

航空写真製品仕様書 Ver3.2

平成17年12月発行

平成18年7月一部改訂

平成18年9月一部改訂

平成19年1月一部改訂

平成19年3月一部改訂

平成23年3月一部改訂

平成24年2月一部改訂

平成25年4月一部改訂

公益財団法人岐阜県建設研究センター

航空写真製品仕様書

本仕様書は、「岐阜県共有空間データ（以下、「共有空間データ」という。）」としての航空写真を撮影するため必要な標準の仕様を定めたものである。本仕様によって撮影された画像はGISでの利用のほか、精度に応じ固定資産税業務や、都市計画関連業務等への利用を可能とするものである。

1. 作業計画の承認

1.1. 作業計画書

「測量作業機関（以下、「作業機関」という。）は作業を行うにあたり、作業着手前に作業の方法、使用する主要機器、要員、日程等について適切な作業計画を立案し、「測量計画機関（以下、「計画機関」という。）に提出して承認を得なければならない。また、作業計画を変更しようとするときも同様とする。

作業機関は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。また、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。

1.2. 国土地理院の指導及び承認に関する支援

作業機関は、計画機関が作業計画を国土地理院の指導及び承認を得るための作業支援要請があった場合には、これを支援するものとする。

2. 撮影機器

航空写真を撮影するための撮影カメラは、「デジタルカメラ方式」を原則とする。

2.1. 撮影機器

デジタルカメラ方式とは、航空機とマトリックス方式のCCDエリアセンサー又はラインセンサーを用いて撮影を行うことをいい、GNSS/IMU解析の可能な直接定位装置を搭載したカメラを使用して撮影するものとする。作業を行うに当たり用いる機器は、求める地図情報レベルと地上画素寸法との関係を表1の規定に適合するものとし、使用する機器の公共測量承認実績及び技術的資料を提出して、計画機関に承認を得なければならない。十分な実績を持たない機器を用いる場合は原則として、公共測量作業規定の準則第17条の規定及び第5条第3項に基づく本製品仕様書の要求品質を適用すること。但し、表2の機器については機器の申告のみで省略することができる。

表 1 地図情報レベルと地上画素寸法の関係

地図情報レベル	地上画素寸法 (式中のB: 基線長、H: 対地高度)
500	$90\text{mm} \times 2 \times B[\text{m}] \div H[\text{m}] \sim 120\text{mm} \times 2 \times B[\text{m}] \div H[\text{m}]$
1000	$180\text{mm} \times 2 \times B[\text{m}] \div H[\text{m}] \sim 240\text{mm} \times 2 \times B[\text{m}] \div H[\text{m}]$
2500	$300\text{mm} \times 2 \times B[\text{m}] \div H[\text{m}] \sim 375\text{mm} \times 2 \times B[\text{m}] \div H[\text{m}]$
5000	$600\text{mm} \times 2 \times B[\text{m}] \div H[\text{m}] \sim 750\text{mm} \times 2 \times B[\text{m}] \div H[\text{m}]$

表 2 機器と縮尺の関係

名称	Z/I DMC	VEXCEL Ultra Cam D	Leica AD40
方式	エリアセンサー	エリアセンサー	ラインセンサー
適合撮影縮尺	1/3,000～1/50,000	1/3,000～1/50,000	1/5,000～1/50,000
適合地図情報レベル	1/500～	1/500～	1/2,500～

地図情報レベルと撮影縮尺の関係は次のとおりとする。

表 3 地図情報レベルと撮影縮尺の関係

地図情報レベル	撮影縮尺
500	～1:6,000
1,000	1:8,000～1:10,000
2,500	1:15,000～1:20,000
5,000	～1:30,000

地図情報レベルと水平位置誤差及び標高誤差の関係は次のとおりとする。

表 4 地図情報レベルと誤差の関係

地図情報レベル	水平位置誤差	標高誤差
500	150mm以内	200mm以内
1,000	300mm以内	300mm以内
2,500	750mm以内	500mm以内
5,000	1500mm以内	1,000mm以内

※ 表の撮影縮尺は許容限界値であり、各センサーの性能により異なる。例えば地図情報レベル1,000では、1:10,000までの撮影が可能なもの、1:8,000以下での撮影が必要なものが存在する。撮影縮尺の決定には地上分解能のみでなく、標高点精度を十分に満足する必要がある、上記によらない場合は別途協議を行うこと。

2.2. 直接定位装置

2.2.1. 性能

直接定位装置の性能は以下の精度を有するもの又は同等以上のものとする。

表 5 直接定位装置の性能

項目		性能(精度)
GPS	位置	0.3mm
	高さ	0.3mm
	取得間隔	1 秒
IMU	ローリング角	0.015 度
	ピッチ角	0.015 度
	ヘディング角	0.035 度
	取得間隔	0.016 度

2.2.2. GPS 受信アンテナ及び受信機の性能

- (1) GPS 受信アンテナは航空機の頂部に固定できること。
- (2) GPS 基準局の GPS 観測データ取得間隔は、30 秒以下とする。
- (3) 航空機搭載の GPS 受信機は 2 周波数で搬送波位相データを 1 秒以下の間隔で取得できること。

2.2.3. IMU の性能

- (1) IMU はセンサー部の 3 軸の傾きと加速度計測できること。
- (2) IMU は航空カメラ本体に取り付けること。

2.2.4. 直接定位装置ソフトウェア

- (1) 干渉測位によるキネマティック GPS 解析ソフトウェア
 - 1) 干渉測位によるキネマティック GPS 解析で基線ベクトル解析機能を有すること。
 - 2) 解析結果の評価項目表示、保存機能を有すること。
- (2) 最適軌跡解析ソフト
 - 1) 空中写真で露出された位置と傾きが算出できること。
 - 2) 解析結果の評価項目表示、保存機能を有すること。

2.2.5. 点検・整備

直接定位装置は、ボアサイトキャリブレーションを実施したものとし、キャリブレーションの有効期限は 6 ヶ月とする。但し、この期間にレンズの取り外しなどが行われた場合には、再度実施しなければならない。キャリブレーション記録を提出するものとする。

3. 飛行計画

3.1. 撮影

撮影時間は気象状況が良好で、明部においても暗部においても撮影結果に支障がなく、地形の現況が判読できる時間帯を選択すること。

撮影時刻は太陽光線によって生じる地形の陰影部が後作業（図化）にも支障のない時間帯を選ぶものとする。

また、GPS 観測に使用する衛星の数は 5 個以上を標準とする。

3.2. 撮影計画

撮影計画は、撮影地域ごとに次の条件を考慮して作成すること。

- (1) 地形等の状況により、実態空白部を生じないようにすること。
- (2) 撮影コースは基準点及び検証点(以下調整点)の配置を考慮すること。
- (3) 調整点の位置特定が困難な地域にあつては、対空標識の設置を行うものとする。
- (4) 同一コースは直線かつ等高度で撮影する。
- (5) 同一コース内の隣接空中写真との重複度は 60%, 隣接コースの空中写真との重複度は 30%を標準とする。
- (6) 撮影対象地域から GPS 基準局までの距離は 50Km 以内とする。
- (7) 干渉測位によるキネマティック GPS 解析のための整数値バイアスの決定は、適切な方法で行うこと。

3.3. 撮影飛行

- (1) 撮影飛行は水平飛行とし、計画撮影高度及び計画撮影コースを保持するものとする。
- (2) 撮影前後に整数値バイアス決定及びIMUドリフト初期化のための飛行を行うものとする。
- (3) 高度のズレは計画対地高度の5%以内とする。
- (4) 航空カメラの傾きは、鉛直方向とし、大幅な傾きがおきないように撮影するものとする。
- (5) GNSS/IMU装置で撮影を行う際の等速直線飛行は、進入を含めて概ね15分以内とし、これを超える場合は適宜IMU初期化飛行を実施するものとする。
- (6) 地上で初期化を行う場合は、航空機をGPS受信波のマルチパスとなる反射源から離して駐機するものとする。
- (7) 同一区域内の撮影は、原則として、同一デジタルカメラで行うものとする。やむを得ず他のデジタルカメラを使用する場合は、同一コースは同一デジタルカメラを使用するものとする。

3.4. 原数値写真

デジタル航空カメラによる撮影が終了した時は、速やかに原数値写真の統合処理を行うものとする。

- 1) 数値写真は歪曲収差のないものとする。
- 2) 統合後に原数値写真の劣化が生じていないこと。
- 3) 数値写真の色階調は、各色8ビット以上とする。
- 4) 画像ファイル形式は非圧縮形式とする。

3.5. 標定図の作成

標定図は、原則として、地図情報レベル25000あるいは50000を背景に数値地形図データファイル形式で作成するものとする。

3.6. 調整用基準点の観測

調整用基準点は同時調整計算に必要な基準点を現地測量または既存の成果により座標値で取得するものとする。

調整用の基準点を設置する場合は、撮影画像上、明瞭に判読できる地物を1級基準点測量相当以上の測量により実施する。

3.7. 直接定位 データの点検

直接定位データの GPS 基準局及び航空機搭載 GPS 動作及びデータ収録状況の良否、サイクルストップ状況の有無、直接定位撮影範囲の確保、計測高度及び計測コースの良否等の点検を行い、最撮影が必要かの判断を行うこと。

(1) 干渉測位によるキネマティック GPS 解析時においては、次の点検を行うこと。

- 1) 撮影コース上における最小衛星数
- 2) 撮影コース上における DOP (PDP, HDOP, VDOP) 地
- 3) 撮影コース上における位置の往復解の差
- 4) 撮影コース上における解の品質
- 5) 撮影コース上における位置の標準偏差の平均値と最大値

(2) 撮影コース上における最適解析時における点検項目

- 1) GPS 解と IMU 解の整合性
- 2) 撮影コース上における位置の標準偏差の平均値と最大値
- 3) 撮影コース上における姿勢の標準偏差の平均値と最大値

表 6 撮影コースの点検項目

点検項目	標準値	備考
位置の往復解	0.3mm	各軸とも
撮影コース上における品質	安全フロート解以上	
位置の標準偏差の平均値	0.15mm 以内	各軸とも
位置の標準偏差の最大値	0.15mm 以内	各軸とも

3.8. 同時調整

同時調整は解析法によって行い、調整は単コース、ブロックともにバンドル法により行う。同時調整には、直接定位による外部標定要素、パスポイント・タイポイント及び調整点を使用するものとする。

3.8.1. 調整計算

調整計算は当該ブロックに含まれるすべての基準点、パスポイント、タイポイントを使用すること。

- (1) 各空中写真変換式の係数は、ブロックごとに同時平均によって決定するものとする。
- (2) 大気屈折及び地球曲率の影響は原則として、セルフキャリブレーションで補正するものとする。
- (3) 同一ブロック内における基準点の残差及び各空中写真上でのパスポイント、タイポイントの残差並びに隣接ブロック間におけるタイポイントの較差は所定の許容範囲を超えてはならないものとする。
 - 1) 調整点のいずれかを基準点として調整計算を行った後に、その他の点を検証点として精度点検を行う。ただし、GNSS/IMU における検証点の許容標準偏差は、次表を標準とする。

地図情報レベル	水平位置、標高
500	0.54m 以内
1000	0.66m 以内
2500	0.90m 以内
5000	1.50m 以内

- 2) 同一ブロック内における基準点の残差は水平位置及び標高とも、最大値が標準の地上画素寸法を基線高度比で割った値を超えないものとする。
- 3) 同一ブロック内における各空中写真上でのパスポイント、タイポイントの公会残差は標準偏差が 0.75 画素以内及び最大値が 1.5 画素以内とする。
- 4) 隣接ブロック間のタイポイントの較差は水平位置、標高とも、標準の地上画素寸法を基線高度比で割った値に 1.5 倍した値以内とする。
- 5) 調整計算が所定の精度を得た後に、検証結果が許容範囲を満たしたすべての調整点を基準点扱いとし、再度調整計算を行うものとする。

3.9. ステレオモデルの再現

内部標定、外部標定の結果が正しいかを判断するため、デジタル図化機等を用いて、ステレオモデルが再現できるかを検査すること。

3.10. 空中三角測量

直接定位装置で得られた成果が所定の精度を確保しているかを検証するため、地上検証点を設置するものとする。検証点は調整用基準点もしくは対空標識を利用するものとし、撮影範囲外の撮影コース両端に 2 点設置して検証すること。

対空標識を設置する場合は、その設置点の位置が写真上で確認できるように空中写真の縮尺を考慮して、その大きさ、形状、色等を選定するものとする。設置された対空標識あるいは検証点は、撮影作業完了後、速やかに撤収するものとする。

4. 空中写真の品質評価

4.1. 品質評価

品質検査は岐阜県共有空間データ品質評価手順書に基づき検査を行う。要求水準に満たない場合には点検・修正後、合格するまで検査を行うものとする。

表 7 航空写真画像の要求品質

品質要素	副要素	適用範囲	定義	適合品質水準
完全性	漏れ	航空写真画像	データ集合と参照データ（納品対象領域）を目視確認し、納品対象領域での実体空白部があるモデルをエラーとして抽出し、その割合（誤率）を計算する。 誤率=エラーモデル数÷検査モデル数	0%
	明色度 明彩度	航空写真画像	画像の地物が判別でき、実態と同じ程度の明色度・明彩度を有するか目視確認し、データ集合から色調に異常がある画像をエラーとして抽出し、その割合（誤率）を計算する。 エラーの基準は、別途協議による。 誤率=エラーファイル数÷検査ファイル数	0%
論理一貫性	概念一貫性	航空写真画像	画像ファイルに対して GNSS/IMU 解析計算成果および同時調整計算成果が対に存在するか確認する。いずれかの要件を満たさないものをエラーとする。 誤率=エラーファイル数÷検査ファイル数	0%
	定義域一貫性	航空写真画像	データ集合に NULL 値が無いか確認する。NULL 値を有する画像ファイルをエラーとして抽出し、その割合（誤率）を計算する。 誤率=エラーファイル数÷検査ファイル数	0%
	フォーマット一貫性	航空写真画像	データ集合のファイル形式が TIFF 非圧縮になっているか確認する。いずれかの要件を満たさないものをエラーとする。 誤率=エラーファイル数÷検査ファイル数	0%
位置正確度	絶対位置正確度	GNSS/IMU 解析結果	撮影コース上での最小衛星数が制限値を超えないこと。	衛星数 5 以上
		同時調整計算	全ての調整点を基準点として調整計算を行った場合の、同一ブロック内における基準点の残差を検査する。	表 4 による
		同時調整計算	パスポイント、タイポイントの交会残差を、画素サイズで点検すること。	標準偏差 0.75 画素 最大 1.5 画素

5. 主題属性定義及び地物定義

5.1. 航空写真

航空写真は別に指定されたサイズの写真図とデジタルデータを納品すること。

表 8 地物定義

地物型名称		航空写真					
地物型定義		航空機による空中写真					
原典資料名		空中写真整備実施図					
ファイル単位		シーン単位					
属性	属性型名称	属性型定義	データ型	データ型コード	桁数	内容記述	備考
空間属性	形状	撮影エリア	面			○	
主題属性	ID	管理番号	数値	1	8	○	1から始まる連番
	Central_coo	中心座標	文字	3	12	○	中心座標：X, Y
	year	撮影年度	文字	3	4	○	事業年度：〈例〉H15
	Period	撮影時期	文字	3	9	○	撮影時期：〈例〉10月-12月
	company	撮影企業	文字	3	30	○	撮影企業〈例〉〇〇コンサルタント
	planning	計画機関	文字	3	10	○	計画機関〈例〉岐阜県、〇〇市
	plan_org	計画機関所属	文字	3	20	○	計画機関所属〈例〉砂防課、税務課
	scale	撮影縮尺	文字	3	8	○	撮影縮尺〈例〉>1/16000
	photo_num	撮影承認番号	文字	3	20	△	写真撮影承認番号〈例〉平16部公第9999号
	surv_num	空三承認番号	文字	3	20	△	空三承認番号〈例〉平16部公第0000号
report	特記事項	文字	3	50	△	特記事項〈例〉IMU・デジタル空三等	

- (1) 空中写真のフォーマットはTIFF+ワールドファイルとする。
- (2) 成果となる画像の色調は24bit以上フルカラー
- (3) インデックスファイル仕様はShape形式のデータファイル
- (4) メタデータファイル仕様は岐阜県空間データ整備基本仕様書による。

5.2. その他納品物

GNSS/IMU解析結果を用いてデジタル空中三角測量を行うものとし、撮影コース番号、写真中心点、写真番号等を記入した標定図は、公益財団法人岐阜県建設研究センターが所有するデジタル情報を背景にデジタル情報として作成するものとする。

その他、本製品仕様書に特に定めがない場合には公共測量作業規程の準則を準用するものとし、業務の成果品は以下によるものとする。

表 9 成果品一覧

成果品一覧
撮影記録図及び撮影標定図
空中三角測量成果表
直接定位計算成果表
基準点残差表
調整用基準点測量成果表
同時調整計算成果表
外部標定要素oriファイル
ボアサイトキャリブレーション一覧表
品質評価書及び精度管理表
その他資料(標定パラメータ等)

6. 権利の帰属

作業機関が成果として提出する航空写真の著作権及び使用権は計画機関が有するものとし、作業機関並びに公益財団法人岐阜県建設研究センターはその使用権を有するものとする。また、作業機関及び公益財団法人岐阜県建設研究センターは、航空写真画像の使用権を基に、図化作業又は二次利用に伴う貸与等ができるものとする。ただし、使用権に基づく使用を行う場合については、文書により著作権者に申請を行い、承認を得た上で使用するものとする。

以上

Reference

- [2005-12-20] 発行 (Ver1.0)
- [2006-07-26] 一部改訂 (Ver1.1)
 - ・撮影機器に関して「デジタルカメラ方式」に一本化とし、全文に対して「アナログカメラ方式」の既述を削除
- [2006-09-01] 一部改訂 (Ver1.2)
 - ・2.1撮影機器に関して「POS解析可能な」の表現を追記し機器仕様の明確化を行った。
 - ・3.1撮影に関して「撮影時刻は太陽光線によって生じる地形の陰影部が後作業（図化）に支障のない時間帯（おおむね9時30分から14時）を選ぶものとする。」との既述を追加し、性能の明確化を行った。
 - ・3.4対空標識及び検証点設置に関して「設置された対空標識あるいは検証点は、撮影作業完了後、速やかに撤収するものとする。」との記述を追加した。
- [2006-09-01] 一部改訂 (Ver1.3)
 - ・4.1精度管理に関して「空中三角測量を行う場合には・・・」を「空中三角測量を実施するにあたっては・・・」との記述に変更。
 - ・6. その他納品物に「POS解析・調整データ」を追加。
- [2007-03-09] 共有空間データ見直し再定義による改訂 (Ver2.0)
 - ※改訂の詳細は「関連仕様書改定案新旧対照表 航空写真製品仕様書編 新旧対照表」を参照。
- [2011-03-01] デジタル撮影及び作業規定の準則に対応したことによる改訂 (Ver3.0)
 - ・前段の目的を明確化。
 - ・2.1他、POSの表記をGPS/IMUに変更。
 - ・表1 地図情報レベルと地上画素寸法についての記述を追加。
 - ・表3、表4 縮尺を地図情報レベルに変更。
 - ・2.2.2 GPS基準局のデータ取得間隔を追記。
 - ・3.4 原数値写真の記述を追加。
 - ・3.5 標定図の作成の記述を追加。
 - ・3.6 調整用基準点の観測の記述を追加。
 - ・3.8 フィルム寸法を画素寸法に変更。(3)1) GPS/IMUの許容標準偏差の記述を追加。
 - ・その他軽微な文言の修正。
- [2012-02-16] 軽微な文言の修正 (Ver3.1)
- [2013-04-01] 一部改訂 (Ver3.2)
 - ・法人改正及び移転に伴う変更。

航空写真製品仕様書
平成 17 年 12 月 発行
平成 18 年 7 月 改訂
平成 18 年 9 月 改訂
平成 19 年 3 月 改訂
平成 23 年 3 月 改訂
平成 24 年 2 月 改訂
平成 25 年 4 月 改訂
非売品・無断転用厳禁
発行 公益財団法人岐阜県建設研究センター