線内において分散処理する。
- ④ 林道の維持管理の観点から、路外からの流入水による切土のり面の侵食、路面水による路面の侵食が発生しにくい線形とする

2 幹線、支線・分線に応じた機能の確保

幹線、支線・分線に応じた機能を発揮するため、以下により路線選定を行う。

(1) 幹線

幹線は、公道等と連絡させ、木材等の運搬や森林整備に必要なトラック等の車両や一般車両の通行を想定し、走行性を確保しつつ、林道網の根幹としての機能を発揮させるため、次の事項に留意して通過点を検討し、路線選定を行う。

- ① 森林施業団地の分布状況
- ② 分岐する支線の配置計画、既設林道や公道等の位置
- ③ 木材等林産物市場の位置
- ④ 集落の位置及び集落内の主要な施設の位置
- ⑤ 森林レクリエーション利用が行われている森林等の位置

(2) 支線・分線

効率的な森林施業や森林の管理を行うため、「支線」は、分線を配するなどにより林道網の中核として、「分線」は、林道網の末端部において森林作業道が形成する路網の中核として、それぞれの機能を発揮させるため、次の事項に留意して通過点を検討し、路線選定を行う。

ただし、幹線と公道等を連絡するなど幹線に相当する役割を担う支線・分線の路線選定に当たっては、幹線の留意点も考慮する。

- ① 森林施業団地の分布状況
- ② 森林施業団地ごとの作業システム
- ③ 森林作業道の配置状況及び配置計画
- ④ 森林作業道や土場等の林業作業用施設取付けの難易

1-2-2 図上測設

図上測設は、事前調査による路線及び周辺区域に関する資料を基に、できるだけ大縮尺の地形図等を用いて、比較路線を含め3路線程度の位置を図上に設定し、主として平面線形及び縦断線形を検討する。

- 1 図上測設に当たっては、計画策定の基本計画を考慮して、路線の起終点、主な通過地等の概略位置を設定する。
- 2 図上測設において比較線の選定が困難な場合は、各比較線の対比因子を基として、次の現地踏査によって選定する。
- 3 図上測設では、空中写真、地質図等を併用して、地形図で判断できない地質、等高線間の地形等を補正する。地形図等は、なるべく縮尺が1/5,000以上で、等高線間隔の小さいものとする。

4 補正した地形図等の等高線間隔から次により等高線間の予定延長を求め、各等高線を結んで路線を設定する。

(1) 等高線間の予定延長は、次式により求める。

$$L = \frac{H}{S} \times q \times 100$$

L：等高線間の予定延長(m)

S：予定縦断勾配(%)

H：等高線間の高低差(m)

q：林道迂回係数

(2) 予定縦断勾配は、適用する最急縦断勾配の範囲で、地形、地質等の現場条件のほか、地形図の縮尺、等高線間隔、林道の規格等を考慮して決定する。なお、予定縦断勾配は、主要通過地又は現場条件の異なる区間毎に設定することが望ましい。

(3) 林道の迂回係数は、地域の諸条件を考慮して決定するものとするが、類似路線の実態等を基に次式によって求めることができる。

$$q = \frac{b'}{b}$$

q：林道の迂回係数

b'：実長(m)

b：図上長(m)

5 曲線部は、折線を原則とするが、曲線部の半径を検討を必要とする等の場合は、図化によって確認する。

6 等高線間隔から制限縦断勾配に対応する等高線間の距離を求めこの等高線を縫って図上に路線を設定する。

一般に図上測設の勾配は5%程度が望ましい。

計画勾配をS(%)、目的地間の高低差をH(m)

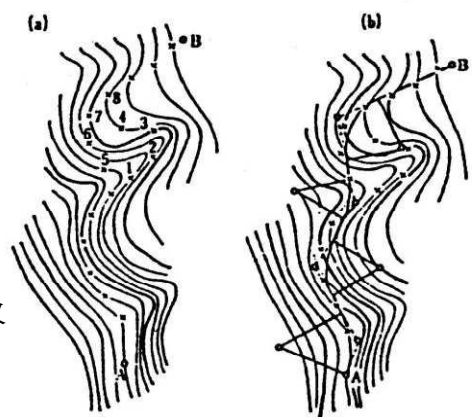
とすれば計画延長L(m)は、次式によって求められる。

$$L = \frac{H}{S} \times 100 (\%)$$

上式によって、5千分の1の図面上で起点から峯越点までの高低差200mとして5%の計画勾配で延長4kmとなる(等高線1本を縫うものに4cm)。

作業方法としてはスプリングコンパスを用い、脚長間隔1cmとして等高線間を縫い、折返しは小峯又は平坦部で行うものとする。

図 1 - 2 - 1 図上路線選定の要領



1 - 2 - 3 現地踏査

現地踏査は、図上測設された路線を基に、事前調査の各調査事項、図上測設の検討事項等を現地で確認するとともに、通過地の設定、比較線の選択等を行う。

- 1 現地調査によって概略の路線位置を決定し難い場合には、路線通過予定線を現地において簡単な計測器具を使い、概略的に縦断勾配を測りながら、路線が現地に適合しているかどうかを判断する。
- 2 現地確認は、事前調査を行った路線周辺の地域について、できるだけ広い範囲にわたって行うものとし、地形、地質等の自然条件、林況、森林作業道の配置状況及び配置計画箇所状況、保全施設等の施設計画、計画路線周辺の土地の利用状況、水系の状況等を確認する。

特に、異常な自然現象の影響を受けるおそれがあると判断される箇所については、当該箇所を回避し、やむを得ず通過する場合には必要な対策工を講ずる。

また、図上測設では予見できなかった危険箇所を発見した場合も同様とする。
- 3 調査に当たっては次の順序で行うこと。
 - (1) 図上測設の路線全体が視野に入るような対岸の山頂に登るなど十分に検討を加える。
 - (2) 図上測設された路線に沿って緩斜面の場合は、計画勾配による零線（路面の延長線と地山との交点）、急傾斜の場合は路側施設等による工事費を主眼としたテープ等を短区間で表示する。

（路線が昇り勾配のときは降り、降り勾配のときは昇るように心掛けること。）
 - (3) 零線等の表示を基礎として地形、切盛、構造物の規模等から仮 I・P（交角点）を設定する。
 - (4) 沢を通過する場合は、渡沢点で計画勾配によって対岸適地に選点し、尾根の貫通にあっては、計画路線に沿って距離による高低差を考慮し、反対側斜面の対応点まで連絡をつける。

1-2-4 路線比較

路線比較は、経済的かつ効果的な予定路線を選定するため、必要に応じて複数路線を比較検討する。

- 1 路線選定は、個々の林道に求める機能・性能の確保や開設費に最も大きく影響するため、複数の路線について、個々の林道に求める機能を確保しつつ、開設から維持管理まで含めたコストも考慮して総合的に比較検討を行い、最も適切な路線を選定する。
- 2 路線の比較は、計画策定の基本方針、延長、概略設計により林道に求める機能・性能、経済性、施工性の難易等を対比して総合的に行う。

1-3 現地測設

1-3-1 一般

現地測設は、現地に設定した概略の路線位置を対象として、現地の踏査及び路線の予測を実施し、路線位置を調整する。

なお、作業道等の既存の道型の全線又は一部区間を計画路線に活用する場合においても、概略的な測量を実施する。

1-3-2 踏 査

踏査は、予定路線について現地での照合・確認を行うとともに、路線の通過する概略の位置を現地に設定する。

1-3-3 予 測

予測は、計画路線について簡易な計測器具を用いて距離、縦断勾配、測角、検討を要する曲線等について中心線測量を行い、現地に概ね40mごとの中心線杭を設置する。
なお、予測結果に応じて図上で中心線を検討して路線位置を調整する。

1-4 土地の立入

測量のための土地の立入に当たっては、関係官公庁・土地所有者・土地利用者等にそれぞれ十分な連絡をとり、原則として立会を求める。

1-5 伐 開

測量のための伐開に当たっては、あらかじめ所有者の了解を得るとともに、必要最少限度にとどめる。

1-6 取りまとめ

全体計画調査の取りまとめに当たっては、路線計画調査、路線選定及び現地測設等の結果を総合的に検討し、総合説明書を作成する。

1 総合説明書には、次の事項を取りまとめて記載する。

- 1) 地域の林業及び木材生産並びに社会的特性の概要
- 2) 森林施業団地ごとの森林資源の状況、木材生産量とその将来的見通し、作業システム、森林施業の状況
- 3) 林道網の構成及びその林道網における計画路線の役割
- 4) 計画路線の規格及び構造の決定根拠

2 全体計画調査のとりまとめに当たっては、総合説明書に加え、おおよその森林作業道の配置状況又は計画がわかる縮尺の1の地形図に、林道網を形成する全ての林道及び計画路線について起点、終点及び主要な通過点を図示するとともに、計画路線については、等高線間隔によって縦断勾配を検討して概略の線形を記入した図面のほか、次の概略設計図等を作成する。

- 1) 平面図
- 2) 縦断面図
- 3) 横断面図
- 4) 構造図
- 5) 概略計算書

2 実 測 量

2-1-1 一般

測量は、角度及び距離、又は高低の測定を行い、所定の精度が得られるようにする。

測量の成果は野帳に記入する。計測値、計算値を訂正する場合は誤記の数値を確認できるようにしなければならない。

なお、野帳を転写した場合は、原本を破棄してはならない。

[参 考]

多角測量では測角の精度と測距の精度は、常に調和させなければならない。

： 距 離

図 2-1-1 角誤差による偏心

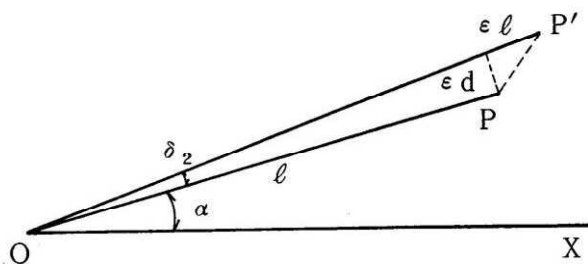
α : 角 度

δ_2 : 角誤差

$\epsilon \alpha$: 角誤差に基づく位置の誤差

ϵ : 距離誤差

$$\epsilon \alpha \div \epsilon = \delta_2 \cdot \alpha$$



角誤差と距離の関係は表 2-1-1 のとおりである。

表 2-1-1 角誤差と距離との関係

| 誤 差 | 50 m | 100 m | 1,000 m | 精 度 比 |
|-----|--------|--------|---------|-------------|
| 2 " | 0.5 mm | 1.0 mm | 9.7 mm | 1 / 103,000 |
| 10 | 2.4 | 4.8 | 48.0 | 1 / 20,600 |
| 20 | 4.8 | 9.7 | 97.0 | 1 / 10,300 |
| 30 | 7.3 | 14.5 | 145.4 | 1 / 6,880 |
| 60 | 14.5 | 29.1 | 290.9 | 1 / 3,440 |

2-2 中心線測量

2-2-1 交角点 (I・P) の設定

踏査、予測によって決定された仮 I・P は、前後との関連を更に十分調査のうえ確定し、I・P 杭を設置するとともに交角 (I・A) を測定する。

I・P の位置の確定は、曲線、縦断勾配、構造物、土工量等に大きな影響を与えるものであり、工事費はもとより国土保全、自然環境の保全等路線選定の最終的なきめとなるものであるから、細心の注意を払わなければならない。

I・P 杭は、測点追番号を記入して堅固に打込む。

杭の中心部に釘を打付け、機械据付時には、求心装置によって合致させる。

2-2-2 測 角

交角 (I・A) の測定には、トータルステーションを用い、角度の読みは 1' とする。

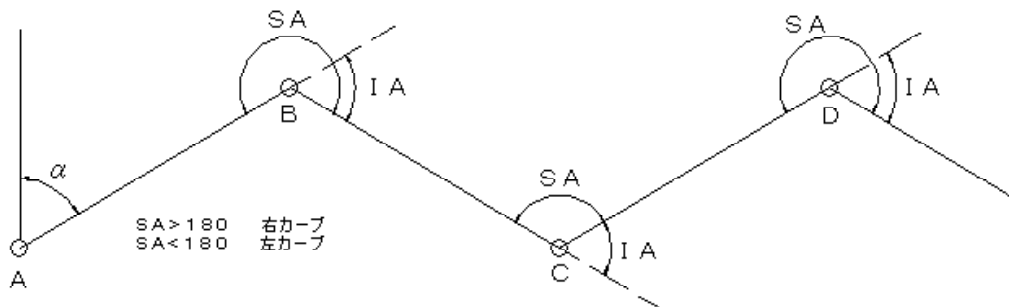
(注、角測定の方法として交角法、方位角法等がある。)

[参 考]

1 偏角法

図 2-1-2 の点 A に機械を据えて、 α をはかる。次に B 点に機械を据えて、A 点を後視、角度を $0^{\circ} 00'$ にして、C 点を前視して、角度 (SA) を読む。

図 2-2-1 偏角の測定



以下まったく同様にして進行する。角度は右廻り (時計 (正) 廻り) で必ず測定する。

2-2-3 曲線布設

屈曲部においては、曲線を布設し、曲線始点 (B・C) 杭、曲線中点 (M・C) 杭、曲線終点 (E・C) 杭及び緩和切線を有する場合はその始終点 (B.T.C、B.C.C、E.C.C、E.T.C) 杭を設置する。

ただし、I・A15 度以下の箇所にあつては曲線布設を省略することができる。

なお、5' 毎の曲線表を使用する場合には、読取角度は観測値のまま 1' の単位で野帳に記入し、曲線三役は、角度を 2 捨 3 入して曲線表の数値をそのまま適用してよい。

曲線の布設には多種の方法があるが、一般に半径が小さいときは切線枝距法、切線偏倚枝距、又は弦偏倚枝距法を用い、大きいとき又は重要な箇所については、偏倚角法による。

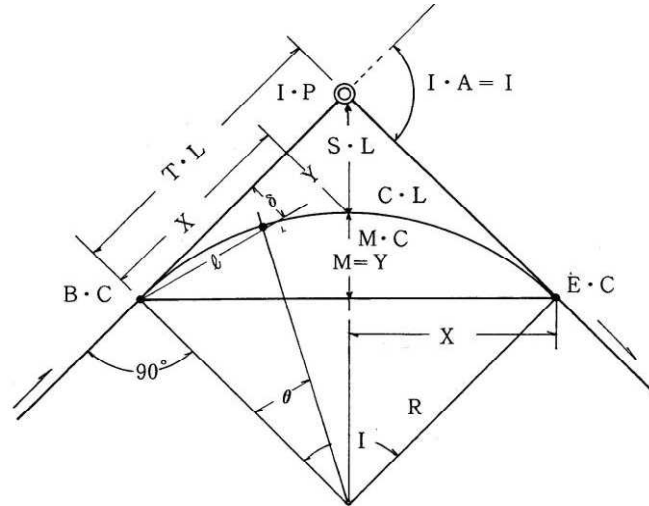
1 用 語

曲線は大別して水平曲線と縦断曲線の 2 種があり、単曲線、複合曲線、反向曲線、緩和曲線がある。ここに単曲線を図 2-2-2 により説明する。

I · P ·····交 点
 B · C ·····曲線始点
 M · C ·····曲線中点
 E · C ·····曲線終点
 I · A ·····交 角
 R ·····曲線半径
 T · L ·····切 線 長
 S · L ·····外 線 長
 C · L ·····曲 線 長
 X ·····切線横距

Y ·····切線縦距
 M ·····中央縦距
 δ ·····偏 角
 ·····弦
 θ ·····中 心 角

図 2 - 2 - 2 単曲線の各部名称



その大きさの関係を示す基本式は、次のとおりである。

a : 切線長····· $T \cdot L = R \tan \frac{I}{2}$

b : 交角と中心角の関係····· $I \cdot A = I$

c : 偏角と中心角の関係····· $\delta = \frac{I}{2}$

d : 曲線長（弧長）と中心角及び偏角との関係

$$C \cdot L = \frac{R \cdot I}{P} = R \times I \times 0.0174533$$

$$\frac{R \theta}{P} = \frac{2 R \delta}{P}$$

ただし、 $P = 1$ 弧度（ラジアン） $= 57^\circ, 2958 = 206265''$

c : 弦の長さとの関係

$$= 2 R \cdot \sin \delta = 2 R \cdot \sin \frac{\theta}{2}$$

f : 外線長（セカント）····· $S \cdot L = R \left(\sec \frac{I}{2} - 1 \right)$

g : 中央縦距····· $M = R \left(1 - \cos \frac{I}{2} \right)$

2 実 作 業

曲線の設置に当たっては、曲線半径による切土、盛土量を考え、経済的範囲内のできるだけ大きく決定し、曲線表より C·L、T·L、S·L を計算して曲線杭を設ける。

以下次の式により、曲線内の中心杭位置を求める。

(1) 偏倚角法

図 2-2-3 において、トータルステーションを B・C、E・C 又は曲線の間中点に据え付け、曲線の切線より振り出した角度、即ち偏倚角度 $\delta_1, \delta_2, \dots$ を $\delta_1 = \frac{1719'}{R} L_1$ $\delta = \frac{1719'}{R} L$ なる算式でとり、この見透線に B・C 又は E・C より所要の L_1 を測って E 点を設置する。

次に $(\delta_1 + \delta)$ の偏倚角見透線上に E 点より L を測り F 点を設置する。偏倚角 δ は曲線表より求め、普通曲線偏倚角表という名称で示されている。

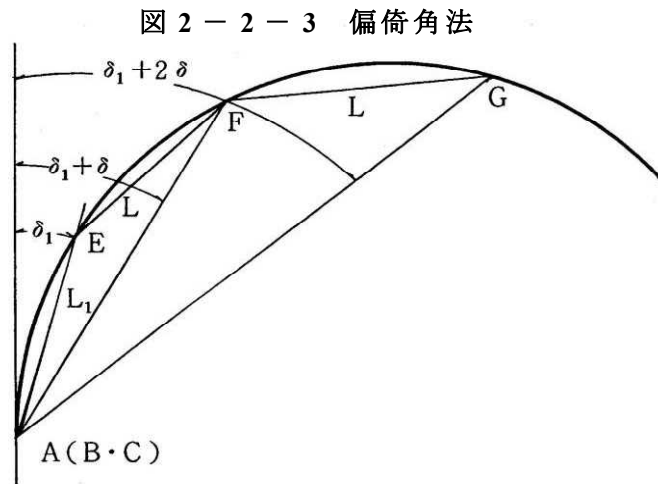
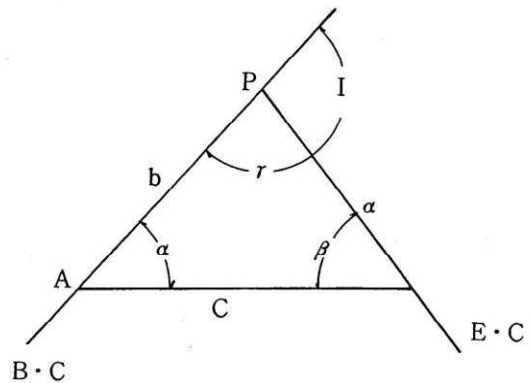


図 2-2-3 偏倚角法

図 2-2-4 正弦法則による解法

(2) 曲線測設上障害物がある場合の布設法

例、交点 (I・P) の近接し難い場合図 2-2-4 に示すように交点 P において測角のできない場合切線中の適宜な位置に補助点 A・B の両点を定め、 $\angle \alpha$ 、 $\angle \beta$ 及び AB の長さを測定して、次式で計算する。



$$I = \alpha + \beta = 180 - I$$

$\angle \alpha$ 、 $\angle \beta$ 、 $\angle \gamma$ の対辺をそれぞれ a, b, c とすれば三角形の sin 公式 (正弦法則)

$$\frac{a}{\sin \alpha} = \frac{b}{\sin \beta} = \frac{c}{\sin \gamma} = \text{から}$$

$$a = c \times \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} \quad b = c \times \frac{\sin \beta}{\sin \gamma}$$

よって、b の長さを計算できる。例えば

$$\angle \alpha = 25^\circ \quad \angle \beta = 43^\circ \quad c = 73.56 \text{ cm を測ったとすれば}$$

$$I = 25^\circ + 43^\circ = 68^\circ$$

$$\angle \gamma = 180^\circ - 68^\circ = 112^\circ$$

$$a = c \times \frac{\sin \alpha}{\sin \gamma} = 73.56 \times \frac{\sin 25^\circ}{\sin 112^\circ} = 73.56 \times \frac{0.423}{0.927} = 33.57 \text{ m}$$

$$b = c \times \frac{\sin \beta}{\sin \gamma} = 73.56 \times \frac{\sin 43^\circ}{\sin 112^\circ} = 73.56 \times \frac{0.682}{0.927} = 54.12 \text{ m}$$

$\therefore \sin (90^\circ + \theta) = \cos \theta$ から 90° 以上のものの英数を求める。

次に I に応じた半径をきめれば曲線の C・L, T・L, S・L が決定される。

T・L と a・b の長さを差引すれば BC, EC の位置がきまる。

(3) ヘアピン曲線

ヘアピンカーブの布設をするには、まずその円心 (OP) を設けるのが便利である。すなわち、図 2-2-5 において想定される施工基面高と切盛高とから、カーブの下方の位置 (F 点附近) をきめ、次に同じようにして折返点 (G 点附近) を決め、F 点から半径 R のテープを引いて円の中心を求め、これを OP とする。次のカーブの上方の位置 (H 点附近) に円心 OP から R のテープと引いて、切盛高を検討し、良ければ前述の OP を決定する。

良くない場合にはこの作業を繰り返して最適の OP を決める。

次に S 字曲線区間 (注、なるべく 5m 以上) がとれるように IP₁、IP₂ を決める。

図 2-2-5 ヘアピン曲線

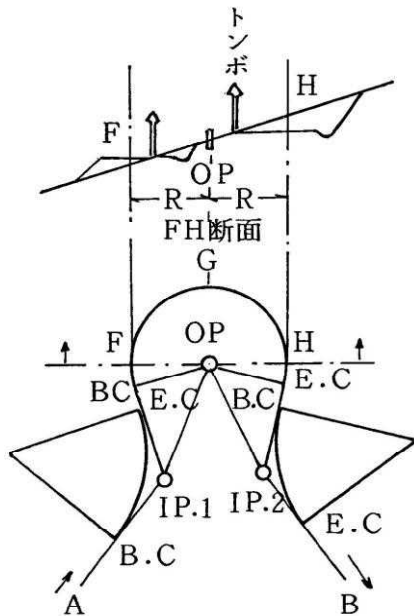
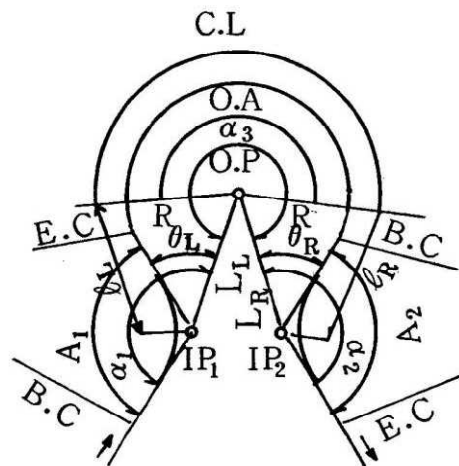


図 2-2-6 ヘアピン曲線の図解



計算は図 2-2-8 において次のようになる。

既知数は

測角した値 $\alpha_1 \alpha_2 \alpha_3$

測距の値 $L_L L_R$

半 径 R

求めるものは

① $\theta_L \dots \dots \sin \theta_L = \frac{R}{L_L}$ (三角函数真数表から)

$\theta_R \dots \dots \sin \theta_R = \frac{R}{L_R}$ (三角函数真数表から)

② $L \dots \dots R \cot \theta_L$ (三角函数真数表から)

$R \dots \dots R \cot \theta_R$ (三角函数真数表から)

③ $A_1 - \alpha_1 - \theta_L$ (計算で)

$A_2 - \alpha_2 - \theta_R$ (計算で)

$$\textcircled{4} \quad OA = \alpha_3 + \theta_L + \theta_R - 180^\circ \quad (\text{計算で})$$

$$\textcircled{5} \quad CL = 0.01745 R \cdot OA$$

ここで OA の角度は度単位を用いる。例えば $200^\circ 40'$ は 200.67° とする。

例 題

$$\text{既知数は } \alpha_1 \quad 167^\circ 40' \quad L_L = 25.60 \text{ m}$$

$$\alpha_2 \quad 170^\circ 30' \quad R_R = 22.50 \text{ m}$$

$$\alpha_3 \quad 299^\circ 50' \quad R = 15 \text{ m}$$

求めるものは

$$\theta_L = \sin \theta_L = \frac{R}{L_L} = \frac{15}{25.6} = 0.585 \doteq 35^\circ 50'$$

$$\theta_R = \sin \theta_R = \frac{R}{L_R} = \frac{15}{22.5} = 0.667 \doteq 41^\circ 50'$$

$$L = R \cot \theta_L = 15 \cot 35^\circ 50' = 15 \times 1.38 = 20.70 \text{ m}$$

$$R = R \cot \theta_R = 15 \cot 41^\circ 50' = 15 \times 1.12 = 16.80 \text{ m}$$

$$A_1 = \alpha_1 - \theta_L = 167^\circ 40' - 35^\circ 50' = 131^\circ 50'$$

$$A_2 = \alpha_2 - \theta_R = 170^\circ 30' - 41^\circ 50' = 128^\circ 40'$$

$$\begin{aligned} OA &= \alpha_3 + \theta_L + \theta_R - 180^\circ = 299.50' + 35^\circ 50' + 41^\circ 50' - 180^\circ \\ &= 197^\circ 30' = 197.5^\circ \end{aligned}$$

$$CL = 0.01745 R \cdot OA$$

$$= 0.01745 \times 15 \times 197.5^\circ = 51.71 \text{ m}$$

表 2-2-1 中心角 OA と半径 R との関係

| 半 径 R (m) | 中心角 1°につき曲線長(m) | 曲線長 1 mにつき中心角度 |
|-----------|-----------------|----------------|
| 10 | 0.1745 | 5° 44' |
| 12 | 0.2094 | 4° 47' |
| 15 | 0.2618 | 3° 49' |

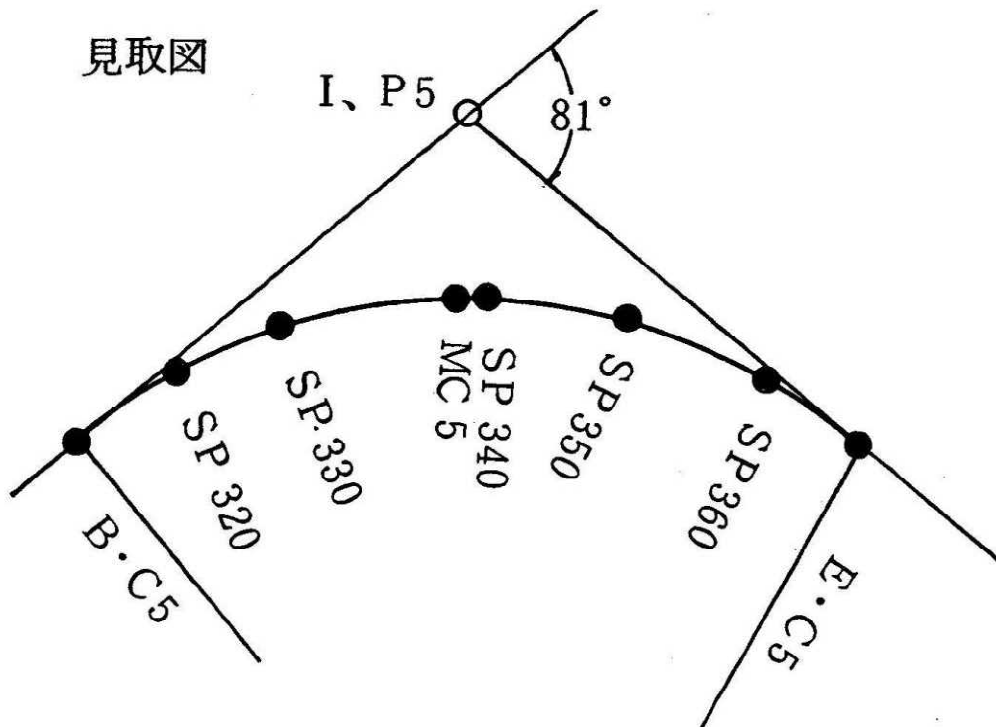
2-2-4 測角及び曲線の野帳記録様式

野帳の記入方法は種々あるが、一般方法は図 2-2-7 のとおりである。

図 2 - 2 - 7 野帳記入例

交 点 I・P № 5
 路線方向 右折 I・P 間の距離 (Dis) 75.35m
 交 角 (I・A) $81^{\circ} - 00'$
 曲線半径 (R) 35m
 切線長 (T・L) 29.89m
 外線長 (S・L) 11.03m
 曲線長 (C・L) 49.48m
 曲線始点 (B・C) SP313.50m
 曲線中点 (M・C) SP338.24m
 曲線終点 (E・C) SP362.98m

見取図



2 - 2 - 5 測点杭の設置

測点杭は、20m 単位の追加距離杭を設けるものとし、その間に地形、地質の変化する地点及び構造物等が必要と思われる地点には適宜に間点杭（プラス杭）を設置する。

2 - 2 - 6 測 距

距離は水平距離で、その測定単位は m 以下 3 位 4 捨 5 入とし cm 止りとする。測定の誤差は、各測点間 1% 以内とする。

2 - 2 - 7 破 鎖

比較線、改測線と接合する場合、若しくは距離中に誤差が生じた場合、又はその他止むを得ない理由で距離測定に違いが生じた場合は、直近測点間で調整し破鎖（Break - Chain）を設け明示する。

2-2-8 比較線、改測線

必要に応じて比較線、改測線を設ける場合は、本測線と混同しないように明示する。

2-3 縦断測量

- (1) 縦断測量はレベル及び箱尺を用いて、各測点の地盤高を測定する。
- (2) 地盤高測定の単位は m 以下 2 位までとする。
- (3) 縦断測量の許容誤差は、500m につき往復差 10 cm 以内とする。なお、各測点においても同様とし、閉合誤差は $10\text{cm} \sqrt{S \text{ km}}$ とする。(ただし、S は 500m を 1 とした整数)
- (4) 基準水準点は路線に沿い、かつ工事の施工に支障のない場所に、500m 程度ごとに堅固に設置し明示する。
重要構造物の附近にも設置する。

(5) 用語

- B・M…………… Bench Mark 基準水準点
- B・S…………… Back Sight 後視の意でレベルを据えた後で最初に測定される視準点
- F・S…………… Fore Sight 前視の意でB・Sをした後の点はすべてF・Sである。
- T・P…………… Turning Point 換台の意でレベルを移器するとき視準した点
- I・S…………… Intermediate Sight 中間視の意でT・P以外のF・Sという。
- I・H…………… Instrment Height 器械高の意でB・Sに地盤高を加えたもの。

$$I \cdot H = G \cdot H + B \cdot S$$
- G・H…………… Groud Height 地盤高

$$G \cdot H = I \cdot H - F \cdot S \quad (I \cdot S)$$

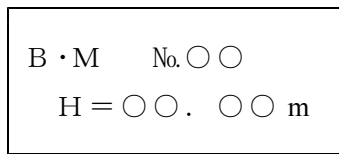
- (6) 野帳の記入は、表 2-3-1 の器械高式による。

表 2-3-1 器械高式野帳記入例

| 測点 | 後視 | 器械高 | 前視 | | 地盤高 | 備考 |
|---------|-------------------------|-------|------|------|-------|--------------------------------|
| | | | 中間点 | 移器点 | | |
| B・M 1 | 2.22 | 52.22 | | | 50.00 | B・M ₁ の地盤高 50.00 |
| S P 0 | | | 0.91 | | 51.31 | |
| S P 20 | | | 2.82 | | 49.40 | |
| S P 40 | 4.60 | 55.44 | | 1.38 | 50.84 | |
| S P 53 | 4.01 | 58.93 | | 0.52 | 54.92 | |
| S P 60 | | | 1.80 | | 54.13 | |
| S P 76 | 1.79 | 57.69 | | 3.03 | 55.90 | |
| S P 80 | | | 2.20 | | 55.49 | |
| S P 100 | | | 2.39 | | 55.30 | |
| S P 120 | | | | 2.42 | 55.27 | |
| 計 | 12.62 - 7.35 5.27 | | | 7.35 | | |

注 1 往復したときの検算方法は、移器点と基準水準点の後視合計と、前視合計の絶対値の差を求める。

(7) B・Mの設置に当たっては、路線の中心線より明視できる立木、伐根、その他~~地盤~~堅固なところに設け、赤ペイントを塗布のうえ次の標識板を見易い位置に表示する。



注. 標識板の大きさは、縦 45 cm、横 60 cmとする。

(8) 縦断測量に当たっては特に次のことに注意する。

- ① 器械は堅固な地点に据えつけ、気泡が常に中央にある。
- ② 箱尺は垂直に立て、念のため前後に動かし、観測者はその最小値を読む。
- ③ T・P点は堅固な地物を選ぶ。
- ④ 2回以上読みとる。
- ⑤ 器械は努めてT・P間の中央に据え、平坦地形であってもその区間距離は 80m程度が望ましい。
- ⑥ 箱尺の継手に絶えず注意する。
- ⑦ 必ず往復する。

2-4 横断測量

- (1) 横断測量は、路線に直角な方向の地形の変化を測るもので、測定に使用する器械はレベル又はトータルステーション、ポール横断による。
- (2) 測量は、各測点中心杭から両側の想定される法頭、法尻から相当余裕をもって行う。
- (3) 横断測量の順序及び横断方向の設置・地盤高の測量方法は次のとおりとする。

①横断測量の順序

- (イ) 横断方向の設置
- (ロ) 横断方向線に沿った地盤高の測量

②横断方向の設置

横断方向の決定は3個の測点を結ぶ夾角の二等分線（測点間の距離が等しい場合）で設置する。

(イ) 円曲線における横断方向の設置

円曲線については、横断方向設置の中心杭より等距離にある曲線上の位置（一般に両隣の測点）を結ぶ弦がはさむ角を二等分する方向が横断方向となる。図2-4-1においてNo.3の横断方向を決定する場合に、No.3にトータルステーションを据え、No.3においてNo.2、No.4とのなす夾角を θ とすれば、No.2およびNo.3より $\theta/2$ だけ戻した方向が横断方向として一致しなければならない。しかし、この3点のうち1点でも同一円周上でない場合は夾角の二等分線は横断方向とは一致しない。このような場合は中心杭設置に誤りがあったか、中心杭設置後何らかの原因により杭が移動したためと考えられるから中心杭相互の関係を点検する必要がある。No.1、No.5についてNo.2、No.4と同じ方法で点検するのも1つの方法である。

地形の変化点（プラス杭等）の場合の横断方向は次の方法による。

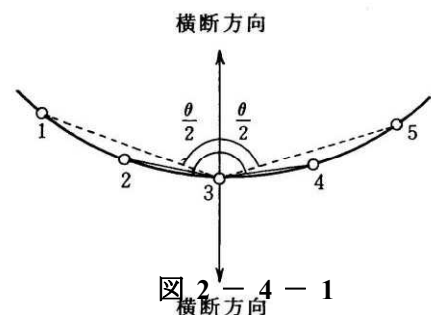


図 2-4-2 において A、C、D を等間隔の測点（一般に 20m ごとの中間点）とし B をプラス杭とする。 \widehat{AB} 、 \widehat{BC} 、 \widehat{BD} の中心角をそれぞれ α 、 β 、 γ とすれば

$$\angle ABM = 90^\circ - \frac{\alpha}{2}$$

$$= 90^\circ - \frac{\widehat{AB}}{2R}$$

$$\angle MBC = 90^\circ - \frac{\widehat{BC}}{2R}$$

$$\angle MBD = 90^\circ - \frac{\widehat{BD}}{2R}$$

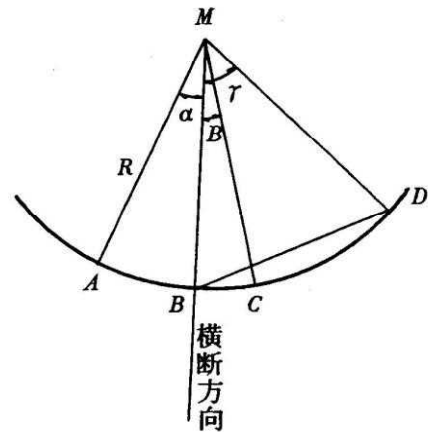


図 2-4-2

したがって、プラス杭 B 測点における横断方向は弦 AB より $\angle ABM$ 、弦 BC より $\angle MBC$ だけ戻した方向となる。計算例を次に示す。

$R = 100 \text{ m}$ 、 $\widehat{AB} = 15 \text{ m}$ 、 $\widehat{BC} = 5 \text{ m}$ 、 $\widehat{CD} = 20 \text{ m}$ とすると

$$\begin{aligned} \angle ABM &= 90^\circ - \frac{15}{200} \rho^\circ \quad \left[\rho^\circ = \frac{180^\circ}{\pi} = 57^\circ.2958 \right] \\ &= 90^\circ - \frac{15}{200} \times 57.2958 = 85^\circ 42' 10'' \end{aligned}$$

同様に

$$\begin{aligned} \angle MBC &= 90^\circ - \frac{5}{200} \rho^\circ \\ &= 88^\circ 34' 3'' \end{aligned}$$

ここで注意を要することは、AB または BC の距離が短い場合は中心杭設置のときの誤差などのため真の横断方向とのずれの量が大きくなる。このような場合は測点 A、D を視準して横断方向を決定することが好ましい。

横断方向が決定したら中心杭からなるべく離れた位置に横断方向杭を中心杭の両方向に設置し、この近くに赤いテープなどで目印を付ける。

③ 地盤高の測量

横断方向線上の地形の状態、既設の構造物（水路、道路、家屋、擁壁）などを横断図にまとめる測量である。この横断図によって設計を行ない土工量、構造物の数量を積算する。したがって、現状を正確に横断図に再現させる内容のものを要求される。特に構造物は必ず野帳に記入し、たとえば水路については隣接する地盤高の比較によって生じた誤りはそのまま設計の土工量、構造物、用地幅などに関係するので注意しなければならない。

測量の方法は大別してレベルによるものとトータルステーションによるものがある。

(イ) レベルによる方法

地形の起伏、構造物の位置を直接測量するもので、測量の内容は水準測量と同じである。

◎作業順序

- (1) 中心線に標尺を設置して観測する。
- (2) 地形の変化点または構造物箇所ポールを立て横断方向線上標尺を設置して観測する。
- (3) 距離を観測（野帳記入後は必ず復唱し確認）する。
作業は以上の繰り返しとなる。

(ロ) トータルステーションによる方法

地形の変化点より次の変化点までを水平距離、標高差を観測する

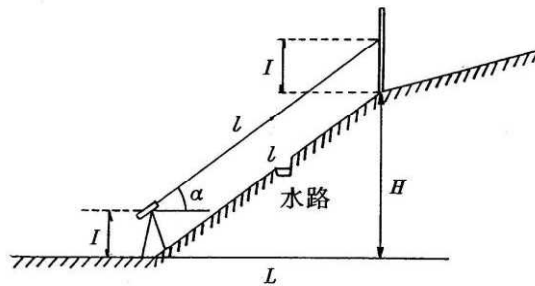


図 2 - 4 - 3

このとき器械高 I と等しく視準点にもポールで標識を付けその位置を観測する。
また、この途中に水路などがあった場合は水路までの水平距離、標高差を観測する。
順序は (ロ) と同じである。
なお、標高差の観測ときは、正負の符号で記入する。

(4) 野帳の記入法

野帳の記入法は、表 2 - 4 - 1 にレベルによる方法の記入法を示す。

表 2 - 4 - 1

| 測点 (距離) | 後 視 | 機 械 高 | 前 視 | 地 盤 高 |
|---------|-------|---------|-------|---------|
| | 1.510 | 183.170 | | 181.660 |
| 1.50 | | | 1.505 | 181.665 |
| 2.40 | | | 2.230 | 180.940 |
| 3.10 | | | 2.370 | 180.800 |
| 5.85 | | | 4.410 | 176.760 |
| 11.30 | | | 4.240 | 176.930 |
| 12.80 | 2.700 | 183.600 | 2.270 | 180.900 |
| 19.30 | | | 1.510 | 182.090 |
| 20.30 | | | 1.980 | 181.620 |
| 21.80 | 4.490 | 187.300 | 0.760 | 182.840 |
| 24.30 | | | 1.500 | 185.830 |
| 26.90 | | | 0.450 | 187.030 |

(5) 横断測量に際して検討すべき事項



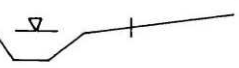

横断測量作業を実施する際にも他の測量と同様に精度の検討を行ないつつ作業を進める。成果が要求される精度を満足するものでなければ手直しの原因となり、逆に必要以上の精度で測量した場合は経費、労力の損失を生ずる原因となる。

(6) ポールを使用して測定する場合は次による。

ポール横断による測定は、m 以下 1 位までとする。

横断測量の野帳様式は、ポール横断による場合、分母に水平長、分子に垂直高を記録する表 2-4-2 の分数式が一般的である。

表 2-4-2 野帳記入例

| 左 方 | | | | 測 点 | 右 方 | | | | 備 考 |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---|
| $\frac{-0.6}{3.0}$ | $\frac{-0.5}{3.0}$ | $\frac{-0.2}{1.0}$ | $\frac{L}{2.0}$ | B・P | $\frac{L}{3.0}$ | $\frac{+0.2}{1.0}$ | $\frac{+1.0}{3.0}$ | $\frac{+1.0}{3.0}$ | 礫質土  |
| $\frac{-0.7}{3.0}$ | $\frac{-0.7}{3.0}$ | $\frac{-0.5}{3.0}$ | $\frac{-0.5}{3.0}$ | SP 20 | $\frac{+0.6}{2.0}$ | $\frac{+0.7}{3.0}$ | $\frac{+1.0}{3.0}$ | $\frac{+1.0}{2.0}$ | "  |
| $\frac{+0.6}{3.0}$ | $\frac{-0.1}{3.0}$ | $\frac{-0.6}{3.0}$ | $\frac{-0.2}{1.0}$ | SP 40 | $\frac{+0.6}{2.0}$ | $\frac{+0.5}{3.0}$ | $\frac{+0.6}{3.0}$ | $\frac{+0.4}{3.0}$ | "  |
| $\frac{-0.6}{3.0}$ | $\frac{-0.5}{3.0}$ | $\frac{-0.7}{3.0}$ | $\frac{-0.6}{3.0}$ | SP 60 | $\frac{+0.7}{3.0}$ | $\frac{+0.9}{3.0}$ | $\frac{+1.0}{3.0}$ | $\frac{+1.0}{2.0}$ | "  |

注 1 起点側から終点方向をみて左、右とする。

2 備考欄には地質、暗渠、橋梁架設の適否等の参考事項を記入しておく。

3 測量に当たっては、次のことに注意する。

- ① 常に中心線に直角の方向に測る。ただし、排水工等の場合は沢方向の横断と、中心線方向との偏角についても併せて測定する。
- ② ポールは常に垂直、水平に保ち、引継点を間違えない。
- ③ 地形の変化する箇所を引継点とする。
- ④ 作業中測定数値は、測定者と野帳記入者間で復唱する。

2-5 平面測量

(1) 平面測量は、中心線に沿いオフセット法等により、地形、地物、土地境界、林班界、B・M等の位置関係を測量する。

(2) 測量の範囲は、特別の場合を除き、中心線から両側へそれぞれ 20m 以上とし、詳細測量の場合は両側へそれぞれ 50m 以上とする。

2-6 クロソイド

2-6-1 クロソイド曲線

従来、直線と円曲線だけで道路中心線を設計してきたのであるが、自動車の速度が増すにつれ快適でしかも安全に走ることのできる線形を要求するようになってきた。

自動車の走行軌跡はハンドルと車輪の回転から生ずる。ハンドルに回転を与えないで走るときの軌跡は直線であり、ハンドルに回転を与えた後、回転を停止させたまま走るときの軌跡は円曲線である。

この2つの走行軌跡の間に、ハンドルを回転しながら走る軌跡が存在しないと、自動車は連続して走ることができない。これを満足する曲線としてクロソイド曲線を利用するようになってきた。

林道でも、舗装道路や設計速度が 40 km/h 程度の幹線林道を快適に走るには、クロソイド曲線を利用したい。特に下記の規格が適用される道路にはクロソイド曲線が必要である。

建設省 道路構造令第3種4級

時速 50、40 または 30 km/h

建設省 運輸省一般自動車道構造設備規則5級

時速 40 km/h

2-6-2 クロソイド曲線の定義

クロソイド曲線とは、一定速度で走っている自動車のハンドルを、一定角速度で回転させたときの走行軌跡のことで一種のスパイラル（らせん形）である。

$R = \frac{A^2}{L}$ 、 $A = 60$ m のとき R と L の関係

$$R_1 = \frac{A^2}{L_1} = \frac{60.0^2}{20.0} = 180 \text{ m}$$

$$R_2 = \frac{60.0^2}{40.0} = 90 \text{ m}$$

$$R_3 = \frac{60.0^2}{60.0} = 60 \text{ m}$$

$$R_4 = \frac{60.0^2}{80.0} = 45 \text{ m}$$

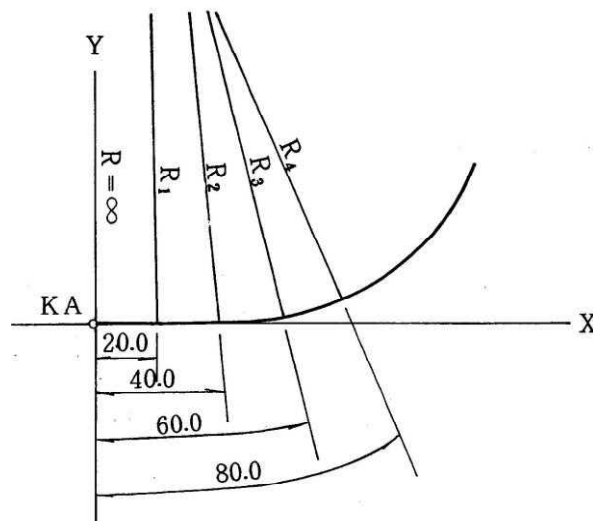


図 2-6-1

したがって図 2-6-1 のようにクロソイド曲線の半径は曲率無限大（直線）から連続的に変化し、次第に小さくなっていき、クロソイド始点からの曲線長 L とその点における半径 R とは反比例する。言い換えれば、クロソイドは曲率（曲線半径の逆数）が曲線長に比例して一様に増大する曲線である。

$$\frac{1}{R} = C \cdot L \quad C \text{ は定数} \cdots \cdots \cdots (1)$$

(1) 式を書き直すと

$$R \cdot L = \frac{1}{C}$$

ここに、両辺の次元をそろえるため $\frac{1}{C}$ の代わりに A^2 とおくと、1 つのクロソイドの上のあらゆる点で、つぎの恒等式が成り立つ。

$$(\text{ある点の曲率半径 } R) \times (\text{クロソイド原点からその点までの曲線長 } L) = (\text{一定 } A^2)$$

$$\text{すなわち } R \cdot L = A^2 \cdots \cdots \cdots (2)$$

これをクロソイドの基本式と呼ぶ。

この A をクロソイドのパラメーターと言い、A は長さの次元である。A が大きい程、曲線長が長く、大型のクロソイドになり高速走行に適する。

2-6-3 単位クロソイド

クロソイドは、ら線の種類で曲率半径は曲線上の各点において連続的に変化し、曲率半径 R と原点からの曲線長 L との間には前述のように

$$R \cdot L = A^2 \cdots \cdots \cdots (2)$$

なる関係が成立する。

(2) 式の両辺を次元のない式にするために両辺を A^2 で割れば

$$\frac{R}{A} \cdot \frac{L}{A} = 1$$

$$\text{となり } \frac{R}{A} = \gamma, \quad \frac{L}{A} = 1$$

$$\gamma \cdot 1 = 1 \cdots \cdots \cdots (3)$$

(3) 式は次元のない式でこのような関係にあるクロソイドを単位クロソイドと呼ぶ。

単位クロソイドの記号には小文字を用いることになっている。

単位クロソイドを用い、これにパラメーターをかけることによってクロソイドの次元がきまる。A をかけた記号は大文字を用いることになっている。

$$R = A \cdot \gamma$$

$$L = A \cdot 1$$

この場合、角度については単位クロソイド表の数字をそのまま用いればよい。市販されている単位クロソイド表を用いればクロソイドの計算は何でも計算できる。

2-6-4 クロソイド要素と記号

クロソイドに関連ある諸量を総称してクロソイド要素といい、つぎの記号が用いられる。

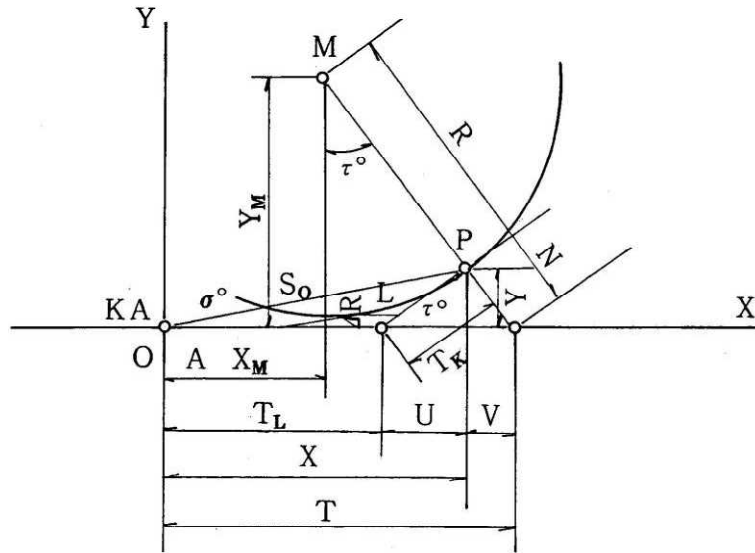


図 2-6-2

上図において

- O : クロソイドの原点
- M : クロソイド線上 P 点における曲率の中心
- O X : 主接線 (クロソイド原点における接線)
- A : クロソイドのパラメーター
- X、Y : P 点の X、Y 座標
- L : クロソイド曲線長 (O P 間)
- R : P 点における曲率半径
- ΔR : 移程量 (シフト)
- X_M 、 Y_M : 円の中心 M 点の X、Y 座標
- τ° : P 点の接線角 (ら線角)
- σ° : P 点の極角
- T_K 、 T_L : 短切線長、長切線長
- S_0 : 動 径
- N : 法線長
- U : T_K の主切線への投影長
- V : N の主切線への投影長
- T : $X + V = T_L + U + V$

パラメーター $A = 1$ の単位クロソイドに対する以上の要素を計算して表にしたものを、単位クロソイド表といい、この表は道路協会発行のクロソイドポケットブックに表示されている。

パラメーター A がきまれば、単位クロソイドのうち、長さに関する要素は単位クロソイドの数値を A 倍すればよく、また角度に関するものは A に関係なく、そのまま用いることができる。

2-6-5 クロソイド定規

路線の計画や、図面に記入するためにクロソイド定規がある。

クロソイド要素のうち、長さに関する要素はパラメーターAに比例するから、A = 400m、R = 300mの要素は、A表のA = 40m、R = 30mの要素を10倍して各長さを出し、角度はそのまま用いることもできる。またその逆の方法もできる。

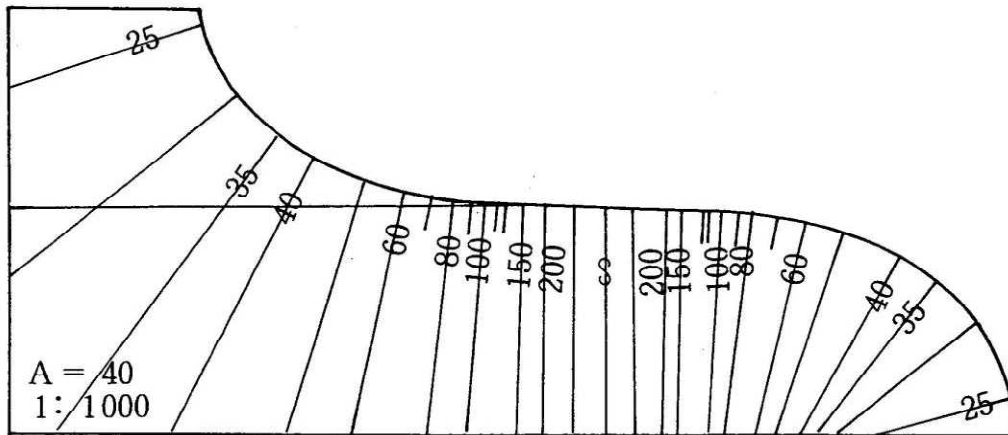


図 2-6-3 クロソイド定規

2-6-6 クロソイドの性質

(1) パラメーターAのクロソイドの各要素を求めるには、長さの次元を持つもの (R、L、X、Y、X_M、T_K、T_L) に対しては単位クロソイド表の値 (γ、l、x、y、x_M、t_K、t_L、等) をA倍して用い、次元のない項 (τ°、σ°、 $\frac{\Delta\gamma}{\gamma}$) については、クロソイドはすべて相似であるから、そのままの数字を用いることができる。

しかし現地にクロソイドを設計する場合には、上記のように単位クロソイド表から出発しないで、(財) 林業土木コンサルタンツ発行のクロソイド曲線表にあるA表、S表中間点表を初めから利用するのが便利である。これらの表は、普通多く用いられるパラメーターAのラウンドナンバーを単位クロソイドに掛けた結果の数字を表にしてあるから、掛算の手間を省いて作業も早くでき、便利である。

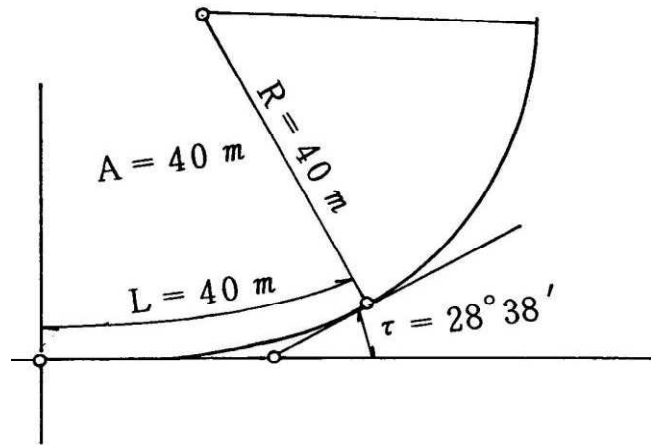
しかし、これらの表にないAを用いる特別の場合には、上記のように単位クロソイドから計算しなければならない。

- (2) クロソイド要素のうち、2個がきまれば、そのクロソイドの大きさ、位置がきまり、その他の要素を求めることができる。3つの要素を任意に選んで解くことはできない。
- (3) クロソイドで、R = L = Aの点をクロソイドの特性点と呼び、切線角 τ° は

$$\tau^\circ = \frac{L}{2R}$$

$$= 0.5 \text{ ラジアン (弧度) } = 28^\circ - 38' - 52'' \doteq 30^\circ$$

となり、これを知っておくと便利である。



(4) クロソイドを用いるときは一般に接線角 τ° は 45 度以下のことが多いがこの範囲内では接線長の比は

$$T_R : T_L \doteq 1 : 2$$

となり τ° が小さい程正確になる。

(5) 移程量 ΔR は、クロソイド表から正確に求めることができるが、概算とか検算の場合には、大略移程量の間をクロソイドが通ると考えてよい。

$$\Delta R \doteq \frac{L^2}{24 R}$$

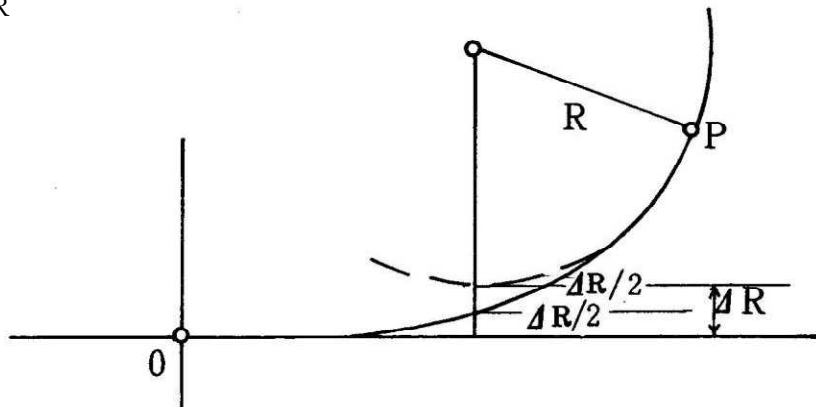


図 2 - 6 - 5

(6) 半径 R (例えば制限半径) を一定にして A を換えると、 L は大きく変わる。

$$L = \sqrt{\frac{A^2}{R}}$$

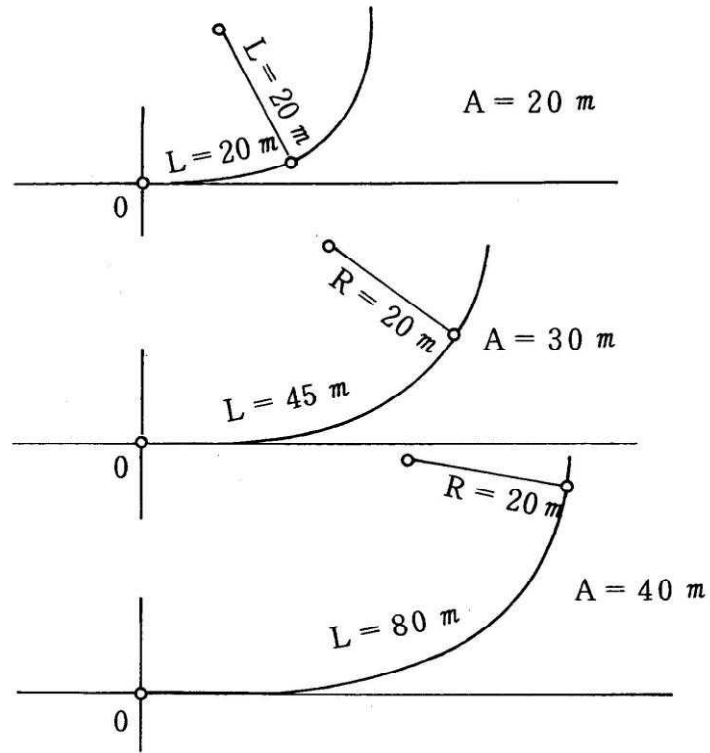


図 2 - 6 - 6

(7) 曲線長 L (例えば隣の曲線に制限された場合) を一定にして A を換えると、 R が変わる。

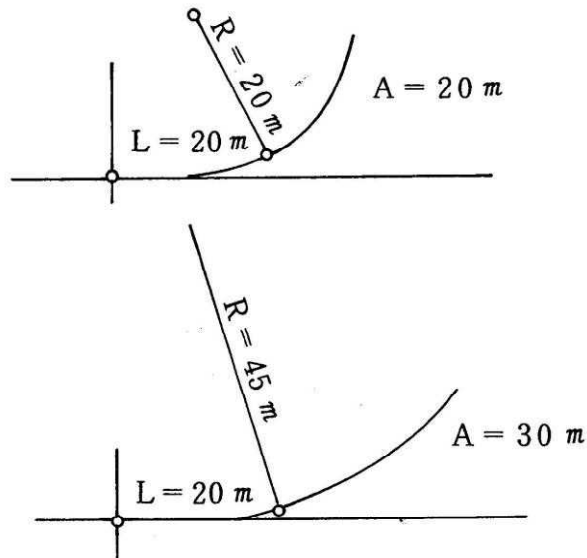


図 2 - 6 - 7

2-6-7 パラメーターAの値

日本道路協会発行の「道路構造令の解説と運用」によれば、道路の設計速度に応じて、許容最小パラメーターAはつぎのように示されている。

| 設計速度 V (km/h) | パラメーターA 第3種、第4種道路 | |
|------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| | $\rho = 0.6$ (m/sec ³) | $\rho = 0.75$ (m/sec ³) |
| 40 | 50 | 40 |
| 30 | 35 | 30 |
| 20 | 20 | 15 |

(註) ρ は遠心加速度変化率で、 $\rho = \frac{v^3}{L \cdot R}$

$\rho = 0.6$: 60 km/h 以下の一般国道、主要地方道

$\rho = 0.75$: 山地部、その他でやむをえない区間

パラメーターAは拡大率と考えてよい。すべてのクロソイドは相似形である。クロソイドを設計する場合、R、Lはメートル単位で表わされるから、Aもメートル単位である。パラメーターA = 100m のクロソイドを 1,000 分の 1 の図面に書くには A = 10 cm のクロソイドを描けばよい。

2-6-8 拡幅のすりつけ

自動車が曲線部を走行するときは、後車輪は前車輪よりも小さい円を描くため内側を通り、直線部よりも広い幅を必要とする。

これがため曲線部は内側に拡幅する。円曲線の半径が小さい場合には、車道幅を拡幅し、この拡幅量を緩和区間ですりつけることになっている。この拡幅すりつけの方法には大略つぎの3種類がある。

- (イ) 緩和区間がクロソイド曲線の場合 (道路構造令による道)
- (ロ) 緩和区間が直線で円の内側に拡幅する場合 (林道規程または、これに準ずる林道)
- (ハ) 緩和区間が直線で円の外側に拡幅する場合 (林道の特殊の場合)

拡幅は、円の内側に広い幅を必要とするから、そのためつけるので内側が通常である。地形の都合で (ハ) のように円の外側に拡幅することもあるが、好ましい形ではない。

この2点の中間点P点では、下記の計算式で算出する。

クロソイド曲線の拡幅

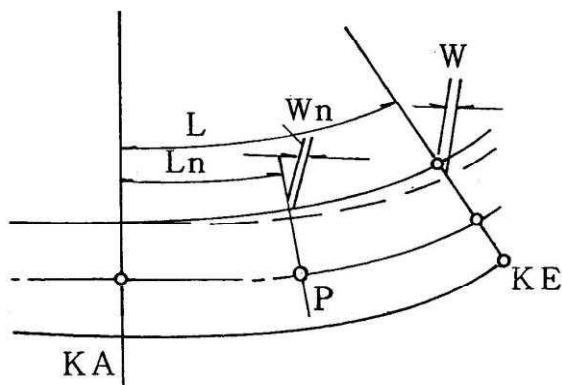


図 2-6-8

※ P点における拡幅量 W_n

$$W_n = (4a^3 - 3a^3) \times W$$

$$a = \frac{L_n}{L}$$

L : 緩和曲線長

L_n : BTC から P 点までの距離

W : 2車線分の拡幅量

(イ) 拡幅量算定式

$$W = \frac{L^2}{2R}$$

W : 拡幅量
R : 道路中心線の半径

L : 車両の全面から後車輪までの距離

2-6-9 クロソイド曲線の留意事項

(1) クロソイドのパラメーターと円曲線半径 R との間に次の関係がなり立つようにすべきである。

$$R \geq A \geq \frac{R}{2}, \text{ R が特に大きい場合には } R \geq A \geq \frac{R}{3}$$

(2) 2つのクロソイドがその始点において背向して接続した線形の場合に 2つのクロソイドのパラメーターは等しい方がよい。等しくない時は大きいパラメーターが小さいパラメーターの 2 倍以下となるようにすべきである。

(3) 直線をはさんで 2つの曲線部が背向しているときは介在する直線の長さについて次の条件を満たすようにすべきである。

$$= \leq \frac{A_1 + A_2}{40}, \text{ } A_1, A_2 : \text{背向曲線のパラメーター}$$

もし、これ以上の直線が残る場合は ≥ 3 秒 走行長

(4) 同方向に屈曲する 2つの曲線間に短い直線を介在させた線形は避けなければならない。

この線形は 2つの曲線部からクロソイドを接続させ直線長をきわめて短く (20m 以下) するか、2つの曲線を内包するような大円を設定し、これと元の曲線との間をクロソイドで結ぶべきである。

もし、20m 以上の直線が残る場合は ≥ 6 秒 走行長

(5) 直線—クロソイド—円曲線—クロソイド—直線の線形構成の場合に 2つのクロソイドのパラメーターを必ずしも等しくとる必要はなく地形条件に応じて非対称の曲線形としてよい。

(6) 凸形クロソイド、卵型クロソイド、複合クロソイドの使用は、地形その他からやむを得ない場合を除いて極力避けるべきである。

(7) クロソイドによる緩和曲線は、曲線半径が設計速度に応じて次表に掲げる値以上の場合及びそれ以内であっても移程量が 20 cm 以下の場合においては省略できるものとする。

| 設計速度 (km/h) | 曲線半径 (m) |
|-------------|----------|
| 40 | 230 |
| 30 | 130 |
| 20 | 60 |

さらに、同一方向に屈曲して接する 2つの円曲線間の緩和曲線においても 1つの曲線半径が他の曲線半径の 2 倍以下の場合は、これを省略することができる。

3 調 査

3-1-1 一 般

調査は、実測量によって得られた平面線形、縦断線形及び横断線形を基準として、これら各線形構造を保持する上で必要とする土構造物、一般構造物等の各種調査及び工事施行上必要な資材、仮設物、道路、現場環境、障害物、水系、伐開除根等の調査を行う。

3-1-1-1 資材調査

資材調査は、工事施工に必要な資材で、搬入材料、現地採取材料、特殊材料等について、その品質、形状、寸法、単価、使用料、調達場所、運搬系統、輸送条件等を調査する。

3-1-1-2 仮設物調査

仮設物等調査は、構造物の設置に必要な型枠、足場、コンクリートのポンプ打設に係る配管等に関する数量のほか、工事施行に必要な次のような仮設物等について、その規模、構造、寸法、数量等を調査し、必要に応じ実測する。

- (1) 土構造物基礎等の一時的な仮排水工等
- (2) 資材、機械等の搬出入のために必要とする仮橋、簡易索道、作業構台等
- (3) 水中施工箇所の瀬替工、締切工、水替工、沈砂池等
- (4) 転落、飛来、爆破等のために特に必要とする防護施設
- (5) 交通及び作業のための特に必要とする安全施設
- (6) 橋梁等の製作、加工、組立及び架設のために必要とする作業ヤード及び足場
- (7) 工事用資材、機械等の仮置場所
- (8) 工事用資材の仮置場所から施工箇所までの現場内小運搬距離又は簡易索道等の荷下ろし場所から施工箇所までの現場内小運搬に係る加重平均距離

3-1-1-3 道路調査

道路調査は、現場へ資材、機械等を搬入するための道路系統を調査するものであり、現場から最寄り駅、市町村役場等に至る道路の種類、名称、延長、最小幅員、資材等の最大搬入長等の実態を調査する。

3-1-1-4 現場環境調査

現場環境調査は、現場環境の現況及び変化に対応するため特に必要な場合に、次のような調査を行い、必要に応じて対策工等の設計に必要な因子を明らかにする。

- (1) 水質汚濁等による流域下方に及ぼす影響
- (2) 岩石のき裂、走向等が崩壊を招く可能性とその影響、また岩石の飛散が樹木等に及ぼす影響
- (3) 地下水の変化が周辺地域及び工事施工に及ぼす影響
- (4) 降雨、降雪、気温、凍結等の気象条件が工事施工に及ぼす影響
- (5) 軟弱地盤、湧水、流水等が工事施工に及ぼす影響
- (6) 騒音、振動等が周辺地域に及ぼす影響
- (7) 工事の施行が漁業権、水利権、鉱業権等の各種権益に及ぼす影響

- (8) 工事の施行が文化財、墓地、用水等に及ぼす影響
- (9) 工事の施行が法令に基づく制限地等に及ぼす影響
- (10) 工事の施行が希少野生動植物に及ぼす影響

3-1-5 障害物調査

障害物調査は、工事施工に障害となる次のような施設等の名称、位置、数量、所有者等とその支障部分を調査する。

- (1) 家屋及び関連施設
- (2) 電柱、電線、電話線等
- (3) 他の道路、鉄道、水路等
- (4) その他の構造物等

3-1-6 水系調査

水系調査は、調査路線付近における地形等から、関連する集水区域内の地表水又は地表から明視できる湧水などの地下水の動向を調査する。

- (1) 水系調査は測線を基準として、図上測設に用いた地形図等に確定した測線を記入し、集水区域内の河川、沢、谷及び大きな凹地形ごとに、それぞれの集水区域を区分して、水系調査図を作成する。
- (2) 水系調査図には、各集水区域ごとの、流出系数及び安全率等の因子となる地表面の状態、地形の傾斜、流域の勾配、常水量等を調査して記入する。
- (3) 土石流等による土砂等の流出が発生するおそれのある溪流を林道が横断する場合は、その危険度を検討するために、溪流の荒廃状況、同一流域内にある林道の過去の災害発生状況等を調査する。

3-2 伐開除根調査

1 伐開・除根調査は、工事施工区域内の地表を被覆し、工事施工上又は維持管理上支障となる草木根等について行い、必要に応じ伐開、除根に区分して、積算工種別の数量を調査する。なお、測定範囲は、横断測量の測定幅程度とする。

- (1) 伐開調査は、横断図より平均断面法により算出する。
- (2) 除伐調査は、除根を要する工事施工区域内について調査し、路床仕上面での覆土が 0.5m 以上（アスファルト舗装の場合は 1.0m 以上）となる区間は除く。

2 根株等は、林地還元処理又は工事用資材として再利用することとし、その処理方法や再利用の方法について調査する。また、根株等を廃棄物処理する場合も同様とする。

3-3 土質及び地質調査

土質及び地質調査は、土質区分調査、地質調査、基礎地盤調査に区分し、測線を基準として、工事施行区域内の地表面から施工基面又は基礎地盤までの土質及び地質について調査する。

3-3-1 土質区分調査

土質区分調査は、切土、床堀、その他土質区分を必要とする箇所及び盛土不適土について調査する。

3-3-2 地質調査

地質調査は、各種構造物の設計地盤面又は支持層、切土法面の保護工実施箇所等に対して、設計に必要な地質、地層の走行傾斜、基岩の種類及び節理状況、風化の進捗等について調査する。

3-3-3 基礎地盤調査

基礎地盤調査は、盛土の基礎地盤及び各種構造物の設計地盤面又は支持層等に対して、設計に必要な場合の地盤の諸定数を調査する。

3-3-4 調査方法

- (1) 土質調査は、外見的判断、過去の実績資料等により調査する。
- (2) 地質調査は、表層地質図等の既存資料、選定路線周辺に露頭している地層や溪岸等の状況による外見的判断又は過去の実績資料等により調査する。
- (3) 外見的判断が困難な箇所については、穴掘りによる掘削、オーガ等により調査する。
- (4) 直接基礎工、木杭基礎工以外の基礎工又は重要な構造物等の基礎地盤調査は、サウンディング等を実施するものとし、必要に応じてボーリング等を併用して調査する。

3-3-5 土質区分

- (1) 土質区分は次表 3-3-1 の土質分類表による。

表 3-3-1 土 質 分 類 表

| 名 称 | | 説 | 明 | | |
|---------|---------|--|---|--|--|
| 火山灰土 | 未風化火山灰土 | 締固めにより強度が増加する透水性の軽石質、砂礫類。 | | | |
| | 風化火山灰土 | こね返し（押土、揺さぶり、敷均し、締固め等）により強度が低下するもの。高含水粘性土状を呈する軽石質、砂礫類の風化土。 | | | |
| 土 | 砂質土 | 砂 | バケット等に山盛り形状になりにくいもの。 海岸砂丘、マサ土。 | 砂・真砂 | |
| | | 砂質土 | 掘削が容易で、バケット等に山盛り形状にし易く空隙少ないもの。 マサ土、粒度分布の良い砂、条件の良いローム。 | 砂質土 普通土 砂質ローム | |
| | 粘性土 | 粘性土 | バケット等に付着しやすく空隙の多い状態になり易いもの、トラフィカビリティが問題となり易いもの。 ローム、粘性土。 | 粘 土 粘性土（ローム） シルト 砂質粘土 | |
| | | 高含水比粘性土 | バケット等に付着し易く、特にトラフィカビリティが悪いもの。 条件の悪いローム、条件の悪い粘性土、火山灰質粘性土 | シルト 粘性土 火山灰質粘性土 有機質土 | |
| 砂 | 礫質土 | 礫の混入があって、掘削時の能率が低下するもの。 礫の多い砂、礫の多い砂質土、礫の多い粘性土。 | 礫交り土 玉石交り土 砂利交り土 砂 礫 | | |
| 泥 | 炭 | | 泥 炭 | | |
| 岩 | 転石交り土 | | 粒径7.5cm以上の混入率が、概ね50%以上と判断されかつ粒径20cm以上の岩塊玉石が混入している土質。 岩塊、破碎された岩、ごろごろした河床。 | 転石交り土 ずり 転石交り砂利 | |
| | 軟 | (I) | A | 第3紀の岩石で固結程度が弱く風化が激しい岩盤で、ブルドーザ及びバックホウで掘削できるもの。 指先で離し得る程度のもので、亀裂間の間隔が1~5cm程度のもの。 | |
| | | | B | 第3紀の岩石で固結程度が良好なもの。 風化が相当進み、多少変色を伴い軽い打撃により容易に割り得るもの。 離れやすいもので、亀裂間の間隔が5~10cm程度のもの。 | |
| | 岩 | (II) | | 凝灰質で強く固結しているもの。 風化が目に沿って、相当進んでいるもの。 亀裂間の間隔が10~30cm程度で、軽い打撃により離し得る程度のもの。 異質の岩が互層を成しているもので、層面を楽に離し得るもの。 | |
| | | 中硬岩 | | 石灰岩、多孔質安山岩のように緻密でないが、相当の硬さを有するもの。 風化の程度があまり進んでいないもの。 硬い岩石で、間隔が30~50cm程度の亀裂を有するもの。 | |
| | 硬 | 硬岩 (I) | | 花崗岩、結晶岩等で全く変化していないもの。 亀裂間の間隔が、1m内外で相当密着しているもの。 硬い良好な骨材を採り得るもの。 | |
| 硬岩 (II) | | けい岩、角岩等石英質に富んで岩質が硬いもの。 風化してない新鮮なもの。 亀裂が少なく、よく密着しているもの。 | | | |

備考 1 軟岩 (I) は破碎後礫交り土とし、軟岩 (II) は破碎後岩塊とし、硬岩は破碎後破碎岩として扱う。

3-4 排水施設調査

排水施設調査は、水系調査資料を基にして、地表排水施設、地下排水施設、のり面排水施設、集水樹及び流末処理に区分して調査する。なお、各排水施設の区分及び区分ごとの排水工は次のとおりとする。

3-4-1 排水施設工の種類

1 地表排水施設

1) 溝きよ

ア 開きよ

イ 暗きよ

ウ 洗越工

エ 附帯施設

(ア) 呑口工

①集水工 ②流木除け工 ③土砂止工 ④落差工

(イ) 吐口工

2) 側溝

3) 横断溝

4) 横断排水工

2 地下排水施設

1) 切土部地下排水工

2) 盛土部地下排水工

3) 切盛境地下排水工

4) 路床内排水工

3 のり面排水工

1) のり頭排水工

2) 小段排水工

3) 縦排水工

4 集水樹工及び流末処理工

1) 集水樹工

2) 流末処理

(ア) 水路工 (イ) 水叩工

3-4-2 設置箇所等の決定

排水施設の設置箇所等については、「9-2 排水施設の区分」において排水施設の区分ごとに定める事項に基づき決定する。

3-4-3 通水断面の決定

排水施設の通水断面は、雨水流出量のほか土砂流出の状況等に基づいて決定する。土砂流出の状況等については、溪流等における洪水痕跡や流出している土石の径及び量から把握する。

3-4-4 地表排水施設調査

地表排水施設調査は、林道に流入する地表水の位置、流量、土砂流出の状況等を

調査し、地表排水施設の種類、規格・構造等を決定するために行う。

3-4-5 地下排水施設調査

地下排水施設調査は、地下水の湧出位置、湧出量等を調査し、地下排水施設の種類、排水方法等を決定するために行う。

3-4-6 法面排水施設調査

法面排水工調査は、法面に流入する地表水の位置、流量、法面保護工の有無等を調査し、法面排水施設の種類、排水方法等を決定するために行う。

3-4-7 集水柵及び流末処理調査

集水柵調査は、排水施設等の接続箇所における流下水の跳水あるいは飛散の有無、流下水と土砂や落葉等の分離の要否、排水施設等の敷設勾配の調整等について調査し、集水柵設置の要否、規格・構造等を決定するために行う。

流末処理調査は、排水の流量、流末箇所にあたる地山や溪床等の侵食に対する耐性等を調査し、流末保護工の設置等を含めた流末処理の方法を決定するために行う。

3-5 擁壁工調査

擁壁工調査は、実測量等の成果を基に設計編「5-1-2 設置条件」及び「5-1-3 形式の選定」によって設置箇所及び型式を選定し、これらの構造上必要な現地諸条件を調査する。

3-5-1 位置調査

位置調査は、擁壁の設置箇所の位置、延長、水位等を調査する。

また、必要に応じてその延長方向に本測線と関連する調査線を設け、実測量の中心線測量、縦断測量、横断測量等に準じて測量する。

3-5-2 背面土調査

背面土調査は、擁壁背面に作用する土の種類を、設計編「5-2-2の1の現地条件」に定める背面土の種類別に、外見的判断によって調査する。

3-5-3 地山調査

地山調査は、擁壁背面に安定した地山が接近している場合の地山接近調査と、擁壁背面の地山に湧水等がある場合の湧水調査に区分して行う。

- (1) 地山接近調査は、擁壁背面の地山の傾斜角が、60度程度より急な斜面を対象とし、地山の緊結度等を考慮し、背面土調査にならって地山の内部摩擦角を調査する。
- (2) 湧水調査は、擁壁背面の地山に湧水、浸透水等のある場合又はそのおそれのある場合に、位置、水量、排水工法等を調査する。

3-5-4 基礎地盤調査

基礎地盤調査は、設計編「5-3-1 基礎」によって設計地盤面を定め、床掘りの土質区分及び許容支持力度を調査する。なお、基礎工を設ける場合は、設計編「第7章基

礎工」の定めるところにより、必要な調査を行う。

3-5-5 盛土材調査

補強土擁壁を計画している場合は、現地の土質が補強土擁壁の盛土材として適正かどうかの土質の調査を行う。

3-6 橋梁工調査

橋梁工調査は、実測量によって設定された橋梁設置箇所について、河川管理調査、河相等調査、位置調査、設計条件調査及び基礎地盤調査を行い、構造上必要な現地諸条件等を明らかにする。

3-6-1 河川管理調査

河川管理調査は、河川法の適用を受ける河川に橋梁を設置する場合に、河川管理者が必要とする次のような事項について調査する。

- (1) 河川改修計画の概要
- (2) 河川の横断及び縦断形状、寸法、低水位等の現況
- (3) 流下方向、計画断面寸法、計画高水流量、計画高水位及び河床勾配
- (4) 河川管理者に提出する設計図書の種類及びその作成要領
- (5) 河川管理者と協議する次のような事項
 - ① 径間長
 - ② 橋台及び橋脚の位置、形状、高さ及び根入れ探さ
 - ③ 桁下余裕高さ
 - ④ 護岸工
 - ⑤ その他河川管理者が必要とする事項

3-6-2 河相等調査

河相等調査は、橋梁と交差する河川、道路、その他の地物等と当該橋梁との関連を明らかにするために行うものとし、交差するそれらのほぼ中央付近に本測線と関連する調査測線を設け、実測量に準じた中心線測量、縦断測量、横断測量、平面測量、土質調査等を実施するとともに、必要に応じて次の事項を調査する。

- (1) 既往の流跡等から高水位及び高水敷を調査し、計画又は計算流量を照査する。
- (2) 流達時間後の水位現況及び流跡等から低水位を求め、その場合の低水敷及び流心を調査する。
- (3) 計画高水量が明らかでない場合は、流量計算等に必要な流出系数、水面勾配、粗度系数等を調査する。
- (4) 河川の上流部における地すべり、崩壊、森林被害、溪流内堆積物等に起因して流下物となり得るもの現状と今後の推移を基に、河床及び水位の変化を調査する。
- (5) 調査測線の各横断面形状及び橋梁前後の線形から、位置の選定に必要な箇所及び橋梁の線形を調査する。
- (6) 現場環境資料を基に、橋梁施行に関連する事項を具体的に調査する。
- (7) 橋下が交通路又は構造物等の場合は、その最大外縁の幅及び高さ等の寸法並びに将来の変動等を予定した余裕量を調査する。
- (8) 橋下が大きな凹み又は低地などの場合は、その地形を調査する。

- (9) 橋下が地すべり又は崩壊地などの場合は、地すべり又は崩壊地調査に準じて、規模、形態、影響圏等を調査する。

3-6-3 位置調査

位置調査は、橋台又は、橋脚を設置する位置の周辺において、次により調査する。

- (1) 橋台、橋脚、護岸等の設置位置については、必要に応じて本測線と関連する調査側線を設け、実施測量に準じた中心線測量、縦断測量及び横断測量を行う。
- (2) 調査側線の設定に当たっては、橋台又は橋脚の形式及び形状の選定を必要とする場合は、「第8章橋梁工」に定める設計編8-15-2形式の選定及び、8-15-3形状の選定による

3-6-4 設計条件調査

設計条件調査は、橋梁の設計に当たって必要な現地諸条件を、河相等調査資料によるほか、次によって調査する。

- (1) 橋面上の最大積雪量及びその単位重量の実態を調査する。
- (2) 橋台の背面を埋戻す土の種類は、設計編「5-2-2設計条件」に定める背面土の種類別に、外見的判断によって調査する。
- (3) 橋台背面の地山に湧水、浸透水等のある場合又はその恐れのある場合は、位置、水量、排水工法等を調査する。
- (4) 上部構造資材、架設用機材などの最大搬入長は、道路調査等によって決定する。

3-6-5 基礎地盤調査

基礎地盤調査は、設計編第8章橋梁工に定める8-15-4設計計算の13基礎の設計により設計地盤面を定め、床掘の土質区分及び許容支持力度等を調査する。なお、基礎工を設ける場合は、設計編「第7章基礎工」の定めるところにより、必要な調査を行う。

3-7 法面保護工調査

法面保護工調査は、土質調査、現場環境調査等の資料とともに、法面の現状又は法面造成後の性状等を判断して、法面保護工を必要とする箇所、区間、工法の種類等を調査する。

なお、法面保護工の設置条件及び工法の選定に係る詳細については、「11法面保護工」による。

3-7-1 資料調査

資料調査は、土質調査及び現場環境調査のうち、法面と関係する事項について調査する。

3-7-2 地表調査

- (1) 地表調査は、地表における観察、測定又は過去の実績資料等によって、次の項目について分布している面的な範囲、深度等を調査する。地表における判断が困難な箇所については、手掘りによる掘削等により調査する。

- ①土の種類
- ②土壌硬度

- ③土の pH
- ④地質、地層の走向傾斜、節理及び風化進度
- ⑤岩石の種類及び風化の状況

- (2) 落石のおそれのある箇所においては、予想される落石の平均重量、最大重量、落下速度、落下方向、路肩までの地形等を調査する。
- (3) 地層が流れ盤の箇所は、傾斜角度及び層理面付近の固結度等を調査する。
- (4) 湧水又は流水等のある箇所は、位置、水量、水源等を調査する。

3-7-3 実態調査

- (1) 実態調査は、現地条件に類似する周辺既設道等の、法面保護工の種類、経年別の植生工等の経過状況、安定度、周辺斜面からの侵入植生の種類、優劣度等の実態を調査する。また、寒冷地にあつては、凍結深度とこれによる崩壊層の厚さ等も調査する。
- (2) のり面工を設ける箇所の自然植生の種類、密度、育成度等の実態を調査する。

3-7-4 法面調査

法面調査は、法面保護工を必要とする箇所の位置、延長、法長、工法等について調査し、必要に応じて本測線と関連させた調査測線を設けて、実測量の横断測量、平面測量等に準じて実測する。

3-8 土取場及び残土処理場調査

土取場及び残土処理場調査は、計画路線沿線における地形・地質、水系、周辺環境等を十分に調査して土取り場又は残土処理場に適した箇所を把握するとともに、実測量の成果に基づく区間ごとの切土量及び盛土量から算出される土量の過不足、土取土又は残土の運搬距離等を基に設置箇所、規模、構造等について調査する。

なお、残土はその性状からできるだけ盛土に適した土砂と盛土不適土に区分して処理する。

また、土取場及び残土処理場は、1箇所当たりの処理量が大きくなならないよう、分散させて設置する。

3-8-1 設置箇所の選定

土取場及び残土処理場の設置箇所は、調査路線内を基本とし、人家、学校、その他公共施設等に隣接しない箇所であつて、不足土又は残土が発生した箇所からの運搬距離及び処理時間が最小となるよう、次により選定する。

1 土取場

- (1) 土取場は、「設計編 1-4-5 盛土材料」に定める材料の土取りが可能な箇所
- (2) 1-1-1 基本計画の 2 に該当しない箇所
- (3) 土取後に雨水等が集中して流入しない箇所

2 残土処理場

- (1) 1-1-1 基本計画の 2 に該当しない箇所
- (2) 基礎地盤の傾斜ができるだけ緩い箇所

(3)雨水の集中流入や渓流水の影響を受けない箇所

(4)周辺の林地等の環境を著しく阻害しない箇所

3-8-2 規模調査

規模調査は、設置箇所ごとに中心線に関連する調査測線を設けて実測量に準じた縦断測量、横断測量及び平面測量を行い、その範囲、形状及び処理可能量を明確にする。

3-8-3 防護施設調査

のり面、はのり尻等に防護施設を必要とする場合は、本編の「排水施設調査」「のり面保護工調査」「擁壁工調査」等に準じて調査する。

3-9 建設副産物調査

林道工事によって、建設副産物の発生が予想される場合は、次の事項を調査する。

- (1) 再生資源として利用できる建設発生土は利用方法毎（現地での盛土材料としての再利用等）に種類、数量等
- (2) 原材料として利用できるものは、種類、数量、利用方法等
- (3) 廃棄物処理を必要とするものの種類、数量、運搬方法等

3-10 その他調査

その他調査は、林道規程第 25 条「鉄道等との平面交差」、第 26 条「自動車道の取付け」、第 29 条「待避所及び車廻し」、第 30 条「防雪施設その他の防護施設」、第 31 条「交通安全施設」、第 32 条「標識」及び第 33 条「林業作業用施設」について、それぞれの定めるところによって現地の諸条件を調査の上、必要とする箇所、工法等を選定し、必要に応じて実測量又は本測量に準じて設置する位置、区間、構造、寸法等を調査し、関係設計図を作成する。

4 そ の 他

4-1 杭類の保持

現地に設置する I・P 杭、中心杭、曲線杭及び諸標類は、赤ペンキを塗布し見出し易くしなければならない。

杭等はその移動、紛失を防ぐため適宜に防護し、必要がある場合は引照点を設けなければならない。

4-2 杭の設置要領

測点杭は中心線上に正しく起点より終点に向い、標示した字が見えるように打ち込む。

4-3 引照杭の設置

- (1) 紛失のおそれのあるときは、中心線から離して設置する。
- (2) 引照点は原点を確実に復原できる方法で設置する。

4-4 測量杭の大きさ

- (1) I P 杭 4.5 cm 角 長さ 60 cm
- (2) 測点杭 4.5 cm × 1.5 cm 長さ 60 cm