

デジタルオルソ作成の 公共測量作業マニュアル

平成 16 年 1 月

国土交通省国土地理院

目 次

[序] 概説	1
1. はじめに	1
2. デジタルオルソとは.....	1
3. デジタルオルソ作成の公共測量作業マニュアル	4
第1編 総則	5
第2編 デジタルオルソの作成	11
第1章 概説	11
第2章 デジタルオルソの作成	16
第1節 作業計画	16
第2節 空中写真の数値化.....	16
第3節 数値地形モデルの作成.....	18
第4節 正射変換	22
第5節 モザイク	24
第6節 デジタルオルソデータファイルの作成	26
第7節 成果等の整理	29
第3編 資料	31
第1章 標準様式	31
1. 精度管理表.....	31
2. デジタルマッピングデータファイル仕様（不整三角網(TIN)への拡張）	31
3. モザイク品質分類図.....	31
4. 施工管理	31
第2章 参考資料	41
2.1 実証実験結果.....	41
2.2 空中写真用スキャナの定期点検証明書の事例.....	43

[序] 概説

1. はじめに

国土交通省公共測量作業規程（平成 14 年 3 月 20 日国土交通大臣承認）では、「写真図作成とは、空中写真を正射変換した後、必要に応じてモザイクし、等高線、注記等を表示することにより、写真図を作成する作業をいう。」と規定している。

現在、写真図の作成は、測量作業の IT 化の進展とともに、デジタル技術が導入され、使用する機器や作業方法が大きく変更されているのが実態である。このため、国土交通省公共測量作業規程に基づく写真図作成の例は、きわめて限定的なものとなっている。

一方、近年実際に行われているデジタル技術による写真図の作成は、使用する機器メーカーごとの仕様、作業機関ごとの作業要領に基づいて行われており、統一的な仕様に基づいた作業は実施されていない。したがって、作成された測量成果の品質についての一般的な規格や基準がないのが現状である。

デジタルオルソ作成の公共測量作業マニュアル（以下、「本マニュアル」という。）は、これらの状況を踏まえ、数値化した空中写真から正射変換処理したデジタル画像を作成する作業方法を「デジタルオルソ作成」として位置づけ、標準的な作業方法と測量成果の品質基準を明示し、公共測量におけるデジタルオルソ作成の効率的な実施と利用促進を図ることを目的としてとりまとめたものである。

2. デジタルオルソとは

写真図が、トポカルトオルソフォト、オルソプロジェクター-GZ-1、アピオプラン OR-1 等の正射投影機を用いて機械的に空中写真を正射投影に変換してフィルムや印画紙に焼き付けたものであるのに対し、デジタルオルソは、数値化した空中写真の各画素を外部標定要素と数値地形モデルを用いて正射影の位置に再配列したデジタル画像である。この再配列を正射変換といい、空中写真の中心投影や標高による水平位置のずれを数値地形モデルを用いて取り除いている。

図 1 は、中心投影である空中写真（左）とその空中写真を正射変換したデジタルオルソ（右）である。空中写真（左）ではダム湖を取り囲む周囲の山が、デジタルオルソではダム湖（写真主点）に近づき、その結果、デジタルオルソの端では画像のない黒い部分が生じている。



図 1 空中写真（左）とデジタルオルソ（右）

デジタルオルソや写真図は、被写体から反射された光がレンズ中心を直進して投影された中心投影（図 2(a)）である空中写真等を地図と同じ正射投影（図 2(b)）に変換した画像である。したがって、デジタルオルソや写真図は、地図データと重ね合わせて利用することが可能である。

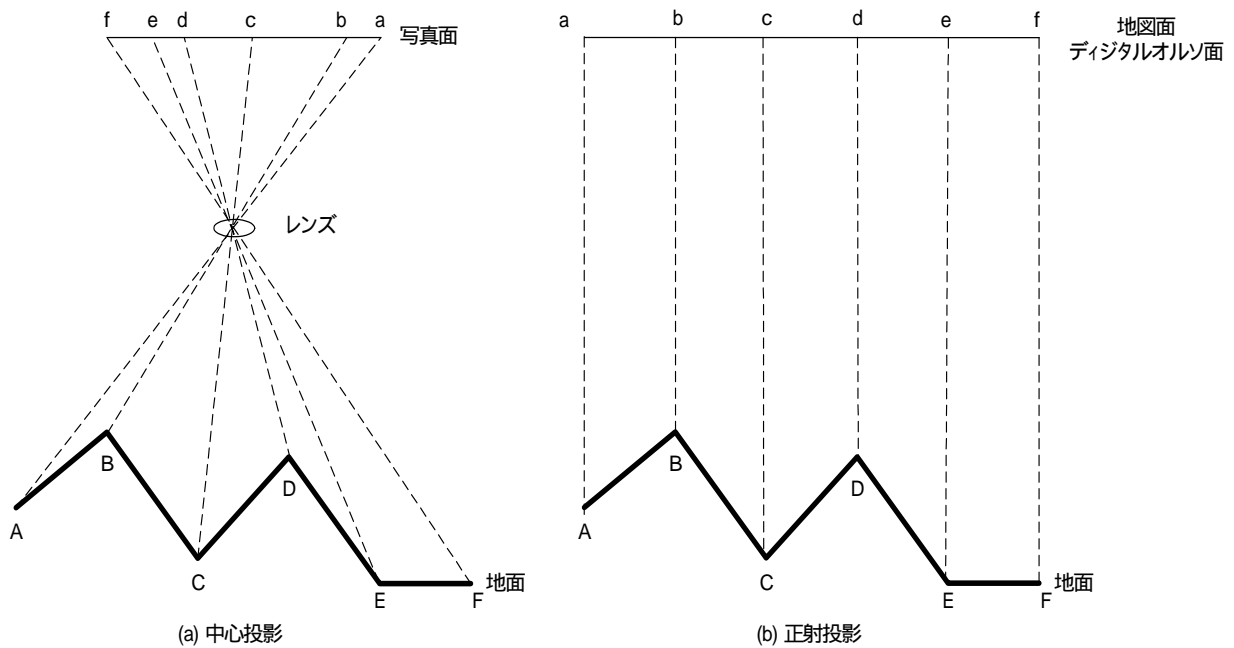


図 2 中心投影（空中写真）と正射投影（写真図・デジタルオルソ）

正射変換の原理は、図 3 のとおりである。図中の A 地点は、地図においては A'の地点に投影される必要があるが、写真では B'の地点に投影されている。したがって写真上では、A 地点は a の地点に写像されるが、地図と同じ投影にするためには a' の地点へ変換する必要がある。この a 地点から a'地点への変換は、図 3 に示されているとおり A 地点から A'地点までの標高

と投影中心の鉛直線から A 地点への角度 α が分かれば、 $h \cdot \tan \alpha$ として得られた位置へ移動させることにより実現できる。

このとき、 h はデジタルステレオ図化機等による計測から、 α は空中写真の外部標定要素から得ることができる。

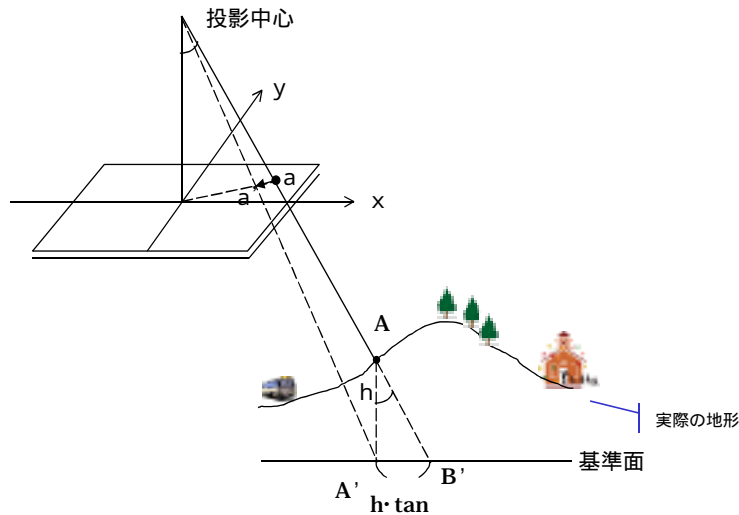


図 3 正射変換

本マニュアルでは、国土交通省が行う公共測量で用いる数値地形モデルとして、地表面の標高である数値地形モデル (DTM : Digital Terrain Model) を標準とする。数値地形モデルには、標高情報を格子状のデータにしたグリッド、三角形の面データの集合として地形を表現した不整三角網 (TIN: Triangulated Irregular Network)がある。また、標高の採用基準の違いで DTM と区分される数値表面モデル (DSM : Digital Surface Model) は、人工構造物や植生などの土地被覆を含めた表層面の標高である (図 4)。

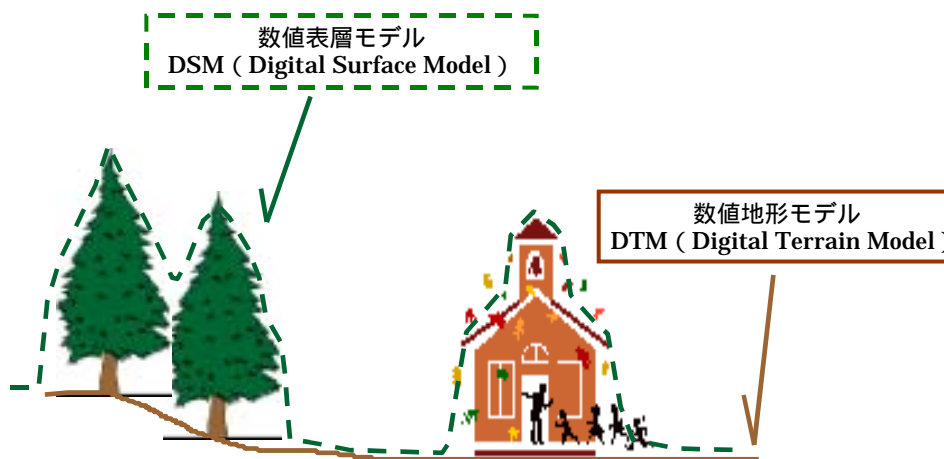


図 4 DTM と DSM

3. デジタルオルソ作成の公共測量作業マニュアル

1) 目的と適用範囲

本マニュアルは、国土交通省公共測量作業規程第 16 条（機器等及び作業方法に関する特例）を適用し、公共測量においてデジタルオルソを作成する場合の標準的な作業方法を定め、その規格の統一、成果の標準化及び必要な精度の確保に資することを目的とする。

また本マニュアルは、現在、国土交通省公共測量作業規程が国土交通省以外の機関に作業規程として準用されたり、他の作業規程のモデルともなっていることから、国土交通省以外の機関が行う公共測量においても広く利用できるものである。さらに、公共測量以外の測量においても、その実施基準の参考として、本マニュアルを使用することが期待される。

公共測量を実施する場合

国又は公共団体において、国土交通省公共測量作業規程を準用した作業規程を使用している場合、同規程第 16 条（機器等及び作業方法に関する特例）を適用し、測量法第 36 条（計画書についての助言）に基づく国土地理院の技術的助言により、本マニュアルを準用することができる。

基本測量及び公共測量以外の測量を実施する場合

民間において、基本測量及び公共測量以外の測量を実施する場合にも、本マニュアルを利用することができる。

2) 本マニュアルの構成

本マニュアルは、デジタルオルソを作成する際の標準的な作業方法、使用する機器等の必要な事項について規定している。

また、測量技術としてのデジタルオルソの作成に対する理解を深め、その利用の普及・促進を図るため、条文、運用基準のほかに解説を加えている。なお、本マニュアルの全体構成は、次のとおりである。

第 1 編 総則

本マニュアルの目的、デジタルオルソを作成するにあたっての条件及びデータの取り扱い等について規定している。

第 2 編 デジタルオルソの作成

デジタルオルソ作成の規格、作成するにあたっての工程別作業区分及び作成手法等について規定している。

第 3 編 資料

デジタルオルソ作成の精度管理や数値地形モデルを格納するファイル仕様などの標準様式を規定するとともに、空中写真用スキャナの定期点検証明書の事例を示している。

3) 標準値の規定

本マニュアルで規定している標準値等は、公共測量で実際に使用されているデジタルオルソ作成の仕様を参考に、地形（平坦地と丘陵地）、撮影縮尺（1/4,000、1/5,000、1/10,000、1/12,500）、スキャニング分解能（10 μ m、20 μ m、30 μ m）、グリッド間隔（5m、10m、25m 間隔）の組合せによる作成実験結果を基にしている。

第1編 総則

(目 的)

第1条 本マニュアルは、国土交通省公共測量作業規程（平成14年3月）第16条「機器等及び作業方法に関する特例」に基づいて実施する公共測量におけるデジタルオルソの標準的な作成方法を定めることにより、その規格の統一、成果の標準化及び必要な精度の確保に資することを目的とする。

[解 説]

国土交通省公共測量作業規程第16条を次に表示する。

(機器等及び作業方法に関する特例)

第16条 この規程に定めるものと異なる機器等又は作業方法は、必要な精度の確保及び作業能率の維持に支障がないと認めて計画機関が指示し、又は承認した場合に限り、作業の一部に用いることができる。

2 計画機関は、前項の指示又は承認をしようとするときは、国土地理院の長の意見を求めなければならない。ただし、法第36条の規定に基づく国土地理院の長の技術的助言をもってこれに代えることができる。

<第16条 運用基準>

1 作業機関は、機器等又は作業方法を変更する場合、計画機関に対して精度を確保するために必要な資料を提出し承認を得なければならない。

2 新しい測量技術で国土地理院が作業マニュアルなどを作成した場合は、法第36条の規定に基づく、技術的助言によりこれを準用する。

第16条における法第36条とは、測量法第36条をいい、その条文は次のとおりである。

(計画機関についての助言)

第三十六条 測量計画機関は、公共測量を実施しようとするときは、左に掲げる事項を記載した計画書を添えて、あらかじめ国土地理院の長の技術的助言を求めなければならない。その計画書を変更しようとする場合も、同様とする。

- 一 目的、地域及び期間
- 二 精度及び方法
- 三 測量作業機関の名称

注：条文は縦書きであるため、ここでは条文中、「左に掲げる事項」とは「下に掲げる事項」を意味する。

(国土交通省公共測量作業規程の準用)

第2条 本マニュアルに定めるもの以外は、国土交通省公共測量作業規程の関係規定を準用する。

[解説]

本マニュアルでは、デジタルオルソ作成に特有な事項について記述している。本マニュアル以外の事項は、国土交通省公共測量作業規程を準用することが必要である。

(デジタルオルソを利用する公共測量)

第3条 公共測量でのデジタルオルソ作成は、空中写真から空中写真用スキャナにより数値化した数値写真を、デジタルステレオ図化機等を用いて正射変換し、デジタルオルソデータファイルを作成する作業をいう。また、隣接する正射投影画像をデジタル処理により結合させたモザイク画像を作成する作業を含むものとする。

[解説]

デジタルオルソ作成に使用する標準的な機器とソフトウェアの構成は、空中写真用スキャナ、デジタルステレオ図化機、正射変換ソフトウェア、モザイクソフトウェアによって構成される。

1. 空中写真用スキャナ

空中写真用スキャナは、空中写真(ロールフィルム)を数値化し、数値写真を作成する。

2. デジタルステレオ図化機

デジタルステレオ図化機は、立体モデルを構成する1対の数値写真から標高を自動抽出あるいは数値図化により数値地形モデルを作成する。

3. 正射変換ソフトウェア

正射変換ソフトウェアは、数値写真の外部標定要素と数値地形モデルを用いて、数値写真を中心投影から正射投影に変換し、正射投影画像を作成する。

4. モザイクソフトウェア

モザイクソフトウェアは、隣接する各正射投影画像をデジタル処理により重ね合わせて結合し、連続した一連のモザイク画像を作成する。また、モザイク画像から任意の範囲で分割したデジタルオルソデータファイルを作成する。

(使用する機器等)

第4条 デジタルオルソ作成に用いる主要な機器は次に掲げるもの、あるいはこれと同等以上の性能を有する機種とする。

(1) 空中写真用スキャナ

空中写真用スキャナは、空中写真ロールフィルムをスキャンし、数値写真を画像形式で取得及び記録する機能を有するスキャナ、コンピュータプログラム、電子計算機及

び周辺機器で構成されるシステムをいい、所定の精度を保持できる性能を有するものとする。

(2) デジタルステレオ図化機

デジタルステレオ図化機とは、立体視可能な数値写真からステレオモデルを作成及び表示し、地図情報を数値形式で取得及び記録する機能等を有するコンピュータプログラム、電子計算機及び周辺機器で構成されるシステムをいい、所定の精度を保持できる性能を有するものとする。

< 第 4 条 運用基準 >

1. 空中写真用スキャナの構成は、電子計算機、画像表示ディスプレイ、ロールフィルム装着及びフィルム圧定装置等で構成されるものを標準とする。
2. 空中写真用スキャナの性能は以下の精度を有するものとする。

項目	性能（精度）
光学分解能	21 μm 以内
最小スキャンサイズ	240mm × 240mm 以上
スキャン画像の色階調	24bit フルカラー以上
スキャン画像の幾何精度	2 μm（平均二乗誤差）以内

3. 空中写真用スキャナは、点検技術を有する第三者機関の点検を受けたものとし、点検の有効期間は 6 ヶ月とする。空中写真用スキャナの定期点検証明書は、機器メーカーが定期点検報告用として使用している様式で、計画機関の承認を得るものとする。
4. 点検に使用する格子板は、5 × 5 点以上の格子密度を有し、240mm × 240mm 範囲の幾何精度を検証可能な各空中写真用スキャナに付属する精密格子板とし、第三者機関による検定を受けたものとする。
5. デジタルステレオ図化機の構成及び機能は、次のものを標準とする。
 - 1) デジタルステレオ図化機は、電子計算機、立体視装置、ディスプレイ及び三次元マウス又は X Y ハンドル・Z 盤等で構成されるものとする。
 - 2) 内部標定、相互標定、対地標定の機能又は外部標定要素によりステレオ表示が行えるものとする。
 - 3) X、Y、Z の座標値と所定のコードが入力・記録できる機能を有するものとする。
 - 4) 正射変換等の機能を有するものとする。
6. デジタルステレオ図化機の座標読取は、サブピクセルまで読める性能を有するものとする。

[解 説]

1. 日本国内における精密格子板等の精密計測に関する検定機関としては、（財）日本品質保証機構計量計測センターがある。
2. サブピクセルとは、数値写真の最小単位であるピクセル（画素）を細分化した仮想的な画素であり、細分化の度合いは限定しない。

(作業計画)

第5条 測量作業機関(以下「作業機関」という。)は、作業着手前に作業の方法、使用する主要な機器、要員、日程などについて適切な作業計画を立案し、これを測量計画機関(以下「計画機関」という。)に提出して、その承認を得なければならない。作業計画を変更しようとするときも同様とする。

(工程管理)

第6条 作業機関は、前条の作業計画に基づき、適切な工程管理を行わなければならない。

- 2 作業機関は、作業の進捗状況を随時計画機関に報告しなければならない。

(精度管理)

第7条 作業機関は、測定の正確さを確保するため、適切な精度管理を行い、その結果に基づいて精度管理表を作成し、これを計画機関に提出しなければならない。

- 2 作業機関は、各工程別作業の終了時、その他適切な時期に所要の点検を行わなければならない。

<第7条 運用基準>

- 1 数値地形モデルファイル及びデジタルオルソデータファイルは、図郭単位に精度管理を行うものとする。
- 2 本マニュアルに規定していない工程については、国土交通省公共測量作業規程第4編第3章デジタルマッピングの規定に準ずる。
- 3 点検測量率は、特に定めるもの以外は、国土交通省公共測量作業規程第12条(精度管理)運用基準の数値地形測量に準ずる。

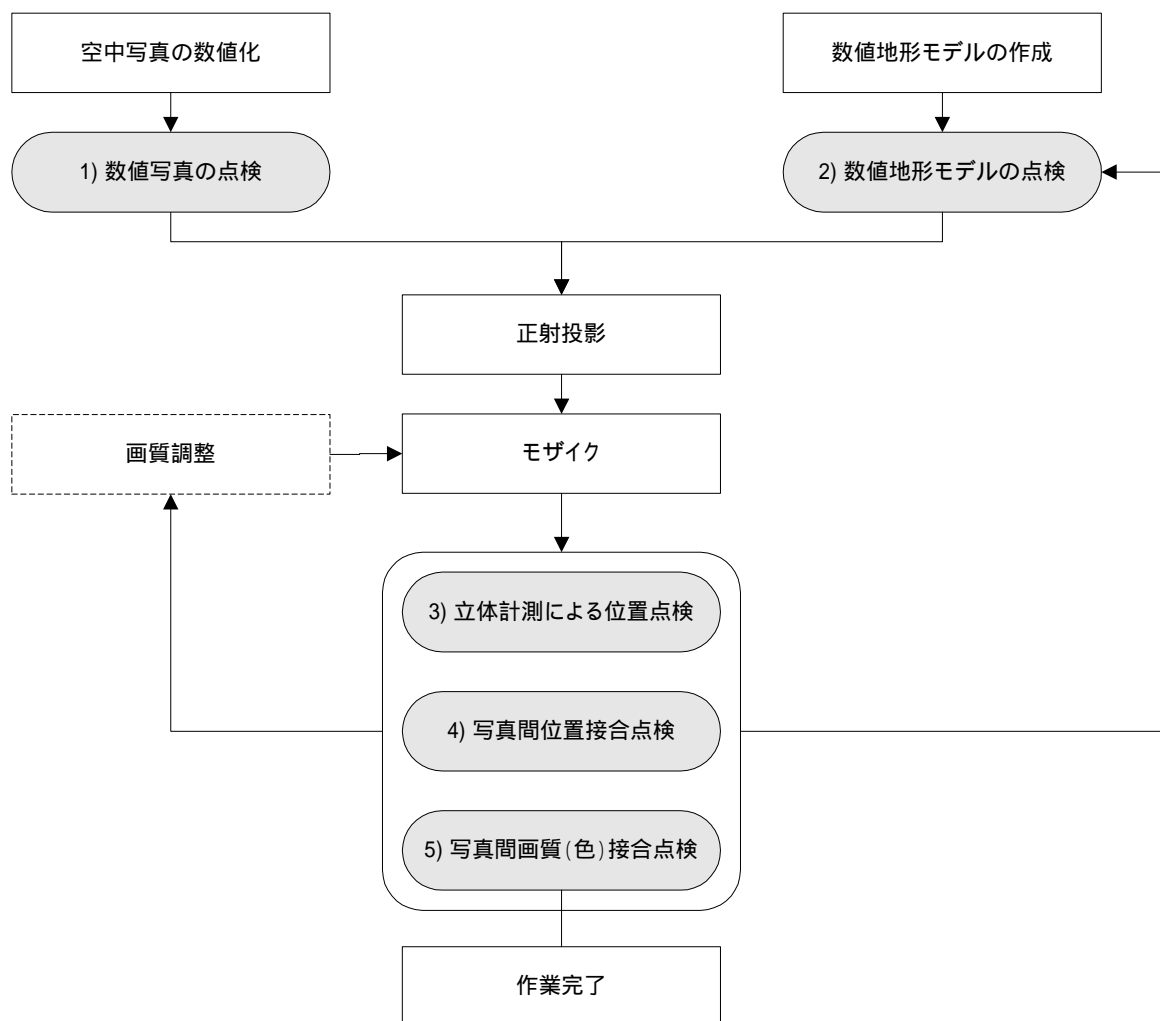
[解説]

- 1 標準的な精度管理の流れは、下図に示すとおりであり、点検による繰り返し作業が必要である。

- 1) 数値写真の点検は、使用する数値写真間の色調が均質であるかを点検する。しかし、全体を均質な色調にすることは技術的に困難である。また、色調は、感覚的に判断されるため、色調に関する合否判定基準について、計画機関と作業機関との間で合意しておくことが望ましい。
- 2) 数値地形モデルの精度管理では、作成された数値地形モデルをステレオモデル上に重ね合わせ表示して点検し、第12条第2項の規定を満たしていない標高点は、修正編集する。

- 3) 立体計測による位置の精度管理では、立体モデルを構成する数値写真で明瞭な地物を立体計測してデジタルオルソと重ね合わせ表示することにより位置を点検し、第12条第2項の規定を満たしていない部分については、その位置の数値地形モデルを修正する。
- 4) 写真間位置接合の精度管理は、モザイク後の正射投影画像の接合部分における位置ずれを目視にて点検し、第12条第2項の規定を満たしていない部分については該当する位置の数値地形モデルを修正する。
- 5) 写真間画質（色）接合の精度管理は、モザイク後の正射投影画像間における画質の差異を目視にて点検し、不合格部分については該当する正射写真画像の画質を修正する。

2. 点検測量は、点検作業要領（案）に基づいて行う。



(測量成果の検定)

第8条 作業機関は、高精度を要するもの又は利用度の高いものとして計画機関が指定する測量成果については、その提出前に、検定に関する技術を有する第三者機関による検定を受けなければならない。

< 第 8 条 運用基準 >

検定は、国土交通省公共測量作業規程第 14 条 (測量成果の検定) の規定を準用する。

(資料及び成果等の様式)

第9条 デジタルオルソの作成における資料、成果等は、標準的な様式で作成するものとする。ただし、成果等の使用、保存等に支障がないと認めて計画機関が指示し、又は承認した場合に限り、異なる様式により作成することができる。

< 第 9 条 運用基準 >

標準的な様式は、本マニュアルに規定するものとする。

第2編 デジタルオルソの作成

第1章 概説

第1節 要 旨

(要 旨)

第10条 デジタルオルソの作成とは、数値写真を正射変換した正射投影画像を作成した後、デジタルオルソデータファイルを作成する作業をいい、必要に応じてモザイク画像を作成する作業を含む。

(方 法)

第11条 デジタルオルソの作成は、正射投影法により行うものとする。

[解 説]

正射投影法とは、数値地形モデルを用いて数値写真を正射投影画像に変換する方法である。

(デジタルオルソの規格)

第12条 デジタルオルソは、原則として、数値写真から正射変換されたデジタル画像のみとし、注記等の重ね合わせるデータが必要な場合にはデジタルマッピングデータとして作成するものとする。

2 デジタルオルソの精度は、次表に掲げるものを標準とする。

地図情報 レベル	水平位置精度	地上分解能	撮影縮尺	数値地形モデル	
				グリッド間隔	標高点精度
500	0.5m 以内	0.1m 以内	1/3,000 ~ 1/4,000	5m 以内	0.5m 以内
1000	1.0m 以内	0.2m 以内	1/6,000 ~ 1/8,000	10m 以内	0.5m 以内
2500	2.5m 以内	0.4m 以内	1/10,000 ~ 1/12,500	25m 以内	1.0m 以内
5000	5.0m 以内	0.8m 以内	1/20,000 ~ 1/25,000	50m 以内	2.5m 以内
10000	10.0m 以内	1.0m 以内	1/30,000	50m 以内	5.0m 以内

< 第12条 運用基準 >

デジタルオルソの水平位置精度は、地上分解能、撮影縮尺、数値地形モデルのグリッド間隔及び標高点精度の組合せによって異なる。また、地形形状にも大きく影響されるため、地形形状を考慮して標高の取得方法を決定する必要がある。

[解 説]

- 1 . デジタルオルソの水平位置精度は、数値地形モデル上に投影した地物を対象としたときの標準値である。
- 2 . 地上分解能は、数値写真の画素を地上に投影した大きさであり、その1辺の長さで表す。
- 3 . 標準値は、国土交通省公共測量作業規程第3編地形測量第3章空中写真測量の撮影縮尺と第5章写真図作成の規格である水平位置精度図上1.0mm以内(標準偏差)により区分している。したがって、水平位置精度の標準値は、地図情報レベル500、1000、2500、5000及び10000に相当する。地上分解能は、水平位置精度と判読性を勘案し、水平位置精度の1/5以内で、かつ20~30 μ mでスキャンした場合の分解能を持つものとする。数値地形モデルのグリッド間隔は、水平位置精度の10倍以内を目安として設定しており、国土地理院の数値地図50mメッシュが利用可能であることから、最大値を50m以内とする。また、数値地形モデルの標高点精度は、写真図作成における等高線間隔の1/2以内を基準とする。
- 4 . 地図情報レベルと写真図縮尺との関係は、次表のとおりとする。

地図情報レベル	相当縮尺
500	1/500
1000	1/1,000
2500	1/2,500
5000	1/5,000
10000	1/10,000

- 5 . 必要とする水平位置精度により撮影縮尺とグリッド間隔、数値地形モデルの標高点精度を決定する。また、必要とする画質(見映え)によって、色調やモザイクの調整の作業量、局所歪み除去のための数値地形モデルの編集の作業量が決まり、作業の経費、工期に大きな違いが生じる。これらについては、作成の目的だけでなく、経費、納期等を十分考慮して、計画機関と作業機関との間で誤解が生じないように調整することが必要である。
- 6 . 不整三角網の三角面の密度は、グリッド間隔に内挿した場合に、標準値として規定する標高点精度が得られるものとする。
- 7 . デジタルオルソデータファイルに重ね合わせる主なデータとしては、次のものが挙げられる。

等高線
 注記
 行政界
 その他

測量成果に等高線や注記等を付加する場合には、次のような追加作業が必要となる。なお、これらの作業は国土交通省公共測量作業規程第4編第3章デジタルマッピング等によって作成することができる。

- (1) 等高線は、数値地形モデルから自動生成する方法と数値図化によって描画する方法で作

成することができる。また、数値地形モデルから自動生成する方法では、自動生成したものを図式と同等の表現にするために、次のような作業が必要となる。

- ・ 道路との交差や建物迂回などの地物との編集
- ・ 道路や河川等の記号内部の間断

なお、自動標高抽出技術によって作成された数値地形モデルからの等高線の自動生成は、国土交通省公共測量作業規程第 297 条（地物データの取得）運用基準により認められていない。

- (2) 注記は、現地調査や既存資料からの入力、あるいは既存データからの変換によって作成することができる。
 - (3) 行政界は、既存資料からの入力、あるいは既存データを変換することによって作成することができる。
 - (4) その他、整飾等については、国土交通省公共測量作業規程第 3 編第 5 章写真図作成を準用して作成することができる。
- 8 . デジタルオルソデータファイルに重ね合わせるデータは、別ファイルとして作成し、デジタルオルソデータファイルの画素を書き換えないものとする。また、別ファイルは、国土交通省公共測量作業規程第 4 編数値地形測量のデジタルマッピングデータファイル仕様に基づいて作成することが望ましい。

（工程別作業区分及び順序）

第13条 工程別作業区分及び順序は、次のとおりとする。ただし、計画機関が指示し、又は承認した場合は、これを変更し、又は一部を省略することができる。

- (1) 作業計画
- (2) 標定点の設置
- (3) 対空標識の設置
- (4) 撮 影
- (5) 刺 針
- (6) 空中写真の数値化
- (7) 空中三角測量
- (8) 数値地形モデルの作成
- (9) 正射変換
- (10) モザイク
- (11) デジタルオルソデータファイルの作成
- (12) 成果等の整理

〔 解 説 〕

1 . デジタルオルソ作成における標準的な作業工程と作成される画像データは、次表のとおりである。

撮影された空中写真は、現像されたロールフィルムから数値化が行われ、写真単位で数値写

真が作成される。数値写真は、空中三角測量の成果である外部標定要素と別途デジタルステレオ図化機等で作成された数値地形モデルを用いて正射変換され、写真単位の正射投影画像が作成される。正射投影画像は、図郭又は作成区域を満たすように結合され、モザイク画像が作成される。その際、正射投影画像は、写真の幾何的歪みが少ない中央部のみを使用する。最後に、モザイク画像は成果の格納単位に分割され、デジタルオルソデータファイルとして整理される。

2. デジタルオルソに等高線や注記などを重ね合わせる場合には、第4編第3章デジタルマッピングの規定を準用し、デジタルオルソの工程に現地調査、数値編集、数値図化を追加する必要がある。

番号	作業工程	画像データ	備考
	作業計画		
	標定点設置		
	対空標識設置		
	撮影		ロールフィルム
	刺針		
	空中写真数値化	数値写真	写真単位
	空中三角測量		
	数値地形モデル作成	数値地形モデル	モデル単位から図郭単位へ整理
	正射変換	正射投影画像	写真単位(中央部)
	モザイク	モザイク画像	図郭又は作成区域を覆う範囲
	デジタルオルソデータ ファイル作成	デジタルオルソデータ ファイル	図郭単位
	成果等の整理		

(空中写真測量に関する規定の準用)

第14条 前条第1号から第5号まで、及び第7号、第8号の作業については、次に規定するところによるほか、国土交通省公共測量作業規程第3編第3章第2節～第10節の関係規定を準用する。

- (1) 撮影に当たっては、デジタルオルソの作成に適した良質鮮明な画質を得るよう特に留意するものとする。
- (2) 空中三角測量の成果等は、次のとおりとする。
 - ア. 空中三角測量成果表(外部標定要素)
 - イ. 空中三角測量実施一覧図
 - ウ. 基準点残差表
 - エ. 座標測定値
 - オ. 計算簿

カ．精度管理表

キ．その他の資料

- (3) 数値地形モデルの作成におけるブレイクライン、等高線、標高点データ等の計測は、国土交通省公共測量作業規程第4編第3章第2節(数値図化)の規定を準用する
- (4) デジタルオルソ画像に重ね合わせる注記等のベクトル情報を作成する場合には、国土交通省公共測量作業規程第3編第3章第7節(現地調査)の規定を準用する。

[解 説]

空中三角測量成果表(外部標定要素)は、現場における電子納品に関する事前協議ガイドライン(案)[測量編]に基づき、次のとおり作成する。

- 空中三角測量成果表フォーマットは1行1レコードのテキストファイルとする。
- 文字コードは、ASCIIコードとする。
- データの項目はスペースもしくはタブによって区切るものとする。
- レコード記述方法は、データ区分を用いて地上座標(POINT)と外部標定要素(PHOTO)をひとつのファイルに記述する。データの範囲は、別のデータ区分が出現するか、ファイルが終了するまでとする。
- 空中三角測量成果表は必須項目を含む関連データをフリーフォーマットで記述する。必須項目は、次のとおりである。

POINT : 点番号、調整後の座標 X,Y,Z

PHOTO : 写真番号、主点位置 X₀、Y₀、Z₀、 、 、

- 位置の単位はmとし、角度の単位は度を標準とする。
- 出力する座標系は数学座標系を標準とする。
- 座標軸の回転の順番は、 、 、 の順とする。

POINT
必須項目

PHOTO
必須項目

POINT	X	Y	Z	PHOTO	X ₀	Y ₀	Z ₀	Roll	Pitch	Yaw
3010002	-27087.019384	-34875.233029	88.240231	4	0.041	0.039	0.067			
3020002	-26689.034367	-34871.726104	71.248014	4	0.032	0.032	0.075			
3030002	-26272.076206	-34919.886772	59.248450	4	0.028	0.028	0.078			
3040002	-25846.004007	-34964.596802	72.365584	4	0.027	0.027	0.071			
3050002	-25581.083829	-34834.961127	57.457268	4	0.027	0.028	0.074			
3060002	-25289.342442	-34905.753746	58.323086	4	0.026	0.027	0.078			
3070002	-24844.112941	-34824.348848	57.148640	4	0.028	0.029	0.078			
3080002	-24464.898984	-34883.299961	73.434600	4	0.028	0.028	0.086			
3090002	-24181.973302	-34880.768352	72.223067	4	0.032	0.033	0.079			
1100002	-23781.396522	-34852.156818	67.198039	4	0.038	0.041	0.067			
2010002	-20889.662881	-35414.938850	58.823724	4	0.031	0.033	0.048			
2020002	-20782.817197	-35579.208089	67.228761	4	0.026	0.027	0.041			
PHOTO	X ₀	Y ₀	Z ₀	Roll	Pitch	Yaw				
8904	-24594.372	-34805.243	671.840	-0.58218	1.29878	-0.39384				
8905	-24948.298	-34804.920	678.583	0.53172	-0.77237	0.06861				
8906	-25329.754	-34804.930	678.481	0.88307	-0.19091	0.96822				
8907	-25696.038	-34805.940	674.329	-0.28950	0.48304	-0.65503				
8908	-26096.580	-34801.930	675.175	-1.88080	0.04133	-0.58004				
8909	-26423.208	-34595.484	673.888	-0.42375	-1.02954	-0.04323				
8910	-26808.171	-34592.378	670.888	-0.77434	-0.12508	0.82504				
8911	-27142.508	-34591.878	668.299	-0.38858	-0.08455	-0.15523				
8912	-27144.814	-35217.886	668.524	0.42876	0.90215	178.96888				
8913	-26774.825	-35218.481	670.878	0.71388	-0.44402	176.37351				
8914	-26407.248	-35226.313	675.732	0.33332	0.43321	177.34888				

第2章 デジタルオルソの作成

第1節 作業計画

(要 旨)

第15条 作業計画は、国土交通省公共測量作業規程第10条(作業計画)の規定により、工程別に作成するものとする。

(使用空中写真)

第16条 空中写真は、原則として、作業着手前1年以内に撮影されたものを用いるものとする。

<第16条 運用基準>

使用する空中写真は、撮影時期、天候、撮影コースと太陽位置との関係等によって現れる色調差や被写体の変化を考慮して採用するものとする。

[解 説]

1. 撮影は、国土交通省公共測量作業規程第3編第3章第5節撮影の規定を準用する。
空中写真の画質は、撮影時期、天候、撮影コースと太陽位置との関係等により、写真ごとに色調が異なり、空中写真の数値化からモザイクまでの工程で画像データの調整によって作成範囲全体の色調を均一化することは困難である。したがって、既存の空中写真を使用する場合には、予め同一条件で撮影された均質な画質の空中写真を採用することが望ましい。
2. 撮影条件の相違により色調の調整が困難な場合には、計画機関と作業機関との間で協議を行う。

第2節 空中写真の数値化

(要 旨)

第17条 空中写真の数値化は、空中写真用スキャナを使用して空中写真をスキャンすることにより、数値写真を作成することをいう。

(スキャニング)

第18条 スキャニングは、原則として、ロールフィルムから直接行うものとする。

< 第 18 条 運用基準 >

1. スキャニングの前にロールフィルムに付着したゴミ、汚れ、ほこり等を除去するとともにキズやへこみ等の点検を行うものとする。
2. ロールフィルムを装填する直前には、空中写真用スキャナのフィルム架台のゴミ、汚れ、ほこり等を除去する。
3. 色調補正を行うためのプレスキャンは、原則として撮影コースごとに始点と終点で行うものとし、さらに、撮影コース内で顕著に色調が変わる地域がある場合には、これらを分けて行うものとする。
4. スキャンした数値写真は、土地被覆、撮影時期、天候、撮影コースと太陽位置との関係等を考慮して抜き取りを行い、全体の色調が統一されているか点検するものとする。

[解 説]

1. スキャニング時のロールフィルムの圧定は、センサにより動作の点検を行っている機種と内部標定に点検を依存する機種が存在する。圧定に不具合が存在した場合には、内部標定結果として表出されるため、内部標定結果に異常が見られる場合には、圧定装置についても点検する必要がある。
2. 空中写真では、光学レンズの影響による周辺部の減光や、太陽方向との関連によるシャドウスポット、ハレーション等で色調が一定とはならない。また、フィルムの現像処理や空中写真の数値化により、色調が変化する。このため、特にカラー写真では、隣接写真の重複画像部分での色調差が大きいと、モザイクした境界に色調差が際立つこととなる。このため、モザイクを行う前に重複画像の色調をある程度統一したり、モザイク後に接合部の濃度変化を段階的に調整する必要があるが、完全な調整は困難である。したがって、空中写真の数値化時に適切な色補正を行っておくことが重要である。

(スキャニング分解能)

第19条 スキャニング時の最小地上分解能は、第 12 条第 2 項に準じて、撮影縮尺と地上分解能の関係に基づいて決定する。

2. 色の階調は、原則として、24bit フルカラー以上とする。

[解 説]

1. 撮影縮尺とスキャニング分解能及び地上分解能の関係は、次表のとおりである。

スキャニング分解能 撮影縮尺	10 μm	20 μm	30 μm
1/4,000	0.040	0.080	0.120
1/8,000	0.080	0.160	0.240
1/12,500	0.125	0.250	0.375
1/25,000	0.250	0.500	0.750
1/30,000	0.300	0.600	0.900

* 地上分解能の単位[m]

2. 画像圧縮を行う場合には、ロスレス圧縮でなければならない。

第3節 数値地形モデルの作成

(要 旨)

第20条 数値地形モデルの作成とは、自動標高抽出技術等により標高を取得し、数値地形モデルファイルを作成する作業をいう。

(標高の取得)

第21条 標高の取得は、デジタルステレオ図化機等を用いて、第12条第2項の規定を満たす必要十分な数値地形モデルのグリッド間隔を確保するとともに、必要に応じて局所歪みを補正するための地性線等を取得する。

2. 標高の取得には、自動標高抽出技術、等高線法、ブレイクライン法、標高点計測法又はこれらの併用法を用いる。

<第21条 運用基準>

1. 自動標高抽出技術によるグリッド間隔は、画像相関間隔が第12条第2項の規定に準ずるグリッド間隔を満たすものとする。
2. 等高線法による等高線の間隔は、国土交通省公共測量作業規程第72条(等高線)に規定する2倍を原則とし、等傾斜の地形では適宜間隔を広げることができる。
3. ブレイクライン法によりブレイクラインを選定する位置は、次のとおりとする。
 - 1) 段差の大きい人工斜面、被覆などの上端と下端
 - 2) 高架道路や立体交差の道路縁
 - 3) 尾根や谷、あるいは主な水涯線
 - 4) 地形傾斜の連続的な変化を表す地性線
 - 5) その他、地形を明確にするために必要な地形形状

4. 標高点計測法により標高点を選定する場合は、国土交通省公共測量作業規程第 166 条(標高の選点)の規定を準用する。
5. 標高を取得する範囲は、デジタルオルソデータファイルを作成する区域を完全に網羅しているものとする。
6. 森林地帯などの植生が密生している地域において、地表面の標高計測が困難な領域については、植生の表層面で作成することもやむを得ないものとする。ただし、地表面での数値地形モデル(DTM)とは区分し、表層面の数値表層モデル(DSM)としてデジタルマッピングデータファイルに格納するものとする。
7. 河川や小規模な湖沼等の陸水面は、地表面に分類し、その標高値は、周辺陸域の最近傍値からの内挿処理によって与えるものとする。
8. 大規模な湖沼水面、海水面の数値地形モデルは、標高値に-999m を与えるものとする。
9. 既成の数値地形モデルを使用する場合は、データの品質や経年変化等についての点検を行う。

[解 説]

1. 自動標高抽出技術は、立体モデルの対となる数値写真の同一点を画像相関等により検出することにより、数値写真の視差差を算出して標高に変換する技術である。
2. 等高線法は、数値図化により等高線形式で標高データを取得する方法である。
3. ブレークライン法は、数値図化により地形形状が連続的に変化する被覆の上端・下端や地性線等を三次元の線として取得する方法である。
4. 標高点計測法は、数値図化により標高を取得する方法であり、他の方法で取得した数値地形モデルで標高が不足する箇所などに用いる。
5. 標高の取得方法の優劣は、地形形状によって異なるが、高精度な数値地形モデルを作成するには、ブレークライン法が有効である。ブレークラインを制約条件として作成された不整三角網は、地形を最も忠実に再現した数値地形モデルとなる。一方、自動標高抽出技術や等高線法では、標高点や等高線の間隔を細かくするほど地形を忠実に再現できるが、これらの間隔には限界がある。通常、数値地形モデルに変換した際に地形形状が平滑化されてしまい局所的な歪みの原因となる場合がある。

(数値地形モデルへの変換)

第22条 数値地形モデルへの変換は、前条で取得した標高により第 12 条第 2 項の規定に準ずるグリッド、または不整三角網へ変換する。

< 第 22 条 運用基準 >

1. 数値地形モデルの形状をグリッドで作成する場合は、グリッド間隔は第 12 条第 2 項の規定に準ずる。

2. 不整三角網を使用する場合は、グリッドと同等以上の地形表現が可能な形状とする。
3. 数値地形モデルを作成する範囲は、デジタルオルソデータファイルを作成する区域を完全に網羅しているものとする。

[解 説]

1. 数値地形モデルの取得分類は、次表のとおりとする。

大分類	分類	分類コード	名称	備考
地形等	数値地形モデル	7501	グリッドデータ	自動標高抽出技術により作成、あるいは等高線やランダムポイント、ブレイクラインから生成
		7511	ランダムポイント	標高点計測により取得
		7521	ブレイクライン	ブレイクライン法により取得
		7531	不整三角網	グリッドデータ、ランダムポイント、ブレイクライン、等高線等から生成

2. 数値地形モデルは、標高が取得されている位置にしたがい、次表のとおり図形区分で分類する。

コード	内容	対象となる取得分類項目
00	地表面	数値地形モデル
51	表層面	
52	海水面	

3. 海水面には、大規模な湖沼を含むものとする。

(数値地形モデルの編集)

第23条 数値地形モデルの編集とは、作成された標高データをステレオモデル上に表示し、著しく地表面と異なった点を修正する作業をいう。

< 第 23 条 運用基準 >

数値地形モデルの修正は、デジタルステレオ図化機等を用いて行うものとする。

(数値地形モデルファイルの作成)

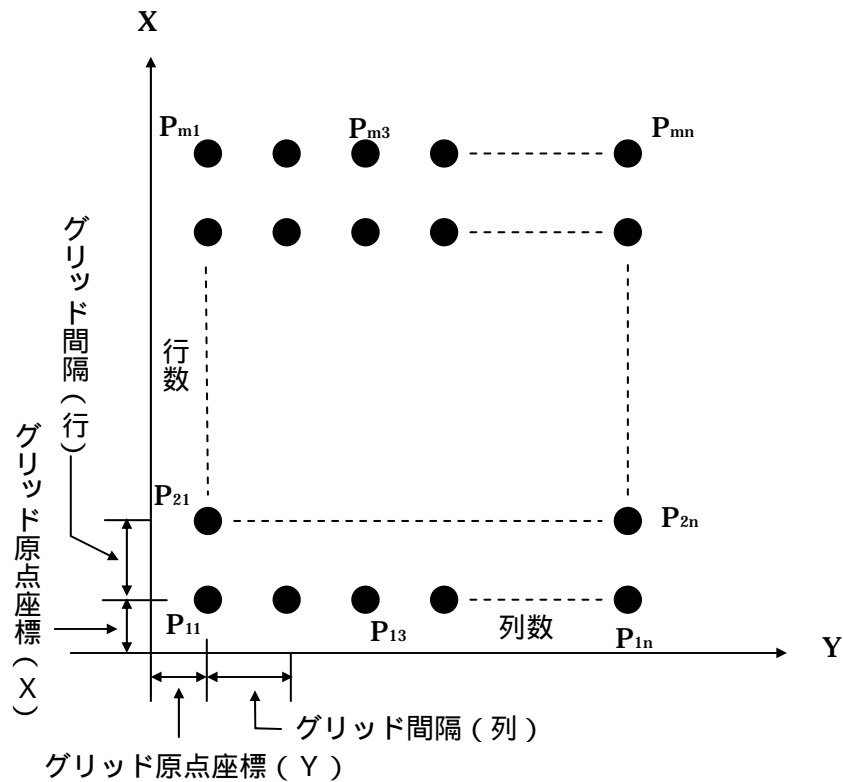
第24条 数値地形モデルファイルの作成は、編集後の数値地形モデルを用いて所定の形式で作成する。

< 第 24 条 運用基準 >

- 1 . 数値地形モデルファイルは、国土交通省公共測量作業規程付録 7 デジタルマッピングデータファイル仕様とする。
- 2 . 数値地形モデルファイルの格納単位は、デジタルオルソデータファイルの格納単位と同一とする。
- 3 . 不整三角網の数値地形モデルファイルを格納する場合、図郭にまたがる三角形は複数の三角形として図郭線による分割処理を行う。

[解 説]

- 1 . 数値地形モデル (グリッド) は、グリッドレコードを用いるものとする。
- 2 . 数値地形モデル (グリッド) の原点座標は、図郭原点からグリッド間隔の 2 分の 1 の位置を標準とする。



- 3 . 数値地形モデル (不整三角網) は、本マニュアル第 3 編第 1 章標準様式にしたがい、国土交通省公共測量作業規程付録 7 デジタルマッピングデータファイル仕様を拡張して格納する。

(数値地形モデルファイルの点検)

第 25 条 数値地形モデルファイルの点検は、前条で作成した数値地形モデルを用いて行うものとする。

2 数値地形モデルの標高点精度は、第 12 条第 2 項の規定に準ずる。

< 第 25 条 運用基準 >

- 1 . 点検位置は数値地形モデルファイルから無作為に抽出された標高点とする。
- 2 . 点検は、デジタルステレオ図化機等を用いて立体計測された標高点と抽出された数値地形モデルファイル内の標高点を比較し、精度管理表にまとめるものとする。

[解 説]

中山間地域や森林地域等のように標高の点検に使用できる明瞭な地物が十分には存在しない地域については、計画機関と作業機関との間で点検数や場所を協議する。

第 4 節 正射変換

(要 旨)

第26条 正射変換とは、数値写真を中心投影から正射投影に変換し、正射投影画像を作成する作業をいう。

[解 説]

- 1 . 撮影された空中写真は、カメラレンズを中心とする中心投影であることから、高いところは大きく写るなど土地の比高による歪みを生じているが、正射変換により得られたデジタルオルソは地図と同様の正射投影となるので、地図の精度を備えることになる。
- 2 . 正射変換には数値地形モデルを用いるが、その成果である正射投影画像では、この数値地形モデルに合致する地物のみが地図と同様の位置となる。数値地形モデルとして地表面のデータが採用された場合には、地表面と合致する地物は地図と同様の位置となるが、建物の屋根や樹木の樹冠など、地表面との比高差があるものについては、地図と同様の位置とはならない。



比高差による建物の倒れ

3. 数値地形モデルのグリッド間隔と地形形状の関係によっては、局所歪みが生じる。局所歪みとは、数値写真の画素と1対1で対応できるように内挿処理により数値地形モデル内のグリッド間隔を高密度化させ、その内挿された標高点を用いて正射変換するために生じる現象で、内挿区間の数値写真が線形に変化していない場合に生じる数値地形モデルと実際の地形形状の相違に起因する。また、グリッド間隔が密なほど局所歪みは発生しやすくなる。下図は、表層面の数値表層モデルを使用した正射投影画像における局所歪みの例で、左図は道路、右図は建物に特徴的な局所歪みが生じている。局所歪みを除去するには、ブレイクライン法によって標高点を追加する必要があるが、完全に取り除くことは困難である。



道路の局所歪み



建物の局所歪み

(正射投影画像の作成)

第27条 正射投影画像の作成は、数値写真を標定し、数値地形モデルに基づいて正射投影画像を作成する。

2 正射投影画像の地上分解能は、第12条第2項の規定に準ずる。

<第27条 運用基準>

1. 内部標定は、国土交通省公共測量作業規程第145条(内部標定)の規定を準用する。

2. 対地標定は、空中三角測量等で得られた成果を用いて行うものとする。

[解説]

1. 対地標定は、デジタルステレオ図化機の機能を用いて、空中三角測量で得られたパスポイント及びタイポイントの測地座標とその数値写真の観測座標、あるいは外部標定要素を直接用いることにより行う。

2. 対地標定は、空中三角測量で得られた成果を用いるほか、これと同等の精度、配点を満たす標定点を用いることもできる。

第5節 モザイク

(要旨)

第28条 モザイクとは、隣接する正射投影画像をデジタル処理により結合させ、モザイク画像を作成する作業をいう。

(方法)

第29条 モザイクは、隣接する正射投影画像の接合部で著しい地物のくい違い及び色調差が生じないように結合を行うものとする。

2 モザイクは、数値写真の中央部に相当する部分の正射投影画像を用いて行うことを標準とする。

<第29条 運用基準>

1. 正射投影画像の結合及び隣接図郭画像との接合は、線状対象物において不合のないように努め、その他の対象物においても水平位置の制限を超えないように行うものとする。

2. 正射変換されていない数値写真は、モザイクしないものとする。

3. 色調は、正射投影画像間での差が生じないように努めるものとする。

[解説]

1. モザイクは、隣接する画像の重複部分を利用して位置合わせと色合わせを行った後、隣接す

る正射投影画像を接合することをいう。デジタルオルソのモザイクでは、位置と座標系が統一された複数の正射投影画像に対して、濃度補正、濃度変換による色合わせ、接合点の探索、接合点周辺の濃度の平滑化、といった処理手順で行われる。

- (1) 濃度補正は、数値写真ごとに異なる濃淡や色調を可能な限り一致させる。
 - (2) 濃度変換による色合わせは、重複部分の画像を利用して複数の数値写真間にある濃淡や色調の相違の中で、系統的には補正することが不可能な画像間の濃淡・色調の差を可能な限り一致させるように行う。
 - (3) 接合点の探索は、接合すべき断面内において最も接合しやすい点を探索する。接合しやすい点には、数値写真間の濃度差が最も小さな点、あるいはそれぞれの画像内で濃度が急激に変化する点が考えられる。濃度が急激に変換する点としては、道路や尾根・谷線などがある。
 - (4) 接合点周辺の濃度変化の平滑化は、画像が接合されている境界部において不連続な色調を、断面ごとに接合点両側の一定区間での比例配分によって行う。
2. 本マニュアルにしたがって作成した正射投影画像に、品質の異なる正射投影画像や数値写真をモザイクする場合には、その範囲と品質が明瞭に区分できるようにしなければならない。

(モザイク画像の点検)

第30条 モザイク画像の点検は、主要地物(道路等)の接合部の位置ずれ、正射投影画像間の色調の差について行うものとする。

<第30条 運用基準>

1. 接合部の位置ずれについては、著しい歪みや段差について点検するものとする。
2. 接合部の色調の差については、著しい相違について点検するものとする。

[解説]

1. 高層建築物等により接合が困難な場合は、計画機関と作業機関との間で協議を行う。
2. 位置ずれの歪みや段差は、次表を満たしているか点検する。

地図情報レベル	位置ずれ精度
500	0.5m 以内
1000	1.0m 以内
2500	2.5m 以内
5000	5.0m 以内
10000	10.0m 以内

3. 色調の差は、主観的な要素が強いため、事前に計画機関と作業機関の間で協議したサンプル等を用いて点検する。

第6節 デジタルオルソデータファイルの作成

(要 旨)

第31条 デジタルオルソデータファイルの作成とは、モザイク画像からデジタルオルソデータファイルを図郭単位に切り出すとともに、デジタルオルソデータファイルの位置情報として位置情報ファイルを作成し、仕様にしたがって電子記録媒体に記録する作業をいう。

< 第 31 条 運用基準 >

1. 隣接する図郭においては、同一のモザイク画像から図郭単位へ切り出すものとする。
2. 注記や行政界等のデータを取得した場合には、国土交通省公共測量作業規程第4編第3章デジタルマッピングの規定にしたがって格納するものとする。

[解 説]

図郭をまたぐ位置において、見映えをよくするために隣接する図郭で使用する正射投影画像を変更すると、接合に位置のズレが生じやすくなる。これを避けるためには、同一の正射投影画像を使用したモザイク画像から図郭単位へ切り出す。

(デジタルオルソデータファイル等の格納)

第32条 デジタルオルソデータファイルの格納は、国土基本図図郭を基本とした図郭単位とし、適宜分割することができる。

2. デジタルオルソデータファイルの位置情報を付加するためのインデックスファイルとして、位置情報ファイルを図郭ごとに作成する。

< 第 32 条 運用基準 >

1. デジタルオルソデータファイルは、原則として TIF 仕様で格納するものとする。
2. 位置情報ファイルは、原則としてワールドファイル仕様で格納するものとする。

[解 説]

1. 図郭単位への切り出しにおいては、可能な限り作成範囲全体のモザイク画像を用い、図郭間での不具合が生じないようにしなければならない。
2. デジタルオルソデータファイルに画像圧縮を行う場合には、ロスレス圧縮でなければならない。
3. 位置情報ファイルは、原則として米国 ESRI 社が画像に測地情報を与えるために提案したテキスト形式のワールドファイル仕様を用いる。ワールドファイル仕様では、画像座標系から地上座標系へ変換を行う際の、アフィン変換の6パラメータを記述する。

アフィン変換は(1)式で表される。

$$\begin{cases} x' = ax + by + c \\ y' = dx + ey + f \end{cases} \quad (1)$$

ここで、

x' : 地上座標系の x 座標 (数学系-東西、単位 : m)

y' : 地上座標系の y 座標 (数学系-南北、単位 : m)

x : 画像座標系の x 座標 (カラム又は列、単位 : 画素)

y : 画像座標系の y 座標 (ロウ又は行、単位 : 画素)

$a \sim f$: アフィン変数

これにより原点移動、各軸方向の拡大縮小及び回転を与えることが可能となるが、一般的には回転はなく、縮尺は各軸方向ともに等しい値で運用されることが多い。

位置情報ファイルは、次のように記述される。

0.1	a
0.0	d
0.0	b
-0.1	e
-28500.00	c
-33000.00	f

a 及び e は、回転がない場合には x 軸方向、 y 軸方向の縮尺を表し、 x 軸方向と y 軸方向の縮尺が等しい場合には絶対値が等しくなる。また、地上座標系と画像座標系の原点が異なるため y 軸方向の符号が負(-)となる。この値は画像 1 画素に対する地上座標系での縮尺、すなわち、画像 1 画素の地上座標系における大きさ、地上分解能に相当する。

a 、 d 、 b 及び e は x 軸回り、 y 軸周りの回転を表す。この例では回転はない。

c 及び f は x 軸方向、 y 軸方向の平行移動量を表す。画像の原点 $0,0$ の位置 (画像の左上) を平行移動させる量、すなわち、画像左上隅の画素中心位置の地上座標系における座標値に相当する。単位は m で、数学系である。位置情報ファイルは通常画像ファイルとともに格納される。

以下に、地図情報レベル 2500 の図郭番号 -JE71-3 を地上分解能 $0.4m$ で作成した際の位置情報ファイルの作成例を示す。なお、ここでの座標値は全て数学系表示である。

x = 4,000.000
y = 7,500.000

x = 6,000.000
y = 7,500.000

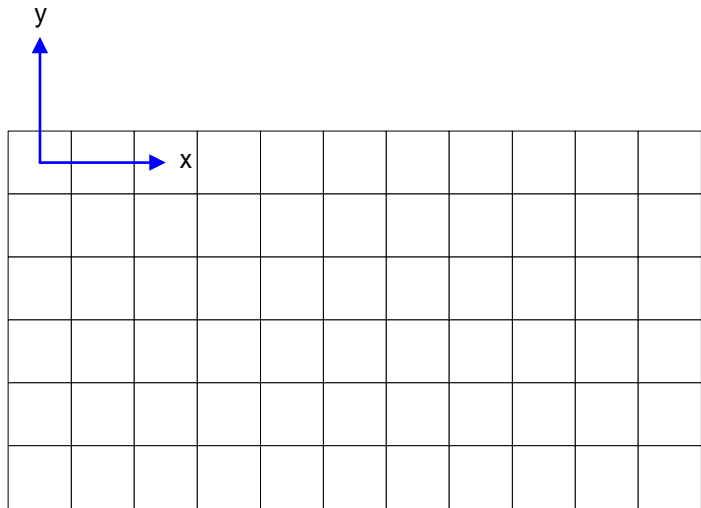
-JE71-3

x = 4,000.000
y = 6,000.000

x = 6,000.000
y = 6,000.000

a = 0.4 : x 軸方向のピクセルの解像度 40cm、回転なし
d = 0.0 : 回転なし
b = 0.0 : 回転なし
e = -0.4 : y 軸方向のピクセル解像度 40cm、回転なし
c = 4000.00 : 左上隅のピクセル中心の x 座標 [単位 : m]
f = 7500.00 : 左上隅のピクセル中心の y 座標 [単位 : m]

座標の原点は、下図に示す左上画素の中心を原点とする。



4 . ワールドファイルの命名則は、画像ファイルの名称に「W」を付したものである。例えば、SAMPLE.TIFF の場合は SAMPLE.TIFFW と記述される。しかし、一般的にはファイル名は 8.3 (ファイル名称 8 文字と拡張子 3 文字) の命名則に則っており、この場合は画像ファイルの拡張子の 1 文字目と 3 文字目及び「W」を拡張子とするファイル名とする。SAMPLE.TIF のワールドファイルは SAMPLE.TFW となる。

国土交通省測量成果電子納品要領 (案) では 8.3 のファイル命名則を採用しているため、後

者の記述方法を使用する。

(デジタルオルソデータファイル等の点検)

第33条 デジタルオルソデータファイルの点検は、水平位置、色調、局所歪み及び接合について行うものとする。

<第33条 運用基準>

1. 点検は、図郭単位で行うものとする。
2. 水平位置の点検は、デジタルオルソデータファイル上で無作為に抽出された明瞭な地物とする。
3. 水平位置の点検は、デジタルステレオ図化機等を使用して計測された水平座標とデジタルオルソ上で単画像計測された水平座標を比較することで実施し、精度管理表にまとめるものとする。
4. 水平位置の精度は、第12条第2項の規定に準ずる。
5. 色調、局所歪み及び接合については、第12条第2項の水平位置精度を超える著しい相違や段差について点検するものとする。
6. 位置情報ファイルは、点検プログラム又はグラフィックディスプレイへの表示等により、その内容を点検するものとする。

[解説]

1. 水平位置の点検は、中山間地域や森林地域等のように水平位置の点検に使用できる明瞭な地物が十分には存在しない地域については、計画機関と作業機関との間で点検数や場所を協議する。
2. 色調及び局所歪みの点検については、主観的な要素が強いため、サンプル等を用いて合否判定の基準について計画機関と作業機関との間で合意を得ておく。
3. デジタルオルソデータファイルは、数値地形モデルの標高点精度を水平位置精度として内包した、二次元のデジタル画像であり、高さ情報は保持していない。

第7節 成果等の整理

(成果等)

第34条 成果等は、次のとおりとする。

- (1) デジタルオルソデータファイル
- (2) 位置情報ファイル
- (3) 数値地形モデルファイル
- (4) 精度管理表
- (5) その他の資料

< 第 34 条 運用基準 >

測量成果等は、原則として、電子データで提出するものとし、測量成果電子納品要領（案）に基づいて作成するものとする。

[解 説]

測量成果の検定を受けた場合には、検定証明書及び検定記録を提出するものとする。

第3編 資料

第1章 標準様式

1. 精度管理表

数値地形モデルの作成及びデジタルオルソデータファイルの作成の精度管理は、デジタルオルソ作成精度管理表のとおりとする。

2. デジタルマッピングデータファイル仕様（不整三角網(TIN)への拡張）

数値地形モデルを不整三角網（TIN）で作成した場合には、拡張されたデジタルマッピングデータファイル仕様（不整三角網(TIN)への拡張）を用いて格納するものとする。

3. モザイク品質分類図

品質の異なる正射投影画像や数値写真をモザイクした場合には、その範囲をモザイク品質分類図に記載するものとする。

4. 施工管理

施工管理は、施工管理における点検作業要領（案）によるものとする。

デジタルオルソ作成精度管理表

作業名		作業機関		主任技術者		検査者	
地区名							

デジタルオルソデータファイル

数値地形モデル

番号	測定値		検測値		残差	番号	平面位置		測定値 z	検測値 Z	残差	
	x	y	X	Y			X	Y				
1						1						
2						2						
3						3						
4						4						
5						5						
6						6						
7						7						
8						8						
9						9						
10						10						
11						11						
12						12						
13						13						
14						14						
15						15						
16						16						
17						17						
18						18						
19						19						
20						20						
21						21						
色調		歪み	写真接合	図郭接合	平均値						平均値	
					最大値						最大値	
					標準偏差						標準偏差	

*点検箇所数は21点以上を原則とする。

デジタルマッピングデータファイル仕様（不整三角網(TIN)への拡張）

(1) インデックスレコード(c)

使用分類コード		標準の分類コード		使用データタイプフラグ							方向規定区分	座標次元区分	内容記述
レイヤ	項目	レイヤ	項目	面	線	円	円弧	点	方向	注記	属性	グリッド	
14		14		911							11	11	A65

グリッドには、不整三角網が含まれる。

(3) グループヘッダレコード(レイヤヘッダレコード及び要素グループヘッダレコード)

レコードタイプ	地図分類コード			要素識別番号	階層レベル	要素数										取得年月	空き領域	数値化区分	空き領域	
	分類コード		空き領域			総数	グループ	面	線	円	円弧	点	方向	注記	属性					グリッド
	レイヤ	項目																		
A2	14		16	14	12	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14	8X	12	X

グリッドには、不整三角網が含まれる。

(11) 不整三角網ヘッダレコード

レコードタイプ	地図分類コード		要素識別番号	階層レベル	図形区分	三角形数	レコード数	取得年月	空き領域				
	分類コード												
	レイヤ	項目											
A2	14	16	14	12	12	15	16	14	49X				
	10				20		30		40	50	60	70	80

レコードタイプ……………「T」に固定
 地図分類コード……………要素グループヘッダレコードを参照
 分類コード……………要素グループヘッダレコードを参照
 要素識別番号……………要素グループヘッダレコードを参照
 階層レベル……………当該レコードの階層上の位置(通常は2又は3)
 三角形数……………三角形の数
 レコード数……………当該三角形の実データレコード数
 取得年月……………当該グリッドデータを取得した年月、西暦の下2桁及びび月で表現

(12) 不整三角網レコード

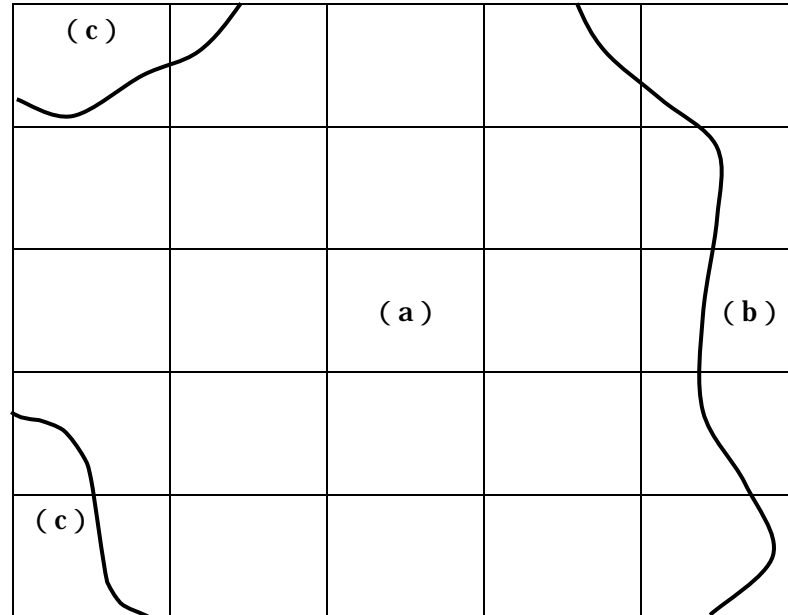
座 標 値 (i, 1)			座 標 値 (i, 2)			座 標 値 (i, 3)			座 標 値 (i+1, 1)					
X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z			
17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17			
10		20		30		40		50		60		70		80

座標値……………三角形は3点の座標値とする。
 座標値は不整三角網レコードを満たすよう連続して記録する。
 座標値及び三角形の記録する順番は規定しない。
 図郭にまたがる三角形は図郭で分割して記録する。

(12)において直前の不整三角網レコードの三角形数が2以上の場合は、複数レコード連続する。

モザイク品質分類図

作業名又は地区名	計画機関	作業機関	作業期間	主任技術者
			自 平成 年 月 日 ~ 至 平成 年 月 日	



地域	空中写真			数値地形モデル		公共測量助言番号	備考
	撮影年月	撮影縮尺	地上分解能	グリッド間隔	標高点精度		
(a)							
(b)							
(c)							

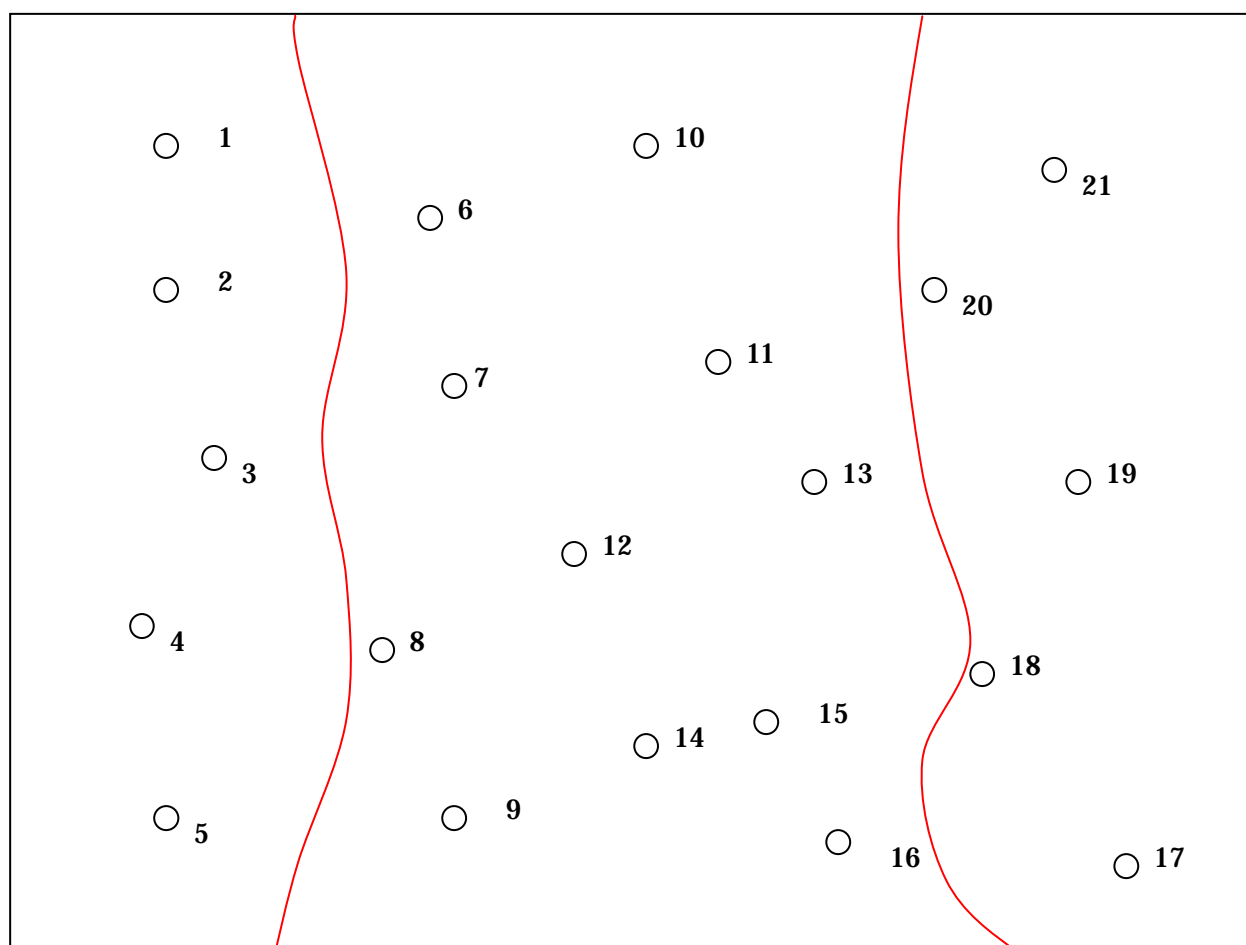
- 注1. この品質管理表は本マニュアルと異なる品質の正射投影画像や数値写真をモザイクする場合に用いる。
 2. 品質境界線を太線にて表示する。

施工管理における点検作業要領（案）

項 目	要 領 （案）	備 考
測定の種類	デジタルオルソ作成	
総点検の量	測量区域の総面積の2%	
ブロック毎 単位点検の 量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 監督員が指示した点検の量。 ・ 測量区域の面積及び状況に応じて地区あるいは作業者を単位としたブロックに分け、総点検測量の量が2%になるように各ブロックの点検測量の量を決める。 	
点検内容	数値図化及び目視点検により地物、地形の位置、局所歪み、接合及び色調等の点検を行う。	
点検箇所	監督員の指示による。	
点検箇所選 定の方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 各地物、地形が包含されている地域。 ・ 2モデルに渡る地域又はモザイク間の部分。 	
点検要領	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水平位置の点検は、数値写真上に明瞭で主要な地物、線状物体等を数値図化し、デジタルオルソデータファイル上で計測された同一箇所の座標値と比較する。 ・ 色調、局所歪み、接合については目視点検を行う。 ・ デジタルオルソデータファイル（形式、位置情報、地上分解能）は点検プログラム又は目視点検を行う。 	
判定基準	<ul style="list-style-type: none"> ・ デジタルオルソデータファイルと数値図化データを重ねて位置のずれが所要制限値以内であるか判定する。 ・ 局所歪みの有無、モザイク接合のずれが所要制限内であるか判定する。 ・ 色調が適正であるかを判定する。 ・ ファイルが作業規程に準拠しているか判定する。 	色調の良否については、サンプル等を用いて監督員と協議する。
整理・提出 (納品)形式	<ul style="list-style-type: none"> ・ デジタルオルソデータファイル上に数値図化等のデータを重ね合わせた出力図を作成し、点検箇所、番号及びモザイク接合位置を赤線で表示する。測量作業名、点検者、図郭番号、点検期間、撮影縮尺、地上分解能、スキャニング分解能、グリッド間隔を記載し「施工管理図」としてまとめ提出する。 ・ 位置精度については、点検した地点の位置のずれを一覧表「位置精度の点検結果」にまとめ提出する。 ・ 局所歪み、接合、色調の不良箇所については、その良否を判定し、「色調・歪み・接合の点検結果」にまとめる。主な点検箇所の画像を抽出し、点検付図を作成し提出する。 	

施工管理図

測量作業名		点検者	
図郭名		点検期間	
撮影縮尺(分母)		地上分解能[m]	
スキャニング 分解能[μm]		グリッド間隔 [m]	



— モデル接合箇所

○ 1 : 点検箇所及び番号

水平位置精度の点検結果

測量作業名		点検者	
図郭名		点検期間	年 月 日 ~ 年 月 日
撮影縮尺(分母)		地上分解能[m]	
スキャニング 分解能[μm]		グリッド間隔 [m]	

番号	測定値[m]		点検値[m]		較差[m]			備考 計測箇所
	X	Y	X	Y	X	Y	XY	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
注1)水平位置精度は使用した数値地形モデル上以外の地物については対象外とする。 注2)水平位置の点検に使用できる明瞭な地物が十分には存在しない地域については、監督員と点検数及び場所を協議する。					点数			
					平均値			
					最大			
					標準偏差			

色調・歪み・接合の点検結果

測量作業名		点検者	
図郭名		点検期間	年 月 日 ~ 年 月 日
撮影縮尺(分母)		地上分解能[m]	
スキャニング 分解能[μm]		グリッド間隔 [m]	

	点検項目	点検方法	指摘事項	判定	
				合	否
ファイル	ファイル形式	所定の仕様で記録してあるか点検する。		合	否
	位置情報	位置情報の入力値の適否を点検する。		合	否
	地上分解能	画素数を計測し所定の地上分解能を満たしているか点検する。		合	否
色調等	色調の統一	隣接する画像間で色調、濃度及び画質の相異の有無とその良否を点検する。		合	否
	階調	画像の濃度に極端な偏りが無いか、中間調を基準として、その良否を点検する。		合	否
	暗影部	暗影の有無及び濃淡による被写地形等の細部を不明な範囲とその良否を点検する。		合	否
	鮮明度	画像の色ずれ、ボケの有無とその良否を点検する。		合	否
	像のむら、汚れ、キズ	スキャニング時のネガのキズ、汚れ、ごみや埃などの有無とその良否を点検する。		合	否
歪み	局所歪み	局所的な画像の歪みの有無とその良否を点検する。		合	否
接合	モデル(コース)の接合部	隣接するモデル間、コース間での被写地形の位置のずれ、画像の重複及びボケの有無とその良否を点検する。		合	否
	図郭間接合部	隣接する図郭間での被写地物の位置ずれの有無とその良否を点検する。		合	否

色調点検付図

	No.	No.	No.
画像			
指摘事項			

歪み点検付図

	No.	No.	No.
画像			
指摘事項			

接合点検付図

	No.	No.	No.
画像			
指摘事項			

第2章 参考資料

2.1 実証実験結果

本マニュアルの基準を決定するため、次の地区を対象に、デジタルオルソの作成及び実証実験を行った。実験地区は、成果品の現状調査で整理した条件を満たす4地区とした。

- A地区（平坦地）：撮影縮尺 1/12,500（袖ヶ浦）
- B地区（丘陵地）：撮影縮尺 1/10,000（富士川）
- C地区（平坦地）：撮影縮尺 1/4,000（渋谷）
- D地区（丘陵地）：撮影縮尺 1/5,000（福知山）

これらの地区に対して、スキャン分解能を 10 μ m、20 μ m、30 μ m の3種類、数値地形モデル（グリッド間隔）を 5m、10m、25m の3種類とし、これらの組合せによる9種類の実験を行い、合計で36種類の結果を得た。

作成したそれぞれのデジタルオルソの検証は、A地区では10 μ mの数値写真から数値図化したデータを真値に、それ以外の地区では、それぞれの業務で作成した地図データを真値と仮定し実施した。

- A地区：スキャン分解能 10 μ m の数値写真からの数値図化データ
- B地区：地図情報レベル 2500 のデジタルマッピングデータファイル
- C地区：地図情報レベル 500 のデジタルマッピングデータファイル及び実測データ
- D地区：地図情報レベル 500 のデジタルマッピングデータファイル

各検証実験の結果を整理すると表2のとおりであり、該当地図縮尺での図上距離の標準偏差に換算すると0.04mmから0.23mmであった。これらに、検証用成果が標準偏差で国土交通省公共測量作業規程第71条（地形図等の精度）の最大値を保持していると仮定して0.5mmあるいは0.7mmを加えても、同第218条（写真図の規格）における水平位置の精度である図上1.0mm以内（標準偏差）は満たされた。

しかしながら、精度検証の結果、B地区、C地区においては、標準偏差が大きくなっている。これは、デジタルオルソと検証データをそれぞれ標定する際に、デジタルオルソでは空中三角測量で得られた外部標定要素を用い、検証データではポジフィルムに点刻されたパスポイントを用いたため、標定要素の違いによる較差が生じたものである。

表 1 実証実験 精度検証総括表

実験分類	スキャンニング 分解能[μm]	グリッド 間隔[m]	検証点数	平均値 [mm]	最大較差 [mm]	標準偏差 [mm]
1/12,500 平坦地(A地区)	10	5	25	0.05	0.11	0.02
		10	25	0.04	0.10	0.02
		25	25	0.06	0.22	0.05
	20	5	25	0.05	0.12	0.02
		10	25	0.05	0.13	0.03
		25	25	0.07	0.21	0.05
	30	5	25	0.06	0.11	0.03
		10	25	0.07	0.13	0.03
		25	25	0.09	0.20	0.05
1/10,000 丘陵地(B地区)	10	5	23	0.48	0.68	0.13
		10	23	0.48	0.69	0.11
		25	23	0.48	0.69	0.13
	20	5	23	0.48	0.68	0.11
		10	23	0.48	0.64	0.10
		25	23	0.47	0.72	0.12
	30	5	23	0.43	0.60	0.11
		10	23	0.43	0.70	0.12
		25	23	0.46	0.71	0.13
1/4,000 平坦地(C地区)	10	5	22	0.51	0.79	0.19
		10	22	0.52	0.94	0.21
		25	22	0.55	1.00	0.23
	20	5	22	0.60	0.92	0.21
		10	22	0.61	0.91	0.21
		25	22	0.59	0.92	0.21
	30	5	22	0.59	1.00	0.21
		10	22	0.54	0.93	0.23
		25	22	0.55	0.95	0.23
1/5,000 丘陵地(D地区)	10	5	20	0.07	0.17	0.04
		10	20	0.07	0.17	0.04
		25	20	0.07	0.16	0.04
	20	5	20	0.08	0.18	0.04
		10	20	0.08	0.17	0.05
		25	20	0.08	0.16	0.04
	30	5	20	0.08	0.18	0.04
		10	20	0.08	0.17	0.04
		25	20	0.08	0.17	0.05

2.2 空中写真用スキャナの定期点検証明書の事例

1) ZI Imaging 社製 PhotoScan

Geometric Calibration Report for PhotoScan ser. No. xxxxxx

Intersections read from: C:\Program Files\PhotoScan TD\CalibFiles\25NominalPoints.dat

Title: # Calibration plate: Using all 25 nominal points

Status	#	Calibrated		Observed		Residuals	
		X (mm)	Y (mm)	X (mm)	Y (mm)	X (um)	Y (um)
SM	1	0.000	0.000	0.761	1.511	1.527	-0.930
SM	2	50.000	0.000	50.764	1.177	1.813	0.851
SM	3	100.000	0.000	100.771	0.844	-1.167	1.694
SM	4	150.000	0.000	150.775	0.512	-1.374	2.045
SM	5	200.000	0.000	200.778	0.183	-1.362	-0.557
SM	6	0.000	50.000	1.159	51.509	0.408	-1.526
SM	7	50.000	50.000	51.163	51.177	-0.182	-1.066
SM	8	100.000	50.000	101.166	50.844	-0.279	-0.005
SM	9	150.000	50.000	151.170	50.512	-0.377	0.401
SM	10	200.000	50.000	201.173	50.183	-0.857	-1.639
SM	11	0.000	100.000	1.555	101.506	0.968	0.165
SM	12	50.000	100.000	51.558	101.173	0.706	0.899
SM	13	100.000	100.000	101.562	100.841	0.444	1.304
SM	14	150.000	100.000	151.565	100.512	0.019	-0.806
SM	15	200.000	100.000	201.569	100.180	0.194	-1.275
SM	16	0.000	150.000	1.954	151.506	-1.753	-1.816
SM *	17	50.000	150.000	51.957	151.170	-2.125	1.871
SM	18	100.000	150.000	101.961	150.841	-1.722	-0.340
SM	19	150.000	150.000	151.961	150.508	0.797	0.557
SM	20	200.000	150.000	201.964	150.176	0.754	0.853
SM	21	0.000	200.000	2.349	201.502	-1.085	0.048
SM	22	50.000	200.000	52.353	201.170	-1.401	0.399
SM	23	100.000	200.000	102.353	200.841	1.556	-1.711
SM	24	150.000	200.000	152.356	200.505	1.575	1.694
SM	25	200.000	200.000	202.360	200.176	1.423	-1.009

1.2244335709 = Standard Deviation (sigma)

1.1198752752 = Root Mean Square X

1.1324583540 = Root Mean Square Y

0.9999132339 = Scale X

1.0000055996 = Scale Y

-0.0738295933 = Non-orthogonality (degrees)

$x = 1.0000861650 * X + -0.0016963593 * Y + X \text{ Offset (microns)}$

$y = 0.0029846409 * X + 0.9999899463 * Y + Y \text{ Offset (microns)}$

2) Leica 社製 DSW500

写真測量機器 DSW500 No. xxx

当該機器の傾きと長さの調整後検定の結果、下のとおり許容値以内であることを証明致します。

検定項目	許容値 (μm)	検査結果 (μm)	
Full Verify 時の座標誤差の RMS	2.0	X 軸	0.9
	2.0	Y 軸	0.6

測定値は Fig.1 のとおりです。

Fig.1 Stage Calibration の結果

