

第2編 測量業務

第1章 測量業務積算基準（参考資料）

第1節 測量業務積算基準	参2-1-1
1-1 成果検定	参2-1-1
1-1-1 成果検定の対象	参2-1-1
(1) 基本測量	参2-1-1
(2) 公共測量	参2-1-1
1) 基準点測量関係	参2-1-1
① 1級基準点測量	参2-1-1
② 2級基準点測量	参2-1-1
③ 3級基準点測量	参2-1-1
④ 4級基準点測量	参2-1-1
2) 水準測量関係	参2-1-1
① 1級水準測量	参2-1-1
② 2級水準測量	参2-1-1
③ 3級及び4級水準測量	参2-1-1
3) 空中写真撮影関係	参2-1-1
4) 数値地形図データ作成関係	参2-1-1
5) 応用測量関係	参2-1-1
1-1-2 成果検定機関との成果の受渡し	参2-1-2
1-1-3 成果検定料金	参2-1-2
1-2 標準歩掛上の率計上費目	参2-1-2
1-3 全体計画及び現地踏査	参2-1-2
1-4 打合せ協議	参2-1-2
1-5 地域差による変化率適用区分	参2-1-2
1-6 安全費の積算	参2-1-4

第2章 測量業務標準歩掛（参考資料）

第1節 基準点測量	参2-2-1
1-1 基準点配点数の算出法	参2-2-1
1-2 基準点測量配点要領	参2-2-1
1-2-1 適用範囲	参2-2-1
1-2-2 測量計画	参2-2-1
1-2-3 新設基準点の配点計画	参2-2-1
1-2-4 測量計画区域内の新設基準点数	参2-2-1
1-2-5 測量計画区域外の新設基準点数	参2-2-1
1-2-6 配点計画上の留意点	参2-2-1
1-3 面状における基準点配点数	参2-2-2
第2節 路線測量	参2-2-3
2-1 路線測量	参2-2-3
2-2 変化率	参2-2-3
第3節 深淺測量	参2-2-4
3-1 深淺測量の取扱い	参2-2-4
(1) 河川深淺測量の平均水面幅と設計数量の計上	参2-2-4
(2) 歩掛の適用と平均水面幅のとり方	参2-2-4

第4節 用地測量	参2-2-5
4-1 用地測量業務フローチャート	参2-2-5
4-2 単独発注する場合の業務フローチャート	参2-2-6
(1) 復元測量	参2-2-6
(2) 用地境界杭設置	参2-2-6
4-3 成果品一覧表	参2-2-7
4-4 公共用地境界確定協議業務フローチャート	参2-2-8
4-5 成果品一覧表（公共用地境界確定協議）	参2-2-9
第5節 空中写真測量	参2-2-10
5-1 空中写真測量の工程	参2-2-10
5-1-1 工程概要	参2-2-10
(1) 空中写真測量	参2-2-10
1) 作業計画	参2-2-10
2) 標定点の設置	参2-2-10
3) 対空標識の設置	参2-2-10
4) 撮影	参2-2-10
5) 刺針	参2-2-10
6) 現地調査	参2-2-10
7) 空中三角測量	参2-2-10
8) 数値図化	参2-2-10
9) 地形補備測量	参2-2-10
10) 数値編集	参2-2-10
11) 補測編集	参2-2-10
12) 数値地形図データファイルの作成	参2-2-10
5-1-2 空中写真測量フローチャート	参2-2-11
5-2 作業工程の計画	参2-2-14
5-2-1 各作業工程の検討	参2-2-14
(1) 地形図の使用目的	参2-2-14
(2) 図化区域	参2-2-14
(3) 必要精度	参2-2-14
(4) 地形図に表現すべき内容	参2-2-14
(5) 資料	参2-2-14
(6) 地図を必要とする時期	参2-2-14
(7) 地図情報レベル	参2-2-14
(8) 等高線間隔	参2-2-14
(9) 写真縮尺	参2-2-14
(10) 使用カメラ	参2-2-14
(11) 空中三角測量	参2-2-14
(12) 使用図化機	参2-2-14
5-3 撮影の計画	参2-2-15
5-3-1 撮影諸元の決定	参2-2-15
(1) 撮影縮尺	参2-2-15
(2) 対地高度	参2-2-15
(3) 撮影基準面	参2-2-15
(4) 撮影高度	参2-2-22
(5) 撮影基線長	参2-2-22
(6) 撮影コースの始点・終点	参2-2-22
(7) 撮影コースの位置	参2-2-22

(8) 撮影面積	参2-2-23
5-3-2 撮影コースの計画	参2-2-23
5-3-3 航空カメラとレンズ	参2-2-24
5-3-4 撮影飛行中に生じる障害	参2-2-25
(1) 計画撮影コースからのずれ	参2-2-25
(2) 計画撮影高度に対するずれ	参2-2-25
(3) 航空カメラの傾き (κ , ω , ϕ)	参2-2-26
1) κ (回転角)	参2-2-26
2) ω (進行方向に直交した傾斜角)	参2-2-26
3) ϕ (進行方向に対する傾斜角)	参2-2-26
5-4 標定点測量	参2-2-28
5-4-1 標定点測量・対空標識設置・刺針	参2-2-28
5-5 空中三角測量	参2-2-29
5-5-1 空中三角測量	参2-2-29
(1) 空中三角測量の概要	参2-2-29
(2) 空中三角測量の調整方法	参2-2-30
5-5-2 簡易水準測量	参2-2-33
(1) 簡易水準測量の概要	参2-2-33
(2) 路線の選定	参2-2-33
5-6 数値図化	参2-2-34
5-6-1 带状図化	参2-2-34

第2編 測量業務

第1章 測量業務積算基準（参考資料）

第1節 測量業務積算基準

1-1 成果検定

1-1-1 成果検定の対象

- (1) 基本測量（全ての測量の基礎となる測量で、国土地理院が行うものをいう）
基本測量は全ての測量の基礎となるものであり、高精度を要し、かつ利用度の高いものであるので、原則として全ての基本測量を成果検定の対象とする。
- (2) 公共測量（地方整備局等が行う測量）
国土交通省公共測量作業規程で、精度を要すると規定されている測量、後続の測量の基準となる測量（基盤地図情報に該当する測量成果等）及び成果の重要性を勘案して地図作成（修正・写真地図を含む。）、空中写真撮影、航空レーザ測量、一定距離以上の縦断測量を成果検定対象の標準とする。
 - 1) 基準点測量関係
 - ① 1級基準点測量
全てを検定の対象とする。
 - ② 2級基準点測量
全てを検定の対象とする。
 - ③ 3級基準点測量
下記3項目のうちのいずれかに該当する場合を検定の対象とする。
 - ・永久標識及びそれに準ずる標識を設置する場合
 - ・4級基準点測量の基準となる場合
 - ・レベル500地図作成のための標定点測量の基準となる場合
 - ④ 4級基準点測量
下記2項目のうちのいずれかに該当する場合を検定の対象とする。
 - ・永久標識及びそれに準ずる標識を設置する場合
 - ・レベル500～1000の地図作成のための標定点測量の基準となる場合
 - 2) 水準測量関係
 - ① 1級水準測量
全てを検定の対象とする。
 - ② 2級水準測量
全てを検定の対象とする。
 - ③ 3級及び4級水準測量
下記2項目のうちのいずれかに該当する場合を検定の対象とする。
 - ・永久標識及びそれに準ずる標識を設置する場合
 - ・図化のための簡易水準測量の基準を与える幹線測量となる場合
 - 3) 空中写真撮影関係
撮影面積にかかわらず検定の対象とし、撮影後速やかに検定を受けるものとする。
 - 4) 数値地形図データ作成関係
現地測量・数値図化・既成図数値化・数値地形図修正・写真地図・航空レーザ測量で作成した数値地形図データファイルについては、面積・縮尺にかかわらず検定の対象とする。なお、空中三角測量については、その成果が最終となる場合は検定の対象とする。
 - 5) 応用測量関係
路線測量・河川測量において実施される縦断測量で3kmを超えるものを検定の対象とする。
なお、縦断測量（仮BM設置測量・水準基標測量を含む）は、主に水準測量により行われていることから、検定料金が示されていない場合は、該当する水準測量の検定料金を適用することが出来るも

のとする。また、路線測量・河川測量において基盤地図情報に該当する測量成果等は検定の対象とする。

1-1-2 成果検定機関との成果の受渡し

成果検定機関との成果の受渡しは、郵送等により行うことを標準とし、成果検定に要する旅費交通費は計上しないものとする。

1-1-3 成果検定料金

成果検定料金は、物価資料（「積算資料」，「建設物価」をいう）を参考にして計上する。なお、地図作成等において、検定料金が地域条件等により区分されているものについては、その区分条件に応じた料金を使用する。

1-2 標準歩掛上の率計上費目

標準歩掛における各費目の構成は表1-1-1によるものとし、原則として歩掛内の各費目の直接人件費に対する割合として率計上する。

表1-1-1 標準歩掛上の率計上費目

費目	経費の内訳	摘要
機械経費	主要機械費	歩掛表に明示される機械等の損料，使用料
	雑器材費	上記以外の器械及び耐久性消耗品類の経費
材料費	主要材料費	歩掛表に明示される物品等の経費
	雑品費	上記以外の消耗品類
	処理薬品費	写真処理に関する経費
通信運搬費等	通信運搬費	電話代，切手代，宅配便等
	補償費	伐木補償費，踏み荒らし料
	雑費	上記以外の費用

1-3 全体計画及び現地踏査

路線測量及び河川測量の全体計画及び現地踏査は、単独の測量作業発注（たとえば中心線測量のみ）の場合でも計上する。ただし、河川測量の現地踏査については、「複写」のみの場合は除く。

1-4 打合せ協議

複数の測量業務を同時に発注する場合の打合せ協議は、主たる業務の歩掛を適用するものとし、それ以外の業務については、必要に応じて中間の打合せ協議ができるものとする。

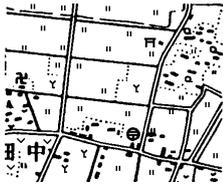
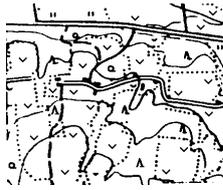
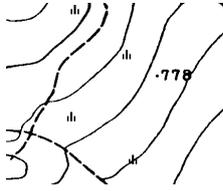
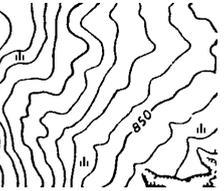
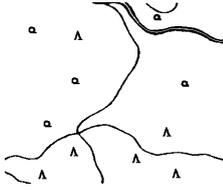
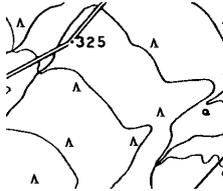
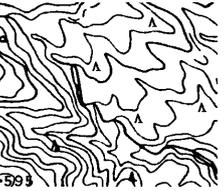
1-5 地域差による変化率適用区分

地域差による変化率の適用区分は、表1-1-2を標準とする。

表 1-1-2 地域差による変化率 (標準例)

縮尺 1/25,000

「国土地理院測量業務等積算資料より」

区分	平地	丘陵地	低山地	高山地
大市街地				
市街地(甲)				
市街地(乙)				
都市近郊				
耕地				
原野				
森林				

1-6 安全費の積算

安全費とは、当該測量業務を遂行するために安全対策上必要となる経費であり、現場状況により、以下の(1)又は(2)により算定した額とする。なお、安全対策上必要となる経費とは、主に交通誘導員、熊対策ハンター、ハブ対策監視員及びこれに伴う機材等に係わるものをいう。

- (1) 交通誘導員等に係わる安全費を算出する業務は、主として現道上で連続的に行われ、且つ安全対策が必要となる場合を対象とし、当該地域の安全費率を用いて次式により算出する。

$$(\text{安全費}) = \{ (\text{直接測量費}) - (\text{往復経費}) - (\text{成果検定費}) \} \times (\text{安全費率})$$

注) 1. 上式の直接測量費は、安全費を含まない費用である。

2. 往復経費とは、宿泊を伴う場合で積算上の基地から滞在地までの旅行等に要する費用である。

安全費率は表1-1-3を標準とする。

表1-1-3 安全費率

場 所 \ 地 域	地 域			
	大市街地	市街地甲	市街地乙 都市近郊	そ の 他
主として現道上	4.0%	3.5%	3.0%	2.5%

注) 1. 地域が複数となる場合は、地域毎の区間(距離)を重量とし、加重平均により率を算出する。

- (2) (1)によりがたい場合及び熊対策ハンター、ハブ対策監視員及びこれに伴う機材等に係わる安全費を算出する業務は、現場状況に応じて積上げ計算により算出する。

第2章 測量業務標準歩掛（参考資料）

第1節 基準点測量

1-1 基準点配点数の算出法

- (1) 1～3級基準点測量については、1-2基準点測量配点要領により算出する。
- (2) 4級基準点測量については、1-2基準点測量配点要領及び1-3面状における基準点配点数の両方を計算し、多い方を採用する。
- (3) 上記の方法はあくまでも理論値であり、上記により難しい場合は別途考慮する。

1-2 基準点測量配点要領

1-2-1 適用範囲

この配点要領は、国土交通省公共測量作業規程（以下作業規程という）第5編応用測量の路線測量及び河川測量等の線状建造物の測量を実施するに先立って実施すべき基準点測量において、級別基準点の設置数を算出するのに適用する。

1-2-2 測量計画

- (1) 測量計画区域付近の資料を収集する。
 - 1) 地形図、国土基本図等の図面
 - 2) 基本測量又は公共測量の基準点に関する情報収集
(国土地理院の本院又は各地方測量部等で提供を受ける。)
- (2) 測量計画区域を地形図等に表示する。
- (3) 既知点を基準点配点図から地形図等に確認表示する。
- (4) 既知点の異常の有無については地形図等にその旨表示する。

1-2-3 新設基準点の配点計画

測量計画区域の新設基準点の設置数を求めるには、作業規程第2編基準点測量に基づいて、経験的な基準点数を算出し配点計画を行うものとする。
標準的な配点割合は表2-1-1に示す。

1-2-4 測量計画区域内の新設基準点数

測量計画区域の延長に対し、作業規程第2-1条及び同運用基準のとおり新点間の基準距離に応じて新設基準点を求めるが、測量計画区域内に既知点がある場合は、必要な新設基準点数より減じるものとする。

1-2-5 測量計画区域外の新設基準点数

測量計画区域の規模により、新点間の基準距離や視通状況等からやむを得ず測量区域外に必要となる場合、又はその方が効率的である場合は、新設基準点を算定する。

1-2-6 配点計画上の留意点

1, 2級基準点の配点位置は、路線の端部付近に計画するものとする。なお、測量計画区域内に配点が出来ない場合でも新設基準点数は2点を標準とする。

表 2-1-1 線状構造物延長 1 km 当たりの基準点の配点割合

基準点名	新点間距離(m)	1 km 当たりの算定式	1 km 当り新設基準点数	
			路線測量	河川測量
1 級基準点	1,000	$1,000 \div 1,000$	1	1
2 級基準点	500	$1,000 \div 500 - (1 \text{ 級基準点数})$	1	1
3 級基準点	200	$1,000 \div 200 - (1, 2 \text{ 級基準点数})$	3	3
4 級基準点	50	$1,000 \div 50 - (1, 2, 3 \text{ 級基準点数})$	15	—

- 注) 1. 算定式の端数は、切り上げて整数とする。
 2. 河川測量は片岸を測量する場合である。兩岸を測量する場合は、表 2-1-1 の 2 倍とする。

1-3 面状における基準点配点数

既知点の種類、既知点間の標準距離、新点間の標準距離及び測量計画区域面積当たりの標準配点数は、次表のとおりとする。

表 2-1-2 測量計画区域面積当たりの標準配点数

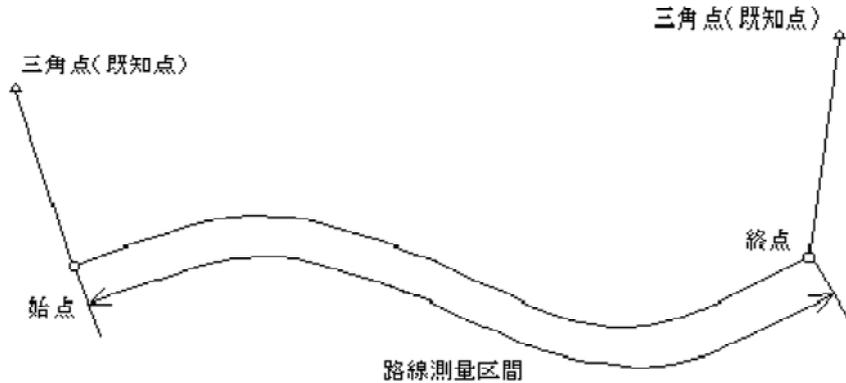
区 分	既知点の種類	既知点間の標準距離(m)	新点間の標準距離(m)	測量計画区域面積当たりの標準配点数
1 級基準点測量	一～四等三角点 1 級基準点	4,000	1,000	$A \div 87.0$
2 級基準点測量	一～四等三角点 1～2 級基準点	2,000	500	$A \div 22.0$ - (1 級基準点数)
3 級基準点測量	一～四等三角点 1～2 級基準点	1,500	200	$A \div 3.5$ - (1, 2 級基準点数)
4 級基準点測量	一～四等三角点 1～3 級基準点	500	50	$A \div 0.2$ - (1, 2, 3 級基準点数)

- 注) 1. A は測量計画区域面積 (ha 単位とする)
 2. 計算結果は小数点以下切り上げとする。

第2節 路線測量

2-1 路線測量

- (1) 路線測量を行う場合、既知点から既知点間の基準点測量を実施し、路線測量に必要な新点（始点・終点等）を設置するものとする。
- (2) 路線測量における積算計上距離は、路線（測点）延長とする。



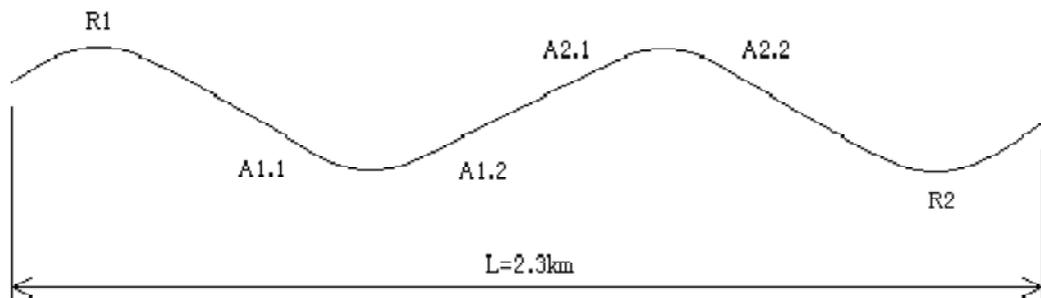
- (3) 伐採歩掛は伐採した中心線延長分を計上するものとする。
また、伐採幅については、測定が可能になる範囲とする。
- (4) 用地幅杭設置測量の取付部について、取付道路が独自に中心線を持ち、その中心線を基に幅杭設置するものは、その延長を本線に加算するものとする。
ただし、取付延長が短い等により、本線中心線を基に幅杭設置するものは、本線に含むものとし、別途加算しないものとする。

2-2 変化率

- (1) 横断測量の変化率の算定において「横断測量の測量幅及び測点間隔による変化率」に示す値の間になる場合は、直近の変化率を採用する。
- (2) 曲線数による変化率の算定は、標準歩掛「曲線数による変化率参考図」による曲線数で算定する。

・ 曲線数による変化率の算定例

測線延長2.3kmで、単曲線（R1、R2）が2箇所及び凸型のクロソイド曲線（A1、A2）が2箇所の場合



$$\begin{aligned} (1 \text{ km 当たり換算単曲線数}) &= (\text{換算単曲線数}) \div (\text{測線延長}) \\ &= \{ (\text{単曲線数}) + (\text{クロソイド曲線数}) \times 2 \} \div (\text{測線延長}) \\ &= (2 + 2 \times 2) \div 2.3 \\ &= 2.6 \div 3 \text{ (箇所)} \end{aligned}$$

∴ 変化率表より変化率は「+0.0」となる。

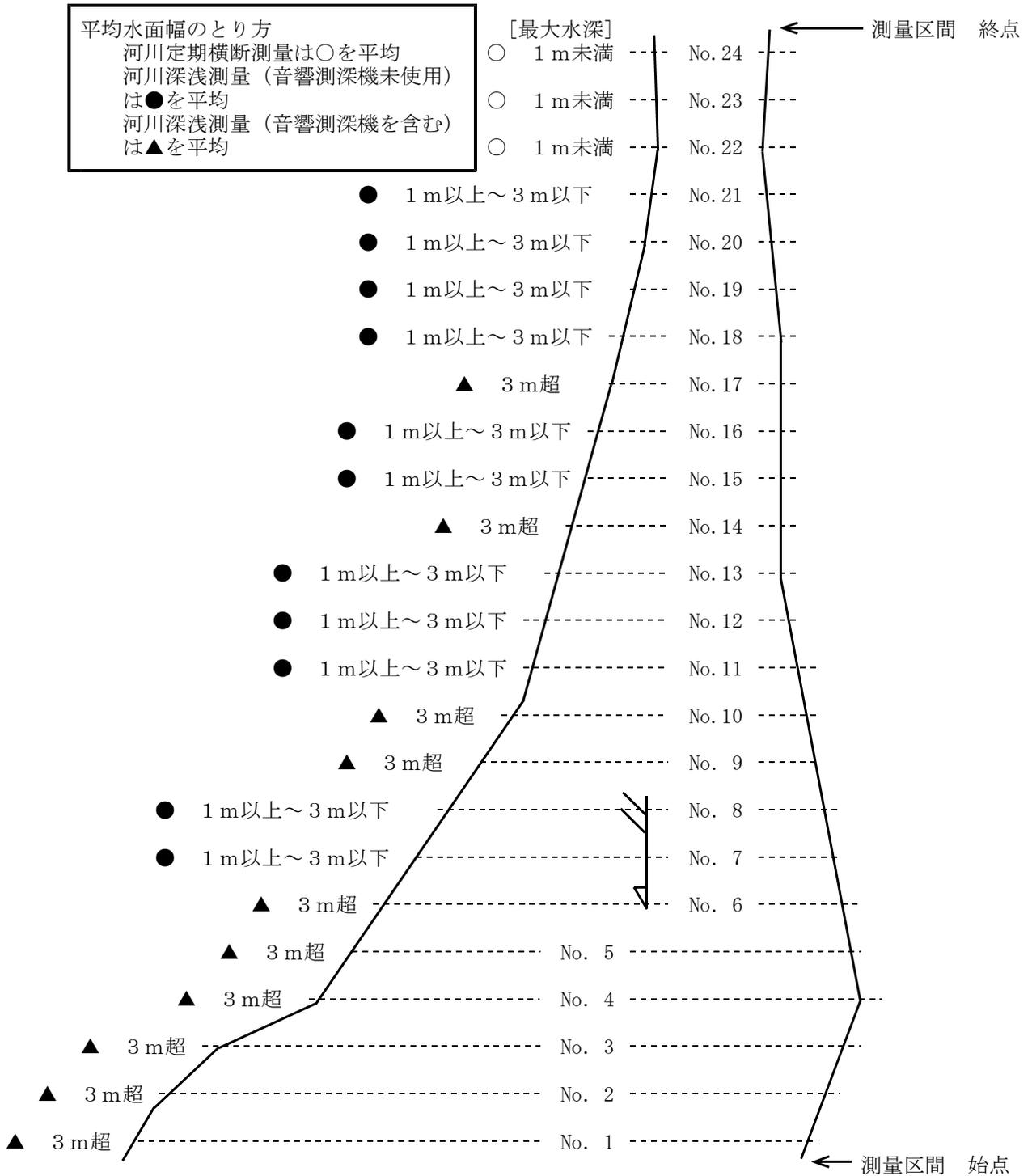
第3節 深浅測量

3-1 深浅測量の取扱い

(1) 河川深浅測量の平均水面幅と設計数量の計上

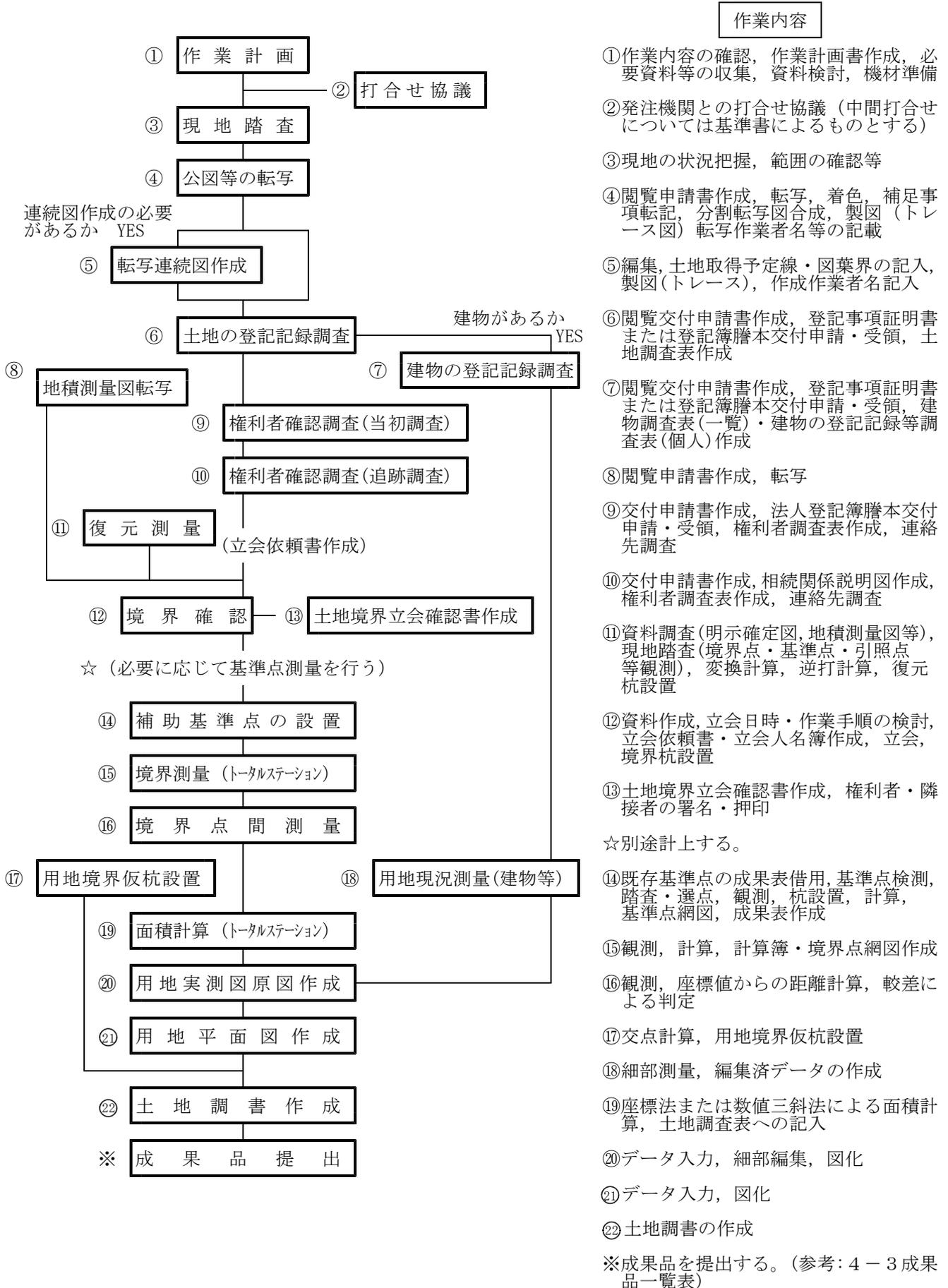
- ・ 1工区内の水深区分ごとの平均水面幅ごとに測線数を計上する。
- ・ 変化率は1工区内の水深区分ごとの平均水面幅で適用することを原則とする。
- ・ 1工区とは、一連の作業区域をいう。
- ・ 音響測深機の計上
音響測深機は、最大水深が3mを超える場合に計上する。

(2) 歩掛の適用と平均水面幅のとり方



第4節 用地測量

4-1 用地測量業務フローチャート

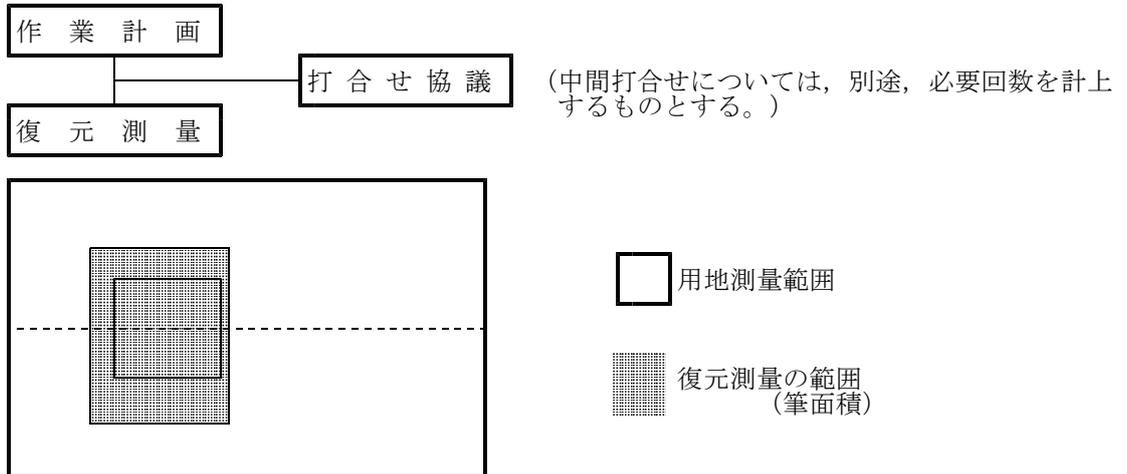


備考. 建物の登記記録調査でその戸数に含まれる建物の定義について
 一画の敷地内において一所有者が所有する建物を一戸とする。
 この場合、建物の登記記録において複数棟になっていても一戸とみなす。

4-2 単独発注する場合の業務フローチャート

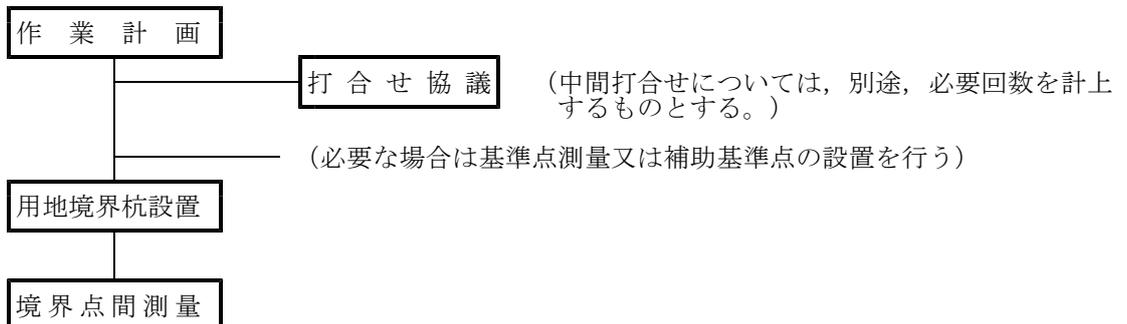
(1) 復元測量

境界確認において、境界を確定するうえで法務局において提出済の地積測量図他参考資料による境界杭の復元。



(2) 用地境界杭設置

用地管理のために用地幅杭または用地境界仮杭をコンクリート製の用地境界杭にする場合に適用する。



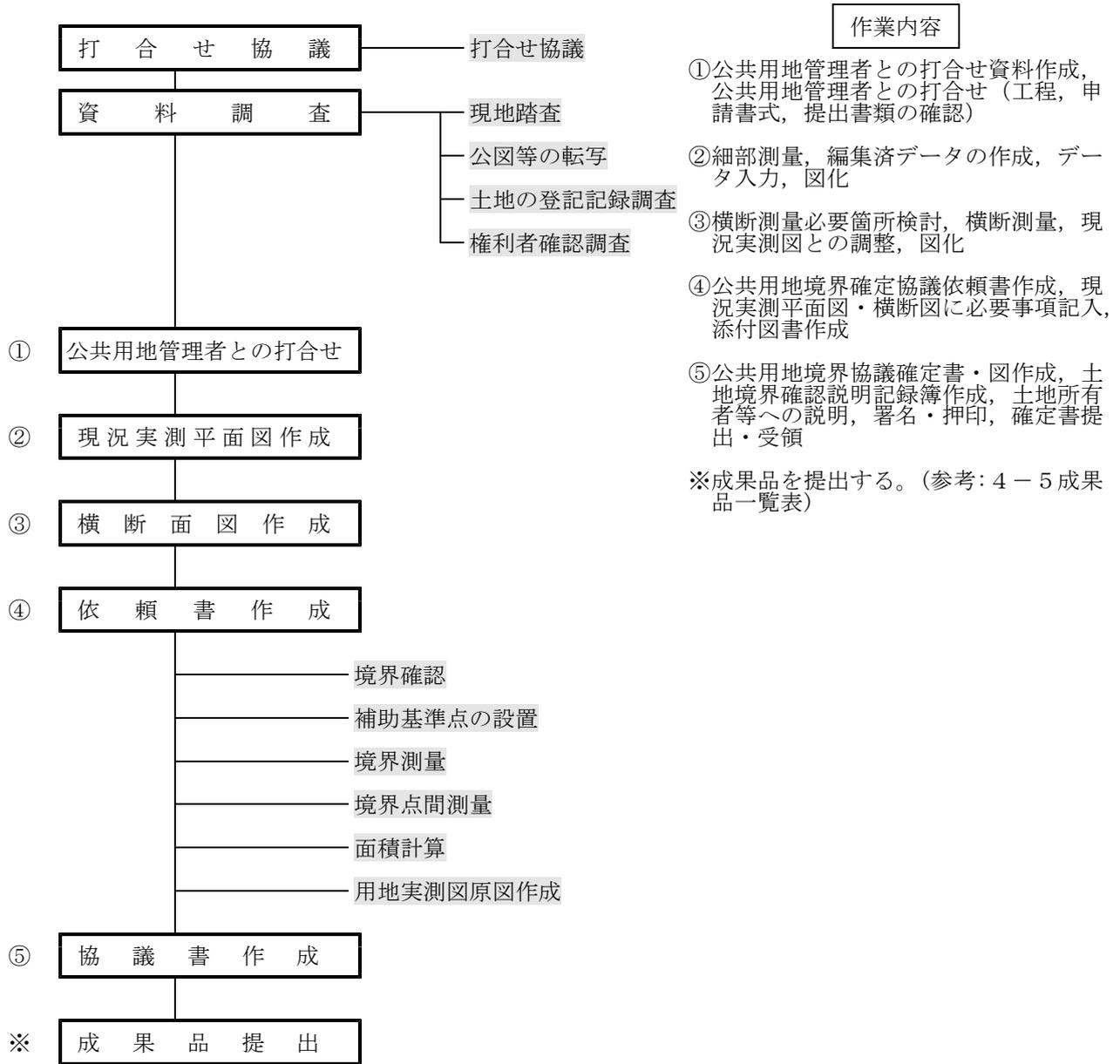
4-3 成果品一覧表

業 務 区 分	成 果 品 の 名 称	備 考
公 図 等 転 写	公図等転写図	不動産登記法14条第1項地図 法務局備え付け地図
公図等転写連続図作成	公図等転写連続図	位置関係を整合させた連続地図
土地の登記記録調査	土地調査表	
建物の登記記録調査	建物調査表（一覧） 建物の登記記録等調査表	
権利者確認調査 （当初調査）	権利者調査表 戸籍簿等調査表 法人登記簿又は商業登記簿等調査表	戸籍簿等謄本又は抄本を添付する 登記簿謄本又は抄本を添付する
権利者確認調査 （追跡調査）	権利者調査表 戸籍簿等調査表 相続関係説明図	戸籍簿謄本又は抄本を添付する
境 界 確 認	立会人名簿 立会依頼通知書	
土地境界立会確認書作成	土地境界立会確認書	
補助基準点の設置	基準点成果表 基準点網図 観測手簿 計算簿 基準点精度管理表 点の記	
境 界 測 量	基準点一覧表（使用部分） 境界測量観測手簿	
境界点間測量	境界測量精度管理表	
用地境界仮杭設置	杭設置箇所表示図	
用地実測図原図作成	用地実測図原図 用地実測図原図精度管理表 用地平面図 用地平面図精度管理表	ポリエステルフィルム ポリエステルフィルム
面 積 計 算	面積計算書	
土 地 調 書 作 成	土地調書	
復 元 測 量	復元箇所位置図 復元箇所座標又は観測手簿	写真含む
用地境界杭設置	設置位置図 設置位置座標	写真含む 用地境界杭一覧表

備考. 本表は、標準的な成果品一覧表であり、適用に当たっては、各発注機関が定める仕様書によるものとする。

4-4 公共用地境界確定協議業務フローチャート

この業務は、里道、水路等の管理者との境界確定協議を作成する必要がある場合のみ適用する。
用地測量と同時発注とする。



備考. については用地測量と重複する部分である。

4-5 成果品一覧表（公共用地境界確定協議）

業務区分	成果品の名称	備考
現況実測平面図作成	現況実測平面図	
横断図作成	横断図	
依頼書作成	公共用地境界確定協議依頼書 転写図 地図の連続図 土地の登記記録 位置図	
協議書作成	公共用地境界確定書	
その他	土地境界確認説明記録簿	

備考. 本表は、標準的な成果品一覧表であり、適用に当たっては、各発注機関が定める仕様書によるものとする。

第5節 空中写真測量

5-1 空中写真測量の工程

5-1-1 工程概要（国土交通省公共測量作業規程より抜粋）

(1) 空中写真測量

1) 作業計画

公共測量作業規程第11条の規定により工程別に作成するものとする。

2) 標定点の設置

既設点のほかに空中三角測量及び数値図化において空中写真の標定に必要な基準点又は水準点（標定点）を設置する作業をいう。

3) 対空標識の設置

空中三角測量及び数値図化において基準点、水準点、標定点等の写真座標を測定するため、基準点等に標識を設置する作業をいう。

4) 撮影

測量用空中写真を撮影する作業をいい、後続作業に必要な写真処理工程までを含むものとする。

5) 刺針

空中三角測量及び数値図化において基準点等の写真座標を測定するため、基準点等の位置を現地において空中写真上に表示する作業をいう。

6) 現地調査

数値地形図データを作成するために必要な各種表現事項、名称等について地図情報レベルを考慮して現地において調査確認し、その結果を空中写真及び参考資料に記入して、数値図化及び数値編集に必要な資料を作成する作業をいう。

7) 空中三角測量

解析図化機又はデジタルステレオ図化機を用いてパスポイント、タイポイント及び基準点等の写真座標を測定し、基準点成果及び撮影時に得られた外部標定要素を統合して調整計算を行った上、各写真の外部標定要素の成果値及びパスポイント、タイポイント等の水平位置及び標高を決定する作業をいう。

8) 数値図化

空中写真、空中三角測量等で得られた成果を使用し、デジタルステレオ図化機、解析図化機、座標読取装置付アナログ図化機（以下「数値図化機」という。）を用いて、ステレオモデルを構築し、地形、地物等の座標値を取得し、数値図化データを記録する作業をいう。

9) 地形補備測量

レベル1,000以下の数値地形図データを作成する場合において、計画機関が特に必要と認めて指定する区域を対象として、現地で等高線及び標高点を測定描画する作業をいう。

10) 数値編集

現地調査の結果に基づき、図形編集装置を用いて数値図化データを編集し、編集済データを作成する作業をいう。

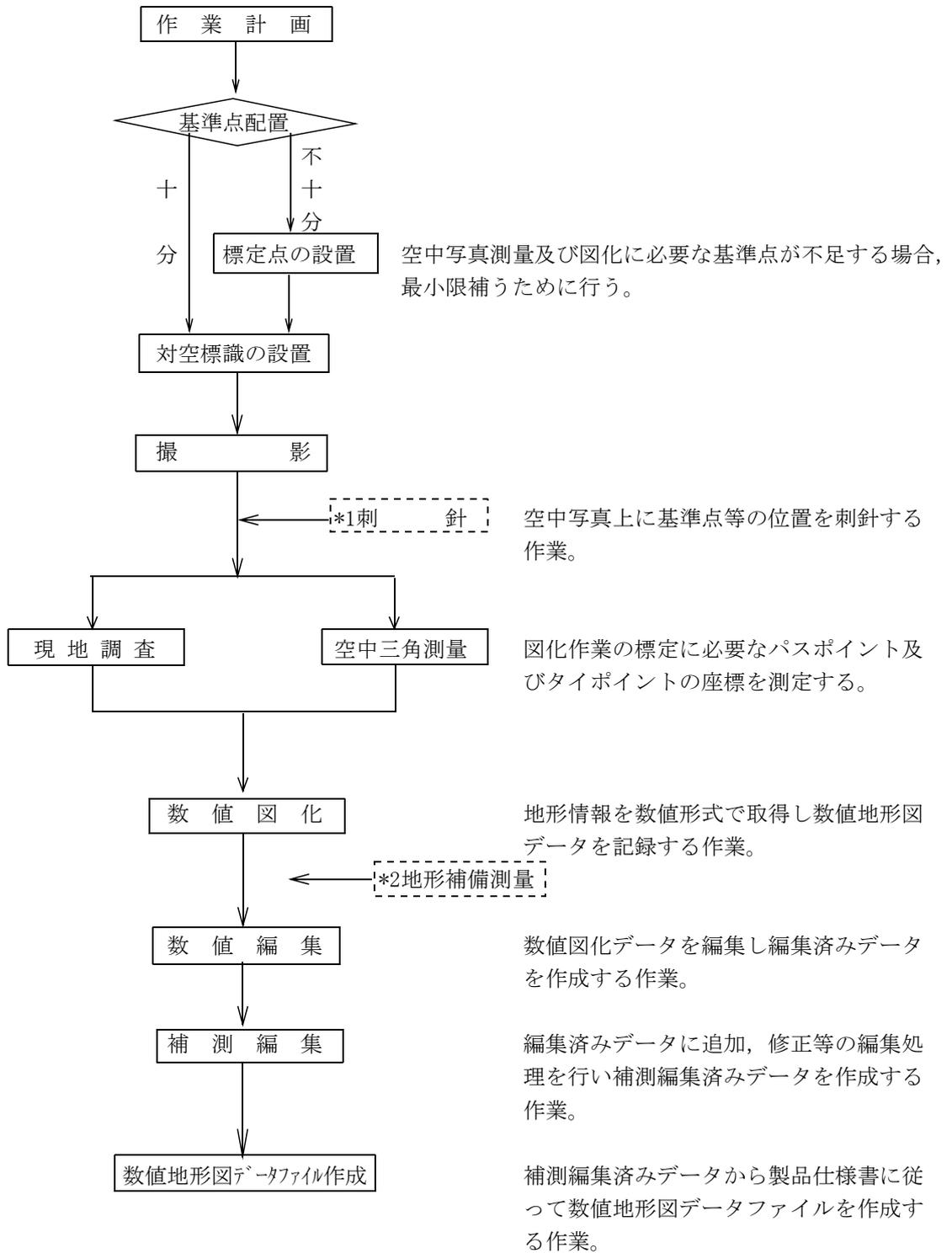
11) 補測編集

編集済データ及び出力図に表現されている重要な事項の確認を行い、必要部分を現地において補測する測量を行い、これらの結果に基づき編集済データを編集することにより、補測編集済データを作成する作業をいう。

12) 数値地形図データファイルの作成

製品仕様書に従って補測編集済データから数値地形図データファイルを作成し、電磁的記録媒体に記録する作業をいう。

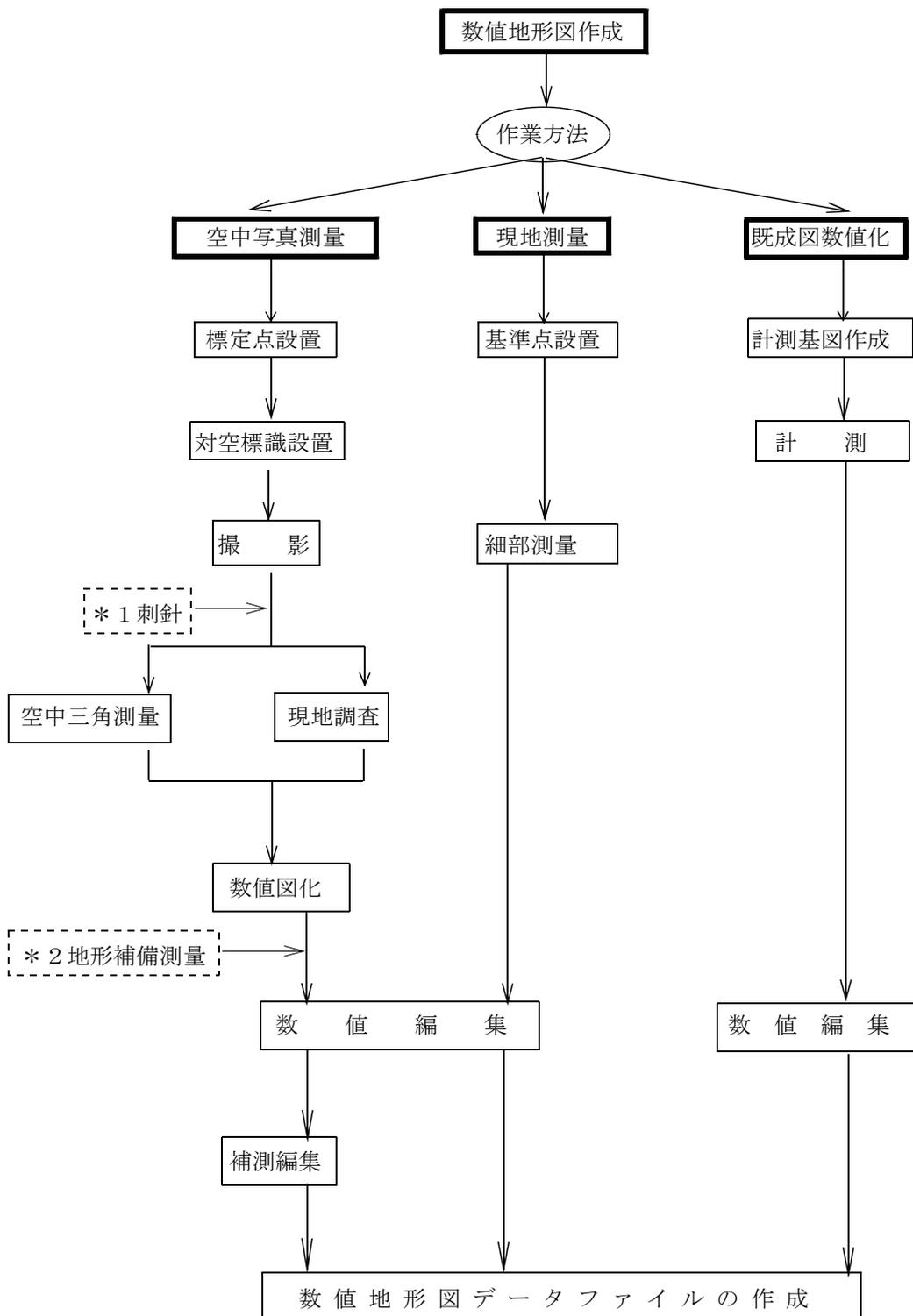
5-1-2 空中写真測量フローチャート



* 1 : 必要に応じて実施 (対標等が空中写真に写っていないとき，空中写真にその位置を刺針する。)

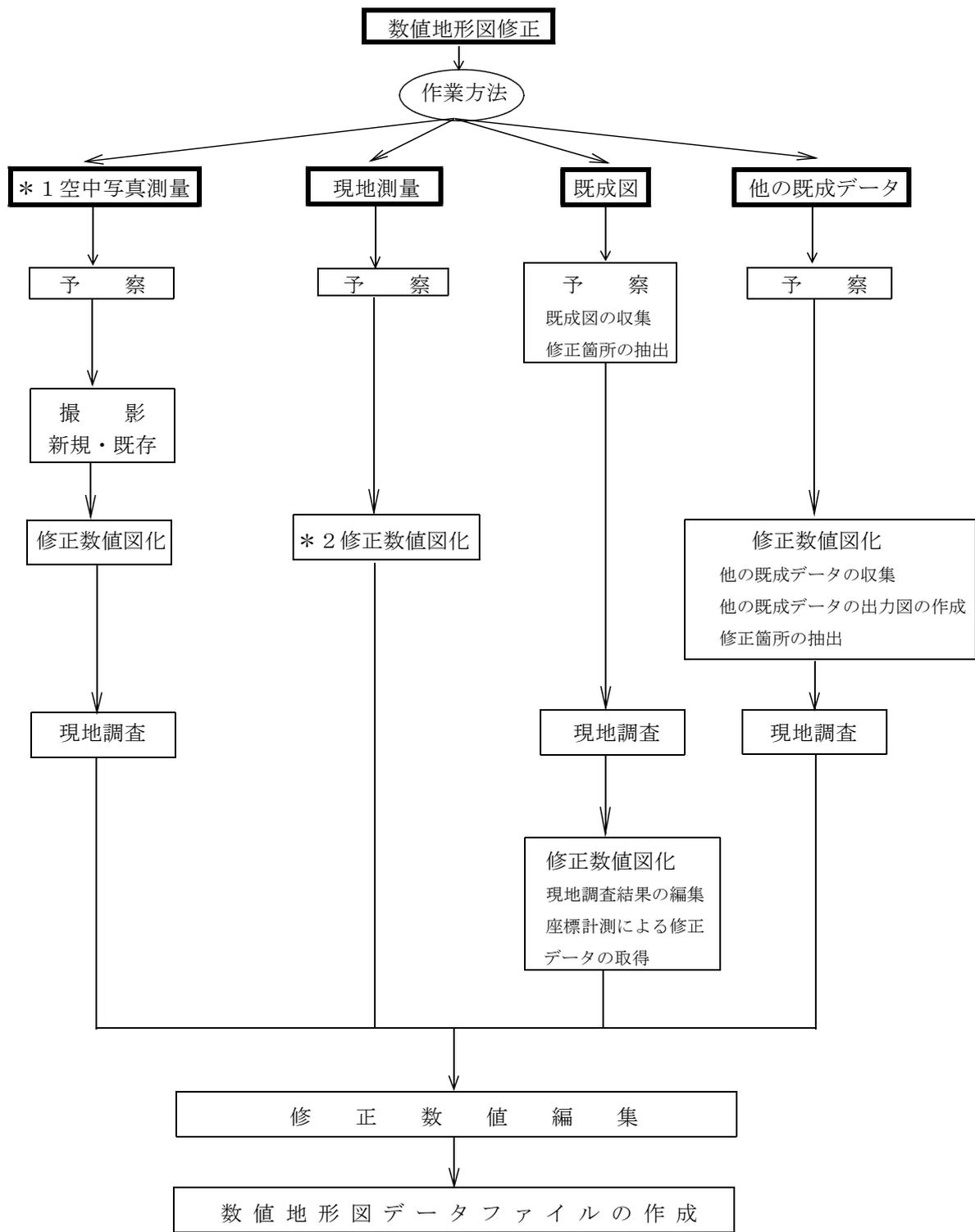
* 2 : レベル1,000以下の数値図化で作業機関が必要と認めた場合に行う。

図 2-5-1 空中写真測量フローチャート



- * 1 : 必要に応じて実施。(対標等が空中写真に写っていないとき、空中写真にその位置を刺針する)
- * 2 : レベル1000以下の数値地形図データの作成で作業機関が必要と認めた場合行う。

図 2-5-2 数値地形図作成のフローチャート



- * 1 : 数値地形図修正における空中写真測量の工程では、標定点の設置、対空標識の設置、空中三角測量の工程は省略する。空中写真がない場合には、新たに撮影を行う。
- * 2 : 現地測量における修正数値図化とは、予察結果等に基づきTS等により修正データを取得する作業をいう。

図 2 - 5 - 3 数値地形図修正のフローチャート

5-2 作業工程の計画

5-2-1 各作業工程の検討

計画を立てる場合の基本的条件として、次の事項を検討する。

- (1) 地形図の使用目的
道路計画, 河川計画, ダム・砂防計画等
- (2) 図化区域
面積, 形状
- (3) 必要精度
平面位置, 高さ
- (4) 地形図に表現すべき内容
作業規程及び図式等の検討, 図式にないものについての表現の検討。
- (5) 資料
収集した資料が使用できるものかどうか検討する。
- (6) 地図を必要とする時期
- (7) 地図情報レベル
地図情報レベルは, 使用目的に応じて, レベル2,500都市計画図, レベル2,500河川計画図等のよう
にあらかじめ指定されていることが一般的である。
- (8) 等高線間隔
地形図上に表現する等高線は, 実際には使用図化機の測定精度と図に表現されたときの見やすさを
考慮して決めなければならない。作業規程では, 図上間隔 0.8mm~1.0mmを基準にして等高線間隔を規
定している。
- (9) 写真縮尺
精度を十分に保つために写真縮尺を大きくすると, 写真枚数が増えて不経済であり, 逆に写真縮尺
が小さくなりすぎると, 経済的ではあるが精度は低下し, 判読も困難になって誤りを生じやすい。公
共測量作業規程第124条で地図情報レベルと撮影縮尺との関係を定めている。
やむを得ず該当する縮尺がない撮影及び対空標識の設置を行う場合の歩掛の適用は, 撮影縮尺を80
%を限度として適用することが出来るものとする。(例1/5,000の場合には1/4,000を適用)
- (10) 使用カメラ
同一高度から撮影した場合, 広角カメラの方が広い面積がカバーできて経済的に有利であり, 基線
高度比(主点基線長と撮影高度の比率)が大きくなるので高さの精度も良くなる。
また, 普通角カメラは, 市街地, 山岳地といった, 比高による死角が多くなる地域に, 長焦点カメ
ラは, 飛行制限等により低空撮影が制限されているとき等に用いることができる。
- (11) 空中三角測量
写真測量では, 標定のため1モデルごとに最小限3個の標定用基準点が必要であるが, これを全部
現地で測量することは, ほとんど不可能である。このため, 空中写真を使って標定に必要な基準点(パ
スポイント, タイポイント)の座標を求める作業が空中三角測量である。
- (12) 使用図化機
使用する数値図化機の性能は, 国土交通省公共測量作業規程第176条で定められている。

5-3 撮影の計画

5-3-1 撮影諸元の決定

(1) 撮影縮尺

地図情報レベルと撮影縮尺との関連は、精度と効率の面から公共測量作業規程第124条に定められている。

ただし、124条3. のとおり、計画機関が指示又は承認した場合に限り撮影縮尺を標準の80%を限度として小さくすることができる。

(2) 対地高度

H : 対地高度 Mb : 撮影縮尺 ($1/mb$)

f : 焦点距離

$Mb = 1/mb = f/H$ から

$H = mb \times f$ によって求められる。

写真縮尺: $1/12,500$ の場合

$H = 12,500 \times 0.15 = 1,875$ m

となる。

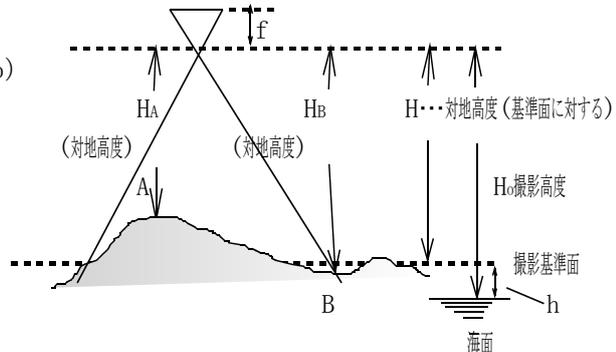


図2-5-4 比高による縮尺の違い

(3) 撮影基準面

撮影基準面は、通常、地域内の最高地点(A)と最低地点(B)の平均標高値を基準面として、撮影基準面を決定する。

例えば $A \rightarrow 55m$, $B \rightarrow 5m$ とすると, $h = 30m$

ただし、起伏のはげしい地域・台地が存在する地域等では、全体の平均標高値を用いる。また、サイドラップに余裕を持たせるために、少し高く設定することも多い。

基準面の決め方で影響の出るものは、写真縮尺・オーバーラップ・サイドラップ等である。

これらのうち、写真縮尺はそれほど問題とならないし、オーバーラップについてもコース上の撮影間隔だけであるから、撮影士が調整しながら撮影すれば、もし途中で比高の大きな地点があっても、オーバーラップに過不足は起こらない。サイドラップの場合は、コースが決められているから、撮影士のカメラ調整だけでは問題解決とならない。

サイドラップは、公共測量作業規程第130条によると最小でも10%以上なければならないが、それが不足すると予想される場合の解決法として、次の事が考えられる。

計画例

- 1) 撮影基準面の変更 (基準面を高くする)
- 2) コースの変更 (コース間隔を狭くする)
- 3) 基準面を2つにして段階的に撮影する。(広い台地がある場合)
- 4) コースはそのままとして、コース間に補備コースを設ける。(コース間に高地のある場合)

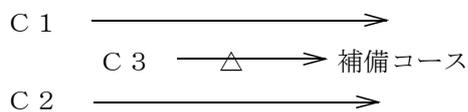


図2-5-5 補備コース

これらを判断する資料として表2-5-1が有効である。

また、サイドラップは10%以上と決められているが、図2-5-7で検討する場合、10%を基に考えるとコースのずれによってサイドラップが10%以下になることもあるので、15~20%を下限とした方がよい。

$1/12,500$ を撮影する場合、基準面からの対地高度は1,875mである。

この場合において、図2-5-5のように、コース間に高地があつて、比高が250~300mを超えるものであったら、1)~4)のような計画変更をすべきである。

表2-5-1 撮影計画表

6枚中1

[比高の変化による写真縮尺・サイドラップの変化の算出]

1. 焦点距離	.....	$f = 0.15\text{m}$
2. 写真一边の長さ	.....	0.23m
3. 比高	.....	マイナスは基準面より低い。
4. 撮影高度	.....	計画写真縮尺における基準面からの飛行高度
5. 対地高度	.....	(撮影高度) - (撮影基準面高又は平均標高)
6. 写真縮尺	.....	(対地高度) ÷ (焦点距離)
7. 一边の実距離	.....	(写真縮尺) × 0.23m
8. サイドラップの実距離	.....	(一边の実距離) - (コース間隔)
9. サイドラップ	.....	(サイドラップの実距離) ÷ (一边の実距離)
10. コース間隔	.....	(計画写真縮尺における一边の実距離) × 0.7
11. 一边の実距離の縮尺	.....	(一边の実距離) ÷ (地図縮尺)

計画写真縮尺 1 / 4,000				コース間隔 644		標準(サイドラップ30%) 一边の実距離の縮尺寸法		
基準面からの比高(m)	対地高度(m)	写真縮尺	一边の実距離(m)	サイドラップ実距離(m)	サイドラップ(%)	1/20万(mm)	1/5万(mm)	1/2.5万(mm)
200	400	1/ 2,666	613	- 31	- 5.1	3.1	12.3	24.5
150	450	1/ 3,000	690	46	6.7	3.5	13.8	27.6
100	500	1/ 3,333	766	122	15.9	3.8	15.3	30.6
50	550	1/ 3,666	843	199	23.6	4.2	16.9	33.7
0	600	1/ 4,000	920	276	30.0	4.6	18.4	36.8
- 50	650	1/ 4,333	996	352	35.3	5.0	19.9	39.8
- 100	700	1/ 4,666	1,073	429	40.0	5.4	21.5	42.9
- 150	750	1/ 5,000	1,150	506	44.0	5.8	23.0	46.0
- 200	800	1/ 5,333	1,226	582	47.5	6.1	24.5	49.0
- 250	850	1/ 5,666	1,303	659	50.6	6.5	26.1	52.1
- 300	900	1/ 6,000	1,380	736	53.3	6.9	27.6	55.2
- 350	950	1/ 6,333	1,456	812	55.8	7.3	29.1	58.2
- 400	1,000	1/ 6,666	1,533	889	58.0	7.7	30.7	61.3
- 450	1,050	1/ 7,000	1,610	966	60.0	8.1	32.2	64.4
- 500	1,100	1/ 7,333	1,686	1,042	61.8	8.4	33.7	67.4
- 550	1,150	1/ 7,666	1,763	1,119	63.5	8.8	35.3	70.5
- 600	1,200	1/ 8,000	1,840	1,196	65.0	9.2	36.8	73.6
- 650	1,250	1/ 8,333	1,916	1,272	66.4	9.6	38.3	76.6
- 700	1,300	1/ 8,666	1,993	1,349	67.7	10.0	39.9	79.7
- 750	1,350	1/ 9,000	2,070	1,426	68.9	10.4	41.4	82.8
- 800	1,400	1/ 9,333	2,146	1,502	70.0	10.7	42.9	85.8

1/4,000を撮影する場合、対地高度は600mである。たとえばコース間に高地があつて、比高が100~150mを超えるものであつたら、基準面の設定に注意すべきである。

表 2-5-1 撮影計画表

6枚中2

計画写真縮尺 1 / 5,000				コース間隔 805		標準(サイドラップ30%) 一辺の実距離の縮尺寸法		
基準面から の比高(m)	対地高度 (m)	写真縮尺	一辺の実 距離(m)	サイドラップ° 実距離(m)	サイドラップ° (%)	1/20万 (mm)	1/5万 (mm)	1/2.5万 (mm)
250	500	1/ 3,333	766	- 38	- 5.1	3.8	15.3	30.6
200	550	1/ 3,666	843	38	4.5	4.2	16.9	33.7
150	600	1/ 4,000	920	115	12.5	4.6	18.4	36.8
100	650	1/ 4,333	996	191	19.2	5.0	19.9	39.8
50	700	1/ 4,666	1,073	268	25.0	5.4	21.5	42.9
0	750	1/ 5,000	1,150	345	30.0	5.8	23.0	46.0
- 50	800	1/ 5,333	1,226	421	34.3	6.1	24.5	49.0
- 100	850	1/ 5,666	1,303	498	38.2	6.5	26.1	52.1
- 150	900	1/ 6,000	1,380	575	41.7	6.9	27.6	55.2
- 200	950	1/ 6,333	1,456	651	44.7	7.3	29.1	58.2
- 250	1,000	1/ 6,666	1,533	728	47.5	7.7	30.7	61.3
- 300	1,050	1/ 7,000	1,610	805	50.0	8.1	32.2	64.4
- 350	1,100	1/ 7,333	1,686	881	52.3	8.4	33.7	67.4
- 400	1,150	1/ 7,666	1,763	958	54.3	8.8	35.3	70.5
- 450	1,200	1/ 8,000	1,840	1,035	56.3	9.2	36.8	73.6
- 500	1,250	1/ 8,333	1,916	1,111	58.0	9.6	38.3	76.6
- 550	1,300	1/ 8,666	1,993	1,188	59.6	10.0	39.9	79.7
- 600	1,350	1/ 9,000	2,070	1,265	61.1	10.4	41.4	82.8
- 650	1,400	1/ 9,333	2,146	1,341	62.5	10.7	42.9	85.8
- 700	1,450	1/ 9,666	2,223	1,418	63.8	11.1	44.5	88.9
- 750	1,500	1/10,000	2,300	1,495	65.0	11.5	46.0	92.0
- 800	1,550	1/10,333	2,376	1,571	66.1	11.9	47.5	95.0

表 2-5-1 撮影計画表

6枚中3

計画写真縮尺 1 / 8,000				コース間隔 1,288		標準(サイドラップ30%) 一辺の実距離の縮尺寸法		
基準面から の比高(m)	対地高度 (m)	写真縮尺	一辺の実 距離(m)	サイドラップ 実距離(m)	サイドラップ (%)	1/20万 (mm)	1/5万 (mm)	1/2.5万 (mm)
350	850	1/ 5,666	1,303	15	1.2	6.5	26.1	52.1
300	900	1/ 6,000	1,380	92	6.7	6.9	27.6	55.2
250	950	1/ 6,333	1,456	168	11.5	7.3	29.1	58.2
200	1,000	1/ 6,666	1,533	245	16.0	7.7	30.7	61.3
150	1,050	1/ 7,000	1,610	322	20.0	8.1	32.2	64.4
100	1,100	1/ 7,333	1,686	398	23.6	8.4	33.7	67.4
50	1,150	1/ 7,666	1,763	475	26.9	8.8	35.3	70.5
0	1,200	1/ 8,000	1,840	552	30.0	9.2	36.8	73.6
- 50	1,250	1/ 8,333	1,916	628	32.8	9.6	38.3	76.6
- 100	1,300	1/ 8,666	1,993	705	35.4	10.0	39.9	79.7
- 150	1,350	1/ 9,000	2,070	782	37.8	10.4	41.4	82.8
- 200	1,400	1/ 9,333	2,146	858	40.0	10.7	42.9	85.8
- 250	1,450	1/ 9,666	2,223	935	42.1	11.1	44.5	88.9
- 300	1,500	1/10,000	2,300	1,012	44.0	11.5	46.0	92.0
- 350	1,550	1/10,333	2,376	1,088	45.8	11.9	47.5	95.0
- 400	1,600	1/10,666	2,453	1,165	47.5	12.3	49.1	98.1
- 450	1,650	1/11,000	2,530	1,242	49.1	12.7	50.6	101.2
- 500	1,700	1/11,333	2,606	1,318	50.6	13.0	52.1	104.2
- 550	1,750	1/11,666	2,683	1,395	52.0	13.4	53.7	107.3
- 600	1,800	1/12,000	2,760	1,472	53.3	13.8	55.2	110.4
- 650	1,850	1/12,333	2,836	1,548	54.6	14.2	56.7	113.4
- 700	1,900	1/12,666	2,913	1,625	55.8	14.6	58.3	116.5
- 750	1,950	1/13,000	2,990	1,702	56.9	15.0	59.8	119.6
- 800	2,000	1/13,333	3,066	1,778	58.0	15.3	61.3	122.6

表 2-5-1 撮影計画表

6枚中4

計画写真縮尺 1/10,000				コース間隔 1,610		標準(サイドラップ30%) 一辺の実距離の縮尺寸法		
基準面から の比高(m)	対地高度 (m)	写真縮尺	一辺の実 距離(m)	サイドラップ 実距離(m)	サイドラップ (%)	1/20万 (mm)	1/5万 (mm)	1/2.5万 (mm)
500	1,000	1/ 6,666	1,533	- 77	-5.0	7.7	30.7	61.3
450	1,050	1/ 7,000	1,610	0	0	8.0	32.2	64.4
400	1,100	1/ 7,333	1,686	76	4.5	8.4	33.7	67.4
350	1,150	1/ 7,666	1,763	153	8.7	8.8	35.3	70.5
300	1,200	1/ 8,000	1,840	230	12.5	9.2	36.8	73.6
250	1,250	1/ 8,333	1,916	306	16.0	9.6	38.3	76.6
200	1,300	1/ 8,666	1,993	383	19.2	10.0	39.9	79.7
150	1,350	1/ 9,000	2,070	460	22.2	10.4	41.4	82.8
100	1,400	1/ 9,333	2,146	536	25.0	10.7	42.9	85.8
50	1,450	1/ 9,666	2,223	613	27.6	11.1	44.5	88.9
0	1,500	1/10,000	2,300	690	30.0	11.5	46.0	92.0
- 50	1,550	1/10,333	2,376	766	32.2	11.9	47.5	95.0
- 100	1,600	1/10,666	2,453	843	34.4	12.3	49.1	98.1
- 150	1,650	1/11,000	2,530	920	36.4	12.7	50.6	101.2
- 200	1,700	1/11,333	2,606	996	38.2	13.0	52.1	104.2
- 250	1,750	1/11,666	2,683	1,073	40.0	13.4	53.7	107.3
- 300	1,800	1/12,000	2,760	1,150	41.7	13.8	55.2	110.4
- 350	1,850	1/12,333	2,836	1,226	43.2	14.2	56.7	113.4
- 400	1,900	1/12,666	2,913	1,303	44.7	14.6	58.3	116.5
- 450	1,950	1/13,000	2,990	1,380	46.2	15.0	59.8	119.6
- 500	2,000	1/13,333	3,066	1,456	47.5	15.3	61.3	122.6
- 550	2,050	1/13,666	3,143	1,533	48.8	15.7	62.9	125.7
- 600	2,100	1/14,000	3,220	1,610	50.0	16.1	64.4	128.8
- 650	2,150	1/14,333	3,296	1,686	51.2	16.5	65.9	131.8
- 700	2,200	1/14,666	3,373	1,763	52.3	16.9	67.5	134.9
- 750	2,250	1/15,000	3,450	1,840	53.3	17.3	69.0	138.0
- 800	2,300	1/15,333	3,526	1,916	54.3	17.6	70.5	141.0

表2-5-1 撮影計画表

6枚中5

計画写真縮尺 1/12,500				コース間隔 2,013		標準(サイドラップ30%) 一辺の実距離の縮尺寸法		
基準面からの比高(m)	対地高度(m)	写真縮尺	一辺の実距離(m)	サイドラップ° 実距離(m)	サイドラップ° (%)	1/20万 (mm)	1/5万 (mm)	1/2.5万 (mm)
550	1,325	1/8,833	2,031	18	0.9	10.2	40.6	81.2
500	1,375	1/9,166	2,108	95	4.5	10.5	42.2	84.3
450	1,425	1/9,500	2,185	172	7.9	10.9	43.7	87.4
400	1,475	1/9,833	2,261	248	11.0	11.3	45.2	90.4
350	1,525	1/10,166	2,338	325	13.9	11.7	46.8	93.5
300	1,575	1/10,500	2,415	402	16.6	12.1	48.3	96.6
250	1,625	1/10,833	2,491	478	19.2	12.5	49.8	99.6
200	1,675	1/11,166	2,568	555	21.6	12.8	51.4	102.7
150	1,725	1/11,500	2,645	632	23.9	13.2	52.9	105.8
100	1,775	1/11,833	2,721	708	26.0	13.6	54.4	108.8
50	1,825	1/12,166	2,798	785	28.1	14.0	56.0	111.9
0	1,875	1/12,500	2,875	862	30.0	14.4	57.5	115.0
-50	1,925	1/12,833	2,951	938	31.8	14.8	59.0	118.0
-100	1,975	1/13,166	3,028	1,015	33.5	15.1	60.6	121.1
-150	2,025	1/13,500	3,105	1,092	35.2	15.5	62.1	124.2
-200	2,075	1/13,833	3,181	1,168	36.7	15.9	63.6	127.2
-250	2,125	1/14,166	3,258	1,245	38.2	16.3	65.2	130.3
-300	2,175	1/14,500	3,335	1,322	39.6	16.7	66.7	133.4
-350	2,225	1/14,833	3,411	1,398	41.0	17.1	68.2	136.4
-400	2,275	1/15,166	3,488	1,475	42.3	17.4	69.8	139.5
-450	2,325	1/15,500	3,565	1,552	43.5	17.8	71.3	142.6
-500	2,375	1/15,833	3,641	1,628	44.7	18.2	72.8	145.6
-550	2,425	1/16,166	3,718	1,705	45.9	18.6	74.4	148.7
-600	2,475	1/16,500	3,795	1,782	47.0	19.0	75.9	151.8
-650	2,525	1/16,833	3,871	1,858	48.0	19.4	77.4	154.8
-700	2,575	1/17,166	3,948	1,935	49.0	19.7	79.0	157.9
-750	2,625	1/17,500	4,025	2,012	50.0	20.1	80.5	161.0
-800	2,675	1/17,833	4,101	2,088	50.9	20.5	82.0	164.0

表 2-5-1 撮影計画表

6 枚中 6

計画写真縮尺 1 / 15,000				コース間隔 2,415		標準(サイドラップ30%) 一辺の実距離の縮尺寸法		
基準面から の比高(m)	対地高度 (m)	写真縮尺	一辺の実 距離(m)	サイドラップ 実距離(m)	サイドラップ (%)	1/20万 (mm)	1/5万 (mm)	1/2.5万 (mm)
650	1,600	1/10,666	2,453	38	1.5	12.3	49.1	98.1
600	1,650	1/11,000	2,530	115	4.5	12.7	50.6	101.2
550	1,700	1/11,333	2,606	191	7.3	13.0	52.1	104.2
500	1,750	1/11,666	2,683	268	10.0	13.4	53.7	107.3
450	1,800	1/12,000	2,760	345	12.5	13.8	55.2	110.4
400	1,850	1/12,333	2,836	421	14.8	14.2	56.7	113.4
350	1,900	1/12,666	2,913	498	17.1	14.6	58.3	116.5
300	1,950	1/13,000	2,990	575	19.2	15.0	59.8	119.6
250	2,000	1/13,333	3,066	651	21.2	15.3	61.3	122.6
200	2,050	1/13,666	3,143	728	23.2	15.7	62.9	125.7
150	2,100	1/14,000	3,220	805	25.0	16.1	64.4	128.8
100	2,150	1/14,333	3,296	881	26.7	16.5	65.9	131.8
50	2,200	1/14,666	3,373	958	28.4	16.9	67.5	134.9
0	2,250	1/15,000	3,450	1,035	30.0	17.3	69.0	138.0
- 50	2,300	1/15,333	3,526	1,111	31.5	17.6	70.5	141.0
- 100	2,350	1/15,666	3,603	1,188	33.0	18.0	72.1	144.1
- 150	2,400	1/16,000	3,680	1,265	34.4	18.4	73.6	147.2
- 200	2,450	1/16,333	3,756	1,341	35.7	18.8	75.1	150.2
- 250	2,500	1/16,666	3,833	1,418	37.0	19.2	76.7	153.3
- 300	2,550	1/17,000	3,910	1,495	38.2	19.6	78.2	156.4
- 350	2,600	1/17,333	3,986	1,571	39.4	19.9	79.7	159.4
- 400	2,650	1/17,666	4,063	1,648	40.6	20.3	81.3	162.5
- 450	2,700	1/18,000	4,140	1,725	41.7	20.7	82.8	165.6
- 500	2,750	1/18,333	4,216	1,801	42.7	21.1	84.3	168.6
- 550	2,800	1/18,666	4,293	1,878	43.7	21.5	85.9	171.7
- 600	2,850	1/19,000	4,370	1,955	44.7	21.9	87.4	174.8
- 650	2,900	1/19,333	4,446	2,031	45.7	22.2	88.9	177.8
- 700	2,950	1/19,666	4,523	2,108	46.6	22.6	90.5	180.9
- 750	3,000	1/20,000	4,600	2,185	47.5	23.0	92.0	184.0
- 800	3,050	1/20,333	4,676	2,261	48.4	23.4	93.5	187.0
- 850	3,100	1/20,666	4,753	2,338	49.2	23.8	95.1	190.1
- 900	3,150	1/21,000	4,830	2,415	50.0	24.2	96.6	193.2
- 950	3,200	1/21,333	4,906	2,491	50.8	24.5	98.1	196.2

(4) 撮影高度

撮影高度(H₀) = 対地高度(H) + 撮影基準面高又は平均標高(h)

(例) 1/12,500を撮影する場合(H₀)

$$1,875 + 30 = 1,905 \text{ m}$$

(5) 撮影基線長

測量用空中写真の撮影は、同一のコース内において、互いに60%程度の重なり(オーバーラップ: O.L)を持たせるように計画する。

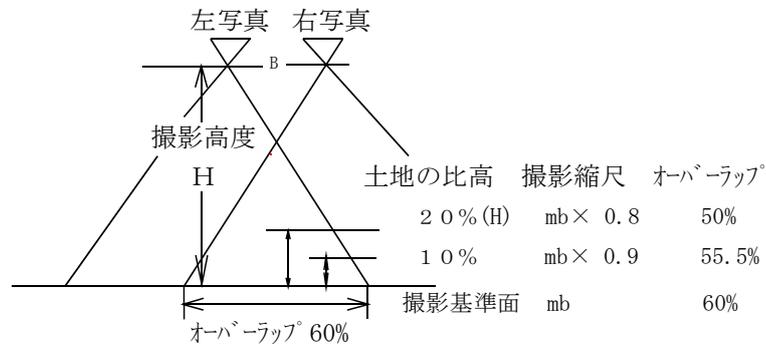


図2-5-6 写真の重複度

1コースの中で、1つの撮影点から次の撮影点までの距離を撮影基線長と呼び、図2-5-6のBに相当する。

撮影基線長 = 写真一边の地上距離 × (1 - 60/100) = 写真一边の地上距離 × 0.4

※ 複コース及び面的な撮影の場合は、隣接コース間の重なり(サイドラップ: S.L)を約30%を持たせるようにする。コース間隔は図2-5-7のcに相当する。

$$\text{コース間隔} = \text{写真一边の地上距離} \times (1 - 30/100) = \text{写真一边の地上距離} \times 0.7$$

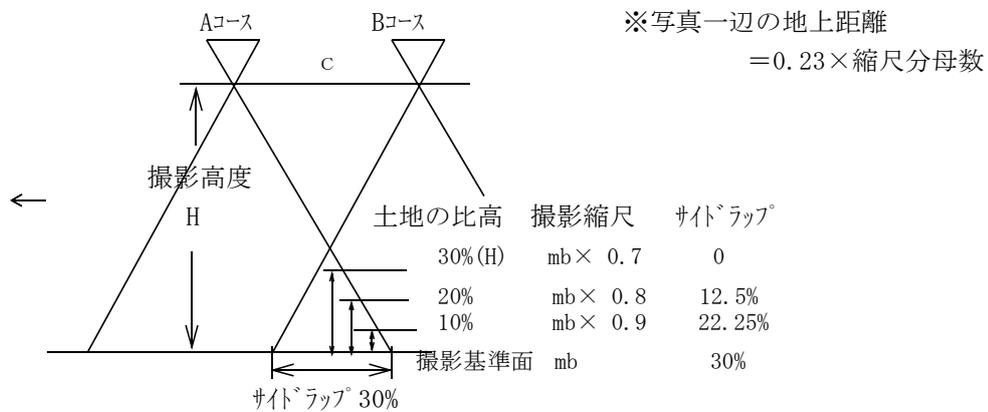


図2-5-7 コース間の重複度

(6) 撮影コースの始点・終点

撮影地域を確実にカバーするために、撮影コースの始点・終点は必ず撮影計画地域外にあるようにする。

※ O.L, S.Lも同様に、撮影地域に高い山等があると撮影に際し、中心投影の死角となって撮影できない個所が生じることから、O.L, S.Lが不足しないよう注意して計画する。

b: 死角となって欠像となる部分

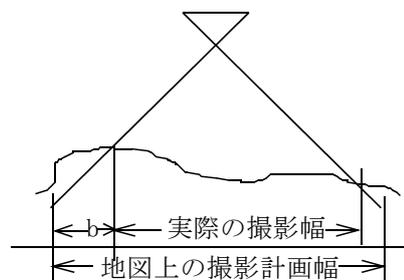


図2-5-8 撮影範囲

(7) 撮影コースの位置

コースの位置は、図化作業に支障のないよう、地形図の真中を通るように、基準点配置を考慮して決定する。

(8) 撮影面積

撮影面積は、空中写真を必要とする地域の面積で、地形図作成の場合は、安全性と標定点の配置状況を考慮した面積とする。

※ 線状撮影の場合の面積

単発機を使用して、広角カメラ（焦点距離 $f=0.15m$ ）で線状の撮影をする場合の面積は、次式により算定するものとする。

$$\text{撮影面積 (km}^2\text{)} = \text{写真一辺の実距離 (km)} \times \text{撮影総延長 (km)}$$

5-3-2 撮影コースの計画

コースの計画は、撮影地域を十分に覆って図化作業に支障のないようにし、かつ、撮影地域の地形を考えて、航空保安上から撮影運航に障害のないように計画する。

コースは、東西方向に計画するのが、実体観測をする際には理想的である。地域が狭長である場合及び路線撮影の場合は、後続作業での基準点配置、図化能率等の経済性を考慮して、路線方向及び長方向にコースを計画する。

※ 路線撮影コースの計画

道路・河川・海岸・鉄道等細長く伸びている地物を図化するために、路線撮影を実施する際は、計画する地域が撮影するコース幅の70%~80%位の範囲におさまるように余裕を持たせ、全体的な形状に沿わせて直線でコースを計画する。また、折れ曲がっているコースの折点では、重複して撮影するようにコースを延伸する。

また、コースを2, 3モデル延長する事により、既設基準点が含まれて空中三角測量に利用できる場合、新たに標定点を設けるよりは経済的なことが多い。

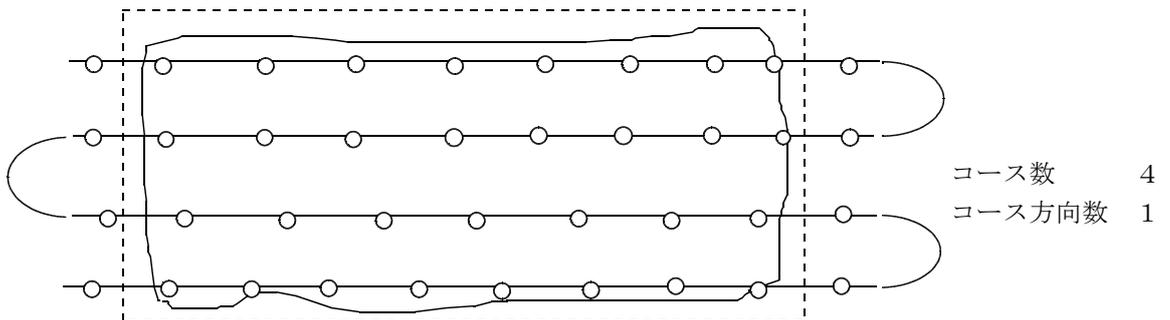


図 2-5-9 広地域撮影計画例

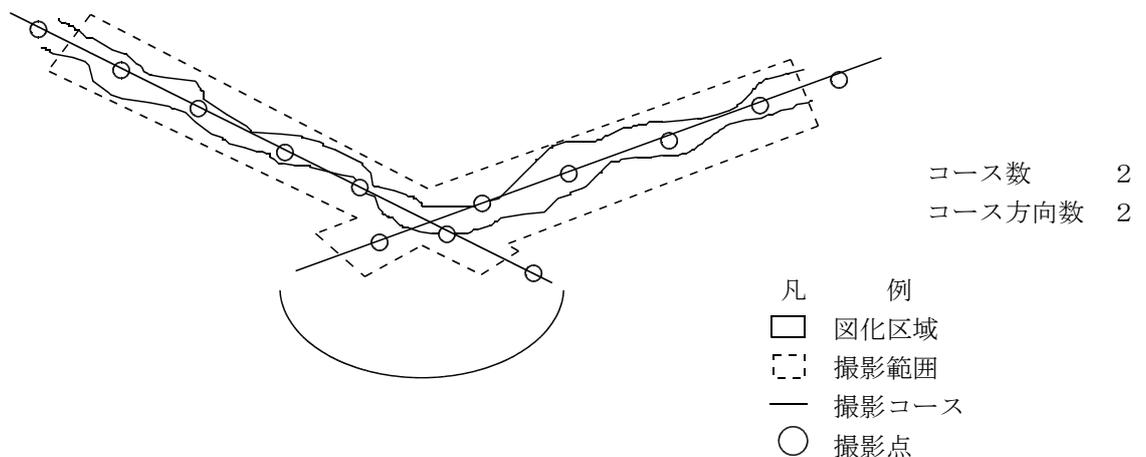


図 2-5-10 路線撮影計画例 1

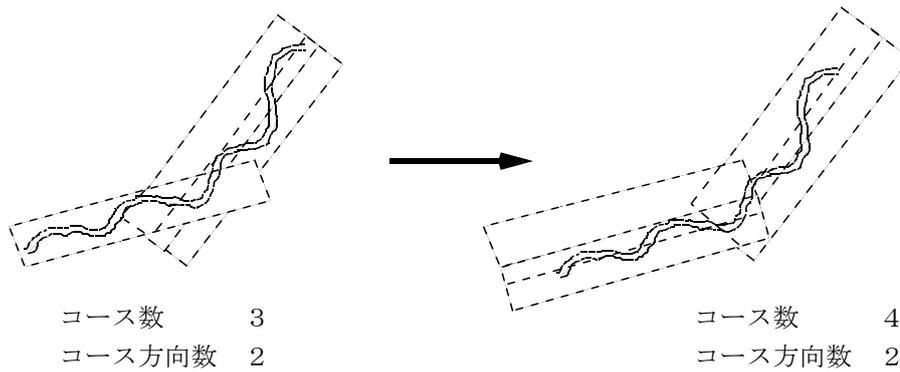


図 2-5-11 路線撮影計画例 2

※ 横方向のコースは、左図のように 1 コースでも良いようであるが、余裕を持たせて、両方とも復コースとして計画した。また、完全に覆うように S.L を 20% とした。

5-3-3 航空カメラとレンズ

(1) 現在、日本で使われている測量用航空カメラは、表 2-5-2 のとおりである。

表 2-5-2 測量用航空カメラの種類

会社名	カメラ名称
ツアイス社 (ドイツ)	RMK 15/23, RMK 21/18, RMK-A 15/23, RMK-A 21/18
ライカ社 (元ウルト社)	RC-8, RC-10, RC-20, RC-30

(2) これらのカメラは、表 2-5-3 のとおり写角により広角と普通角に分けられる。超広角と呼ばれるカメラもあるが、日本ではあまり使われていない。

表 2-5-3 測量用航空カメラの諸元

カメラ	焦点距離	写角	画面サイズ	主な使用対象
普通角	21 cm	62°	18×18cm	山地の調査, 高層ビル街等
広角	15.3 cm	90°	23×23cm	一般の測量・調査用
超広角	8.85 cm	120°	23×23cm	開発地域の 1/50,000 図等

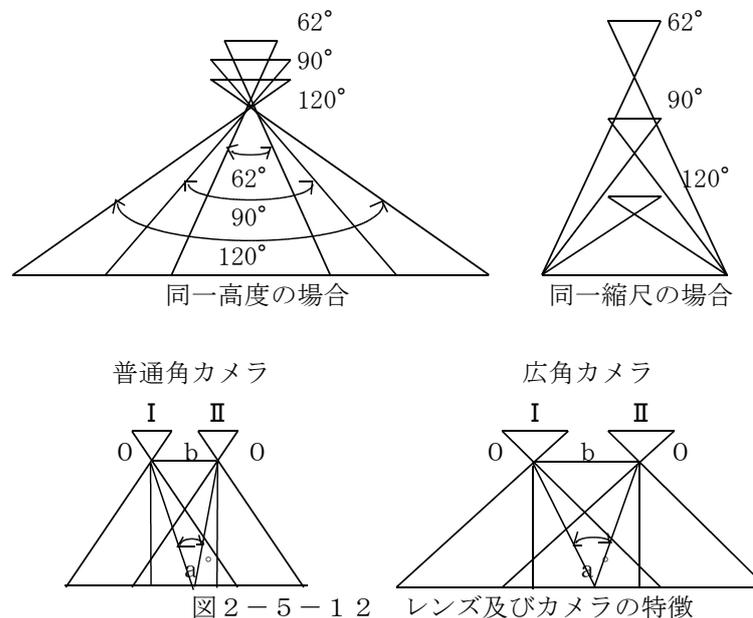
(3) FMC(Forward Motion Compensation)装置付きカメラ

撮影時の航空機の運航速度とシャッタースピードの関係により生ずる被写体の進行方向の像のぶれを補正する（シャッターの開口中に、航空機の動きに連動してフィルムを移動させる）装置を装備したカメラで、特に鮮明な写真を得る場合に用いられる。

1/10,000以上の縮尺の写真撮影については、像のぶれの影響があるためFMC装置付きカメラを使用することが望ましい。

(4) 各レンズの特徴

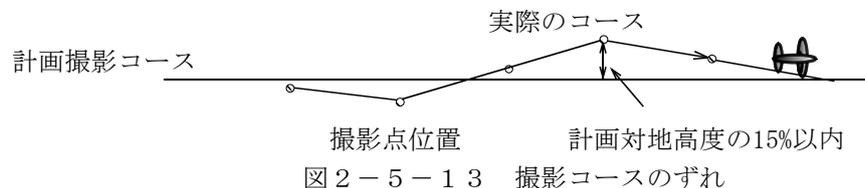
- 1) 同一高度で撮影する時、広角の方が普通角に比べ広い地域を撮影できる。従って撮影高度が同一なら、広角カメラの方が写真枚数が少なくてすむ。
- 2) 同一縮尺で撮影する時、広角の方が普通角に比べ低い高度で撮影できる。
- 3) 普通角カメラは、比較的に土地の比高による偏位量の少ない写真が得られる。
- 4) 普通角カメラの方が画面距離が長いので、比較的に高い所から大きな縮尺の写真を撮影できる。
- 5) 2種類のカメラによる地上点に対する交会角(a°)は、普通角に比べ広角の方が大きいので他の条件が同じなら、広角カメラで撮影する方が高さの測定精度が良い。



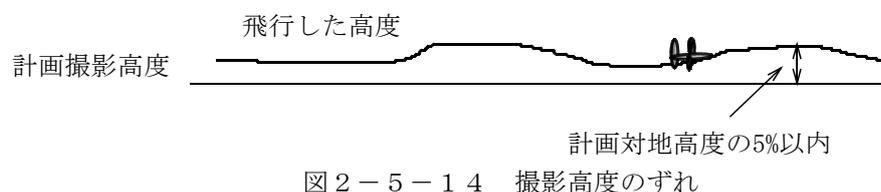
5-3-4 撮影飛行中に生じる障害

撮影飛行中の気流等天候状況及び操縦ミス等によるもので、そのずれ及び傾きは、国土交通省公共測量作業規程第127条を標準とする。

(1) 計画撮影コースからのずれ



(2) 計画撮影高度に対するずれ



(3) 航空カメラの傾き (κ , ω , ϕ)

1) κ (回転角)

風向きによっては、機体がコースから離れてしまうので、機体を幾分回転させて、コースを維持させる事がある。

2) ω (進行方向に直交した傾斜角)

3) ϕ (進行方向に対する傾斜角)

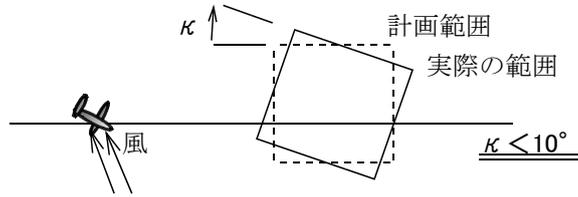


図 2-5-15 κ

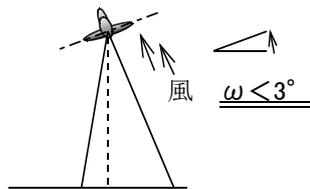


図 2-5-16 ω

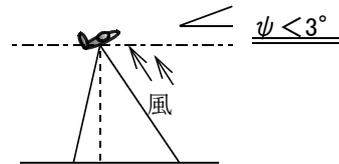


図 2-5-17 ϕ

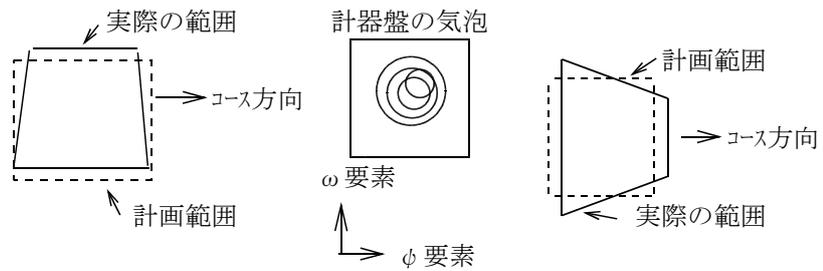


図 2-5-18 各要素の動き

以上が制限を超えると、

- ① オーバーラップ、サイドラップが確保されない。
- ② 後続作業で使用機器が限定される。
- ③ 全体の精度の低下。

等が考えられ、空中三角測量・図化作業に支障を与える。

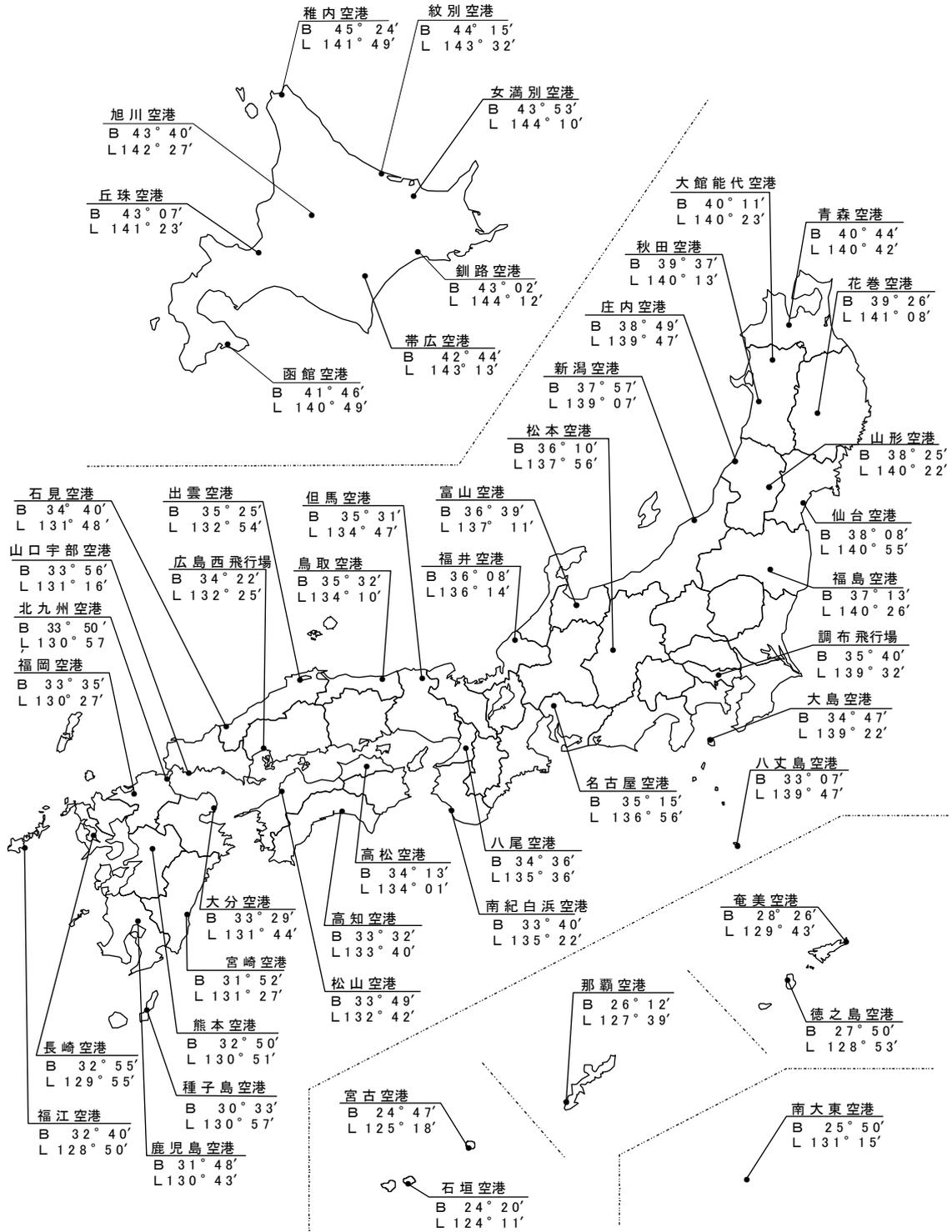


図2-5-19 撮影基地一覽

5-4 標定点測量

5-4-1 標定点測量・対空標識設置・刺針

- (1) 標定点測量は、既設点のほかに空中三角測量及び図化において空中写真の標定に必要な標定点（基準点や水準点）を設置する作業をいう。標定点には、既設の基準点や水準点を極力利用するように努める。
対象地域の必要な位置に十分な既設点がある場合には、この工程は省略することができる。選点の条件は、国土交通省公共測量作業規程第112条のとおりとする。
- (2) 対空標識の設置は、既設基準点、標定点が写真上で確認できるように設置するものである。対空標識の規格は、国土交通省公共測量作業規程第115条を標準とする。
- (3) 刺針は、対空標識が空中写真上で明瞭に確認できない場合、対空標識設置総数のおおむね30%を超えない範囲で行うことができる。

5-5 空中三角測量

5-5-1 空中三角測量

(1) 空中三角測量の概要

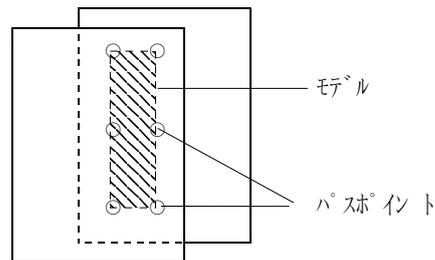
空中三角測量は、図化作業に必要な標定用基準点の水平位置と標高を解析図化機、コンパレータ等により求める作業で、測定の方法、計算の方式により表2-5-4、表2-5-5に示すように種々の方法がある。

空中三角測量の調整方法のうち、単コース調整及び多項式法によるブロック調整では、モデル数が多くなると誤差が急激に増大することから、コース長を原則として15モデル以内とする。

また、標定用基準点はできるだけ両隣のコースでも共通に使えるようにし、既存の三角点・多角点・水準点等をつとめて利用し、新しく増設する点数をなるべく少なくする。

※ 標定

図化機にセットした2枚の写真の対応する点から出た光線が、すべて交わるように土地の光学的なモデルを再現し、そのモデルの縮尺、位置、方向、高さ、傾斜を定める操作。



※ モデル

一般的には、オーバーラップした2枚の写真を実体視して得られる立体模像、又はその範囲を言うが、写真測量では、特にパスポイントに囲まれた部分と呼ぶ。

図2-5-20 モデル

表2-5-4 空中三角測量調整方法の比較

	長 所	短 所
単コース調整法	a. 適用範囲に制約がない（地域、路線の撮影とその広狭、長短、コース数による制限）	a. 標定点数を多く必要とし、選点条件に制約がある。 b. 精度の均一性からすると、コース間の接合部にずれを生じ易く広域では問題がある。
ブロック調整法	a. 標定点数が少なく選点条件の制約が緩和される。 b. タイポイント成果が調整されて精度が均一化される。	a. 広域については多項式法の場合のモデル数に制約がある。

表2-5-5 ブロック調整の方法ごとの特徴

方法 項目	多項式法	独立モデル法	セルフキャリブレーションなし バンドル法	セルフキャリブレーション付 バンドル法
精 度		多項式法より高い	独立モデル法と同じ	独立モデル法より高い
基 準 点 数 ^{注)}		多項式法より少ない	独立モデル法と同じ	独立モデル法と同じ
計 算 時 間		多項式法より長い	独立モデル法より長い	独立モデル法より長い
計算可能ブロックの大きさ	制限あり	なし	なし	なし

注) ブロックの大きさが小さい時を除く。

(2) 空中三角測量の調整方法

- 1) 単コースの場合のコース長は、原則として15モデル以内とし、基準点等は各コースの両端のモデルに上下各1点を標準とし、困難な場合は2点のうち1点を当該モデルの隣接モデルに含まれる基準点を1点使用することができる。各コースの両端のモデル以外は、精度を考慮してコース内に均等に配置する。

水平位置及び標高の基準点等の数は、次の式を標準とする。

$$N_H = N_V = n/2 + 2$$

ただし、 N_H 、 N_V はそれぞれ水平位置及び標高の基準点等の数、 n はモデル数とする。

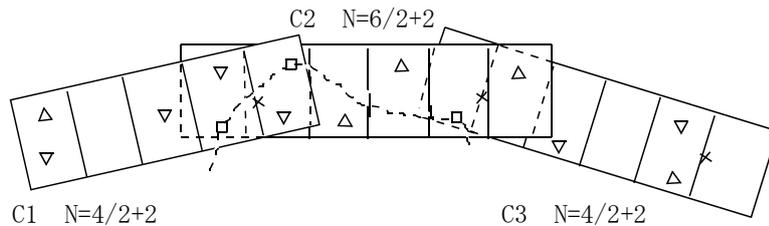


図 2-5-2 1 単コース調整・路線対象の模式事例

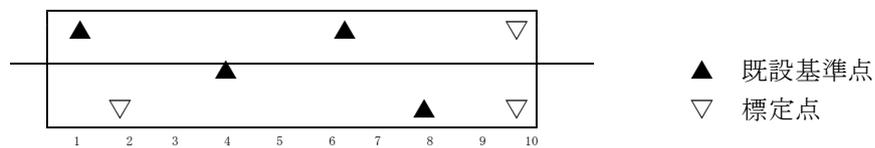


図 2-5-2 2 単コース調整の場合の配点状況

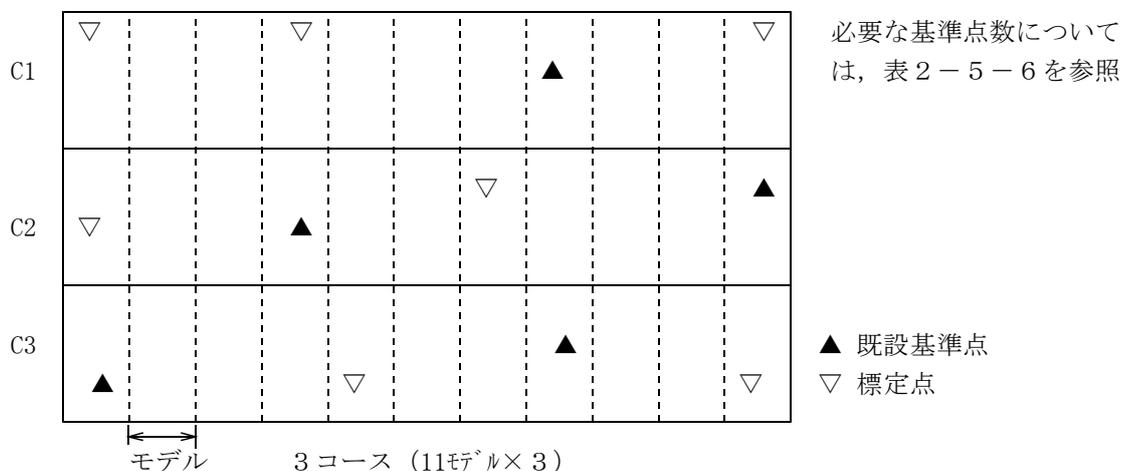
- 2) 多項式法によるブロック調整の場合のコース長は、単コース調整の場合に準ずることとし、水平位置の基準点等をブロックの四隅に必ず配置するとともに、両端のコースについては5モデルに1点、その他のコースについては両端のモデルに1点ずつ配置するほか、精度を考慮してブロック内に2コースに1点の割合で均等に配置することを標準とする。標高の基準点等は、各コースごとに両端のモデルに1点ずつ配置するほか、5モデルごとに1点ずつ配置することを標準とする。

水平位置及び標高の基準点等の数は、次の式を標準とする。

$$N_H = 2c + 2 \lfloor n/5 - 1 \rfloor + \lfloor c/2 \rfloor$$

$$N_V = \lfloor n/5 \rfloor c + c$$

ただし、 n は1コース当たりの平均モデル数、 c はコース数、 $\lfloor \quad \rfloor$ の中の計算終了時の小数部は切り上げ、負になる場合は零とし、上式で計算された N_V が N_H より小さい場合は、 N_V は N_H と同数とする。



必要な基準点数については、表 2-5-6 を参照

▲ 既設基準点
▽ 標定点

図 2-5-2 3 多項式法によるブロック調整の場合の配点状況

表 2-5-6 空中三角測量に必要な基準点数

モデル数→多項式法

N		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
コース数 C	1	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7
		2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
	2	5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	9	9	9	9	9
		4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8
	3	8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	12	12	12	12	12
		6	6	6	6	6	9	9	9	9	9	12	12	12	12	12
	4	10	10	10	10	10	12	12	12	12	12	14	14	14	14	14
		8	8	8	8	8	12	12	12	12	12	16	16	16	16	16
	5	13	13	13	13	13	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17
		10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	20	20	20	20	20
	6	15	15	15	15	15	17	17	17	17	17	19	19	19	19	19
		12	12	12	12	12	18	18	18	18	18	24	24	24	24	24
	7	18	18	18	18	18	20	20	20	20	20	22	22	22	22	22
		14	14	14	14	14	21	21	21	21	21	28	28	28	28	28
	8	20	20	20	20	20	22	22	22	22	22	24	24	24	24	24
		16	16	16	16	16	24	24	24	24	24	32	32	32	32	32
	9	23	23	23	23	23	25	25	25	25	25	27	27	27	27	27
		18	18	18	18	18	27	27	27	27	27	36	36	36	36	36
	10	25	25	25	25	25	27	27	27	27	27	29	29	29	29	29
		20	20	20	20	20	30	30	30	30	30	40	40	40	40	40

上段 水平位置基準点数
下段 標高基準点数

モデル数→独立モデル法・バンドル法

N		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
コース数 C	1	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	
		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	
	2	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	
		3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	
	3	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	6	6	8	8	8	8	8	8	10	10	
		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	8	8	8	8	8	8	8	8	
	4	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	13	13	
		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	10	10	10	10	10	10	
	5	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	11	13	13	
		8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	13	13	13	13	13	13	13	
	6	6	6	6	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9	11	11	11	11	12	12	14	14
		9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	15	15	15	15	15	15	15	
	7	8	8	8	8	8	8	11	11	11	11	11	11	11	13	14	14	14	14	14	16	16
		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	18	18	18	18	18	18	18	
	8	8	8	8	8	8	8	11	11	11	11	11	11	11	14	14	14	14	14	14	17	17
		12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	20	20	20	20	20	20	20	
	9	8	8	8	8	8	8	11	11	11	11	11	11	11	14	14	14	14	15	15	17	17
		14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	23	23	23	23	23	23	23	
	10	10	10	10	10	10	10	13	13	13	13	13	14	14	16	16	17	17	17	17	20	20
		15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	25	25	25	25	25	25	25	
	11	10	10	10	10	10	10	13	13	13	14	14	14	14	16	17	17	17	17	17	20	20
		17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	28	28	28	28	28	28	28	
	12	10	10	10	10	10	10	13	13	13	14	14	14	14	17	17	17	17	18	18	20	21
		18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	30	30	30	30	30	30	30	

上段 水平位置基準点数
下段 標高基準点数

5-5-2 簡易水準測量

(1) 簡易水準測量の概要

簡易水準測量は高さの精度を確保するために実施するが、公共測量で大縮尺図については努めて実施することが望ましい。一般的な選定法は(2)のとおりであるが、さらに空中三角測量等を考慮に入れて計画する。それは、撮影基線をはさんで、モデルの上下に行うと ϕ および ω 方向の対地標定の際に効果的となるからである。

また、既設水準点が近くにない場合、往々にして突出した路線になることが多いが、既知点へ戻る往復の距離も作業量とする。

簡易水準測量の実施は撮影作業の後に行い、高さを観測した点については、位置を2倍引き伸ばして空中写真上に刺針し、明確にしておく。

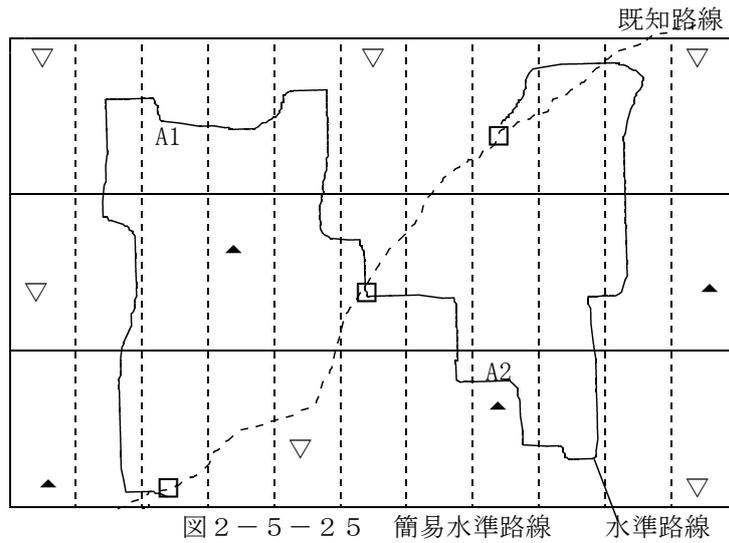


図 2-5-25 簡易水準路線 水準路線

(2) 路線の選定

- 1) 路線長(網を形成した場合は、既知点から交点、又は交点から交点までの距離)は、原則として15km(結合路線又は環が形成できないときは8km)以内とする。固定点は、約1kmごとに設置する。
- 2) 結合路線又は環が形成できないときは、往復観測を行う。
- 3) 路線番号は、一連番号で表示する。

A: 一次(基準点から出発し、基準点に閉合) □●: 水準点
 B: 二次(一次による固定点を基準として閉合) ●: 固定点

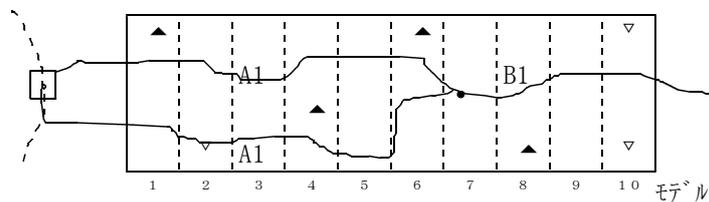


図 2-5-26 路線の選定

