

## 第 22 章 測量・量測

### 目 次

第 1 節	總說.....	1
第 2 節	河川等相關的測量.....	1
2.1	基本事項.....	1
2.2	河川、砂防相關的測量.....	1
2.3	壩相關的測量 .....	2
2.4	海岸相關的測量 .....	2
第 3 節	新的量測技術 .....	3
3.1	基本事項.....	3
3.2	空載光達測量 .....	3
3.3	地面量測技術 .....	4
3.4	空中量測技術 .....	4
3.5	水中量測技術 .....	5
3.6	GNSS 測量／量測 .....	8
3.7	影像分析・視覺化技術.....	11

2014 年 4 月 版

## 第 22 章測量・量測

### 第 1 節 總說

#### <想 法>

本章說明河川等相關測量的一般性方法，應可作為河川等相關事業實施之基準。

標準化測量作業的技術性事項等，詳見國土交通省公共測量作業規程，其中針對參考站（基準點）測量、水準測量、地形測量、空拍測量、應用 GNSS 的測量、空載光達測量・河川測量、水深測量、海邊及海岸線測量等，都有所規範。

此外，為了支援水文・水理觀測（第 2 章）、河道特性調查（第 4 章）、災害調查（第 10 章）、地滑調查（第 18 章）、海岸調查（第 21 章）等的調查，本章也針對河川等調查目的客製化完成的案例及新技術等尚未標準化之量測方法，以建議・案例事項為主地進行說明。

#### <相關通知等>

- 1) 國土交通省公共測量作業規程，2008 年 3 月 31 日，国国地第 668 号，国土交通省，一部改正：2011 年 3 月 31 日。
- 2) 作業規程の準則，2008 年 3 月 31 日，国土交通省告示第 413 号，国土交通省，一部改正：2011 年 3 月 31 日。

### 第 2 節 河川等相關的測量

#### 2.1 基本事項

##### <必 須>

河川、壩、砂防、海岸相關的測量，應配合各自不同的目的實施。

測量作業的詳細技術基準，可參考國土交通省公共測量作業規程。

#### 2.2 河川、砂防相關的測量

##### <必 須>

河川與砂防工程相關的測量，需配合表 22-2-1 所示目的，實施必要之測量。

表 22-2-1 河川・砂防相關的測量

目 的	測量作業名稱	測量的種類
計畫擬定	計畫用基本圖製作	空拍測量（1/2500 地形圖）
距離標設置	距離標設置測量	參考站（基準點）測量
水準基標設置	水準基標測量	水準測量
河道計畫、河川整治計畫、 河川管理基本架構等的擬定	定期縱斷面測量	縱斷面測量
	定期橫斷面測量	橫斷面測量
		水深測量
實施設計書的製作 堤線等的決定 土工的估算	工事用測量	參考站（基準點）測量 堤線測量 地形測量（1/500～1/1000 地形圖） 縱斷面測量、橫斷面測量
用地界樁的決定 用地收購	用地測量	邊界測量 面積計算

### <相關通知等>

- 1) 河川定期縱橫斷測量業務實施要領，1997 年 6 月 12 日，建河治発第 29 号，建設省河川局治水課長。

### <參考資料>

定期縱橫斷面測量的實務、可參考下列資料。

- 1) 河川定期縱橫斷測量業務實施要領・同解説，1997 年，建設省河川局，(財)日本建設情報総合センター編。

## 2.3 壩相關的測量

### <必須>

壩相關的測量需配合下列目的，實施必要之測量。

表 22-2-1 壩相關的測量

目 的	測量作業名稱	測量的種類
水庫蓄水量計算、河流處理計畫 道路計畫（替代道路、工程用道路） 補償物件概略調查 水庫周邊地質調查	計畫用基本圖製作	空拍測量、空載光達測量 （1/2500～1/5000 地形圖）
壩本體概略設計 臨時設備概略計畫	壩址地形圖製作	空拍測量、地形測量 空載光達測量 （1/500～1/1000 地形圖）
壩測量參考站（基準點）的設置 掌握與現有構造物的關連性	參考站（基準點）測量與 水準測量	參考站（基準點）測量、水準測量
水庫容量的計算 道路路線選定	水庫地形圖製作	空拍測量、空載光達測量、縱斷 測量、橫斷面測量 （1/1000～1/2500 地形圖）
本體設計	壩址地形圖與 斷面圖製作	地形測量、地面照片測量 （1/500 地形圖） 縱斷面測量、橫斷面測量
用地界樁的決定 用地收購	用地測量	邊界測量 面積計算
堆砂狀況掌握	堆砂狀況調查	橫斷面測量、空載光達測量 水深測量

## 2.4 海岸相關的測量

### <必須>

海岸相關的測量需配合下列目的，實施必要之測量。

表 22-2-1 海岸相關的測量

目 的	測量作業名稱	測量的種類
計畫擬定	海岸地形圖製作 計畫用基本圖製作	水準測量（海濱及海岸線測量） 水深測量
海岸保全設施設計	設計用基本圖製作	水準測量（海濱及海岸線測量） 水深測量
模擬（海岸地形變化）	海岸侵蝕實態調查 災害實況調查	水準測量（海濱及海岸線測量） 水深測量

## 第3節 新的量測技術

### 3.1 基本事項

#### <想 法>

應掌握測量・量測相關的今後技術開發趨勢與應用實際狀況，促進新的量測技術應用、提升效率與精度，才能針對平常時的河道與設施現狀，以及水災時災情與管理設施變形等，進行迅速的掌握與監視。

#### <標 準>

針對量測技術與量測機器使用未劃入「國土交通省公共測量作業規程」規範的新方法而進行公共測量的狀況，標準做法應依據「國土交通省公共測量作業規程」第17條（機器等及作業方法相關的特例）實施。亦即，除了依據作業機關等的驗證結果，確認能以所使用資料、機器、測量方法確保精度之外，進行確認時也應事先徵詢國土地理院院長的意見。

### 3.2 空載光達測量

#### <想 法>

空載光達測量係由空載雷射掃描儀往地面照射雷射光，然後根據地面反射雷射光之時間差算出與地面之距離，並依據 GNSS（GPS，衛星定位）測量機，IMU（慣性量測裝置）所取得航空機的位置資訊，精密調查地面高程與地形形狀之新測量方法。

空載光達測量可應用於製作 1/1,000～1/5,000 地形圖、掌握河川堤防與高灘地的連續性縱橫斷形狀，並運用於實施氾濫分析所需氾濫區域地盤高、砂防設施、壩等的堤體變形、岩盤崩塌、地滑潛勢坡面地形之面的監視，並掌握最新技術開發動向與應用實際狀況，提升量測作業效率與量測精度。

#### <必 須>

在河川等的調查、計畫、施工、維護管理方面實施空載光達測量，應遵照「國土交通省公共測量作業規程」第7章 空載光達測量 之說明。

#### <建 議>

此外，今後除了進一步發展技術，也應提升雷射測量精度、改良分析方法，掌握最新技術開發趨勢，取得符合應用目的最新分析方法。

#### <參考資料>

空載光達測量實務、可參考下列資料。

- 1) 航空レーザ測量による河道及び流域の三次元電子地図作成指針（案），平成 19 年，国土交通省河川局。
- 2) 藤澤和範，笠井美青：地すべり地における航空レーザー測量データ解析マニュアル，土木研究所資料，第 4150 号，2009。
- 3) 齋藤和也監修：図解 航空レーザ計測 基礎から応用まで，(財)日本測量調査技術協会，2008。

### 3.3 地面量測技術

#### <想 法>

地面量測技術可用來掌握堤防的連續性縱橫斷形狀，並應用於河川堤防、砂防設施、壩等的堤體變形、岩盤崩塌、地滑等潛勢坡面地形之面的監視，重點在於掌握最新技術開發趨勢與應用實際狀況，提升量測作業的效率與精度。

#### <事 例>

地面量測技術包含移動型的地面量測系統與固定型的地面量測系統，各自使用不同的雷射掃描裝置與熱感測等感測技術，量測線與面的形狀，並在不同時間點實施量測，能算出地盤與設施的變形量。這些技術尚未納入國土交通省公共測量作業規程，因此，實施公共測量時，可適用準則第 17 條（參照本章 3.1）。

比如，移動型地面量測系統，包含車輛搭載可觀測車輛 3 維位置與傾斜的 GNSS/IMU（GPS/IMU）裝置與雷射掃描裝置，以及可取得影像數據的照相機，連續在堤防頂端邊行走邊連續實施量測，掌握堤防縱橫斷形狀。此外，固定型的地面量測系統，也包含應用 3 維雷射掃描、掌握地盤與設施 3 維形狀，以及反覆進行定點量測而掌握地盤與設施變形量的技術。

雷射掃描量測受到與對象物的距離、對象物表面材質、量測解析度（點密度）等條件限制，實施時應選擇最適合的狀況。裝設裝置應選擇能一眼看清楚對象物整體且前方無障礙物的地點。若出現無法實施量測的狀況，應移動地點、量測點重覆地進行量測。

此外，也有以光纖感測儀掌握堤防與地形變狀的量測系統。其做法是利用入射光纖之雷射光脈衝波沿光纖行進時所產生的各種後方散亂光，量測光纖產生應變時所發生的散亂光與反射波之到達時間與強度，如此就能了解其位置與應變量。其優點比如，只需現場鋪設光纖電纜，就能避免傳統電氣式量測系統常因為打雷導致感測器故障或出現雜訊致使量測數據缺損的缺點。

### 3.4 空中量測技術

#### <想 法>

空中量測技術可用來掌握流域與設施現況，以及災情整體狀況（地滑崩塌地與氾濫淹水區域、地震導致河道阻塞）等，重點在於了解最新空中量測技術的開發趨勢與應用實際狀況，應用新的空中量測技術，提升量測作業效率與量測精度。此外，空中量測技術之中有較多實施案例的空載光達測量，已在本節 3.2 詳細說明。

#### <事 例>

空中量測技術包含使用航空機與人工衛星的量測系統，分別使用光學相機、雷射掃描裝置、熱感測儀、合成孔徑雷達（SAR）等各種感測器，量測面的形狀，在不同時間點進行量測，也能算出地形與設施的變形量。

空載型的熱感測儀，和 GNSS（GPS，衛星定位）測量機、IMU（慣性量測裝置）連線，取得觀測區的地表熱影像，可應用於熱島效應調查、河川流入水調查與活火山活動調查等。

合成孔徑雷達（SAR）系統乃是主動發射微波，然後依據回聲（反射波）資訊量測對象物形狀的遙測（遙感探測）技術。乃是微波會穿透水蒸氣，因此能全天候取得影像，可掌握颱風、水災時的緊急災情狀況，即使雨天與夜間也能派上用場。

與一般光學相機成像原理不同，SAR 影像呈現所發射微波的反射強度，因此，影像判釋方面須注意某些地物物性與形狀會導致產生較大反射強度，或因為水面等鏡面反射而幾乎無法測得反射強度等的狀況。

表 22-3-1 空中量測技術的特徵

觀測手段		特徵（◎：最適合、○：適合、△：有點不適合、×：非常不適合）							發揮性能之應用案例
		不同時間的運用可能性				不同空間的運用可能性			
		即時性	夜間	惡劣天候	持續觀測	最大解析度	大區域	局部	
人工衛星 ※1	S A R ※2	△	◎	◎	○	1m	◎	△	・可用來掌握地殼變動・淹水區域等長期而大範圍的災區狀況
	光學相機	・條件是衛星經過災區上空・解析度高低取決於觀測頻率							
		△	△	○	○	0.5m	◎	△	
直升機	S A R ※2	・條件是衛星經過災區上空 ・天候惡劣時可攝影，但無法掌握雲下方的狀況							
		△	○	△	△	—	○	△	
	光學相機	・依電波法實施的程序以及觀測數據之處理，比較費時 ・能夜間起降的機場有限・解析度高低取決於觀測頻率 ・感測器等未必能防水，雨天不適合航行・觀測							
		○	△	○	△	—	○	○	
直升機 光學感測儀※3		◎	△	×	○	—	○	○	・可用來機動調查設施受損等狀況（整體地掌握，進行災區的詳細調查等）
無人機空載 光學感測※3		△	×	○	◎	—	×	◎	
		・需搬到災區現場・飛行距離與高度有限							・可針對災區進行局部的持續觀測

※1 國土交通省可依據雨量計・水位計・震度計等資訊，找出預估可能出現災情的區域。需取得 JAXA（日本太空總署）等的影像資源。

※2 Strip map-mode SAR（帶狀地圖模式合成孔徑雷達）的特徵。國外 Spotlight-mode SAR（聚光模式合成孔徑雷達）已實用化，日本尚在開發中。

※3 搭載直昇機與無人機的 SAR，日本正在開發 Spotlight-mode SAR（聚焦模式 SAR）。

注：本表的◎～×代表是否適合應用於目前的狀況，希望未來能改善各種方法的即時性與解析度。

出處：「大規模自然災害初期對應措施的裝備・系統狀況檢討委員會」資料（國土交通省河川局）的 2011 年修正版

### 3.5 水中量測技術

#### <想 法>

水中量測技術可迅速且安全地掌握水壩底部堆砂、壩堤上游、河川水閘・閘管、河川橋樑、河口沙洲形狀、河岸淺海地形與離岸堤等沒入水中的地形與設施是否有變狀及其變狀程度，若能掌握最新水中量測技術的開發與應用實際狀況，就能以最新的水中量測技術確保量測作業之安全，提升量測效率與精度。

#### <事 例>

水中量測技術主要有聲納測深與雷射測深兩種量測系統。

聲納測深乃是由船的兩側發射聲波，然後依據聲波反射回來的時間計算水深。實施量測須先進行水溫與深度所影響的音速的校正，以及波浪與潮汐影響聲波之校正。

近年來普遍使用的是多波束測深探測儀，能從船隻左右兩側發射多個廣角聲波，不只船隻正下方水深，也能量測船隻左右方向水深。

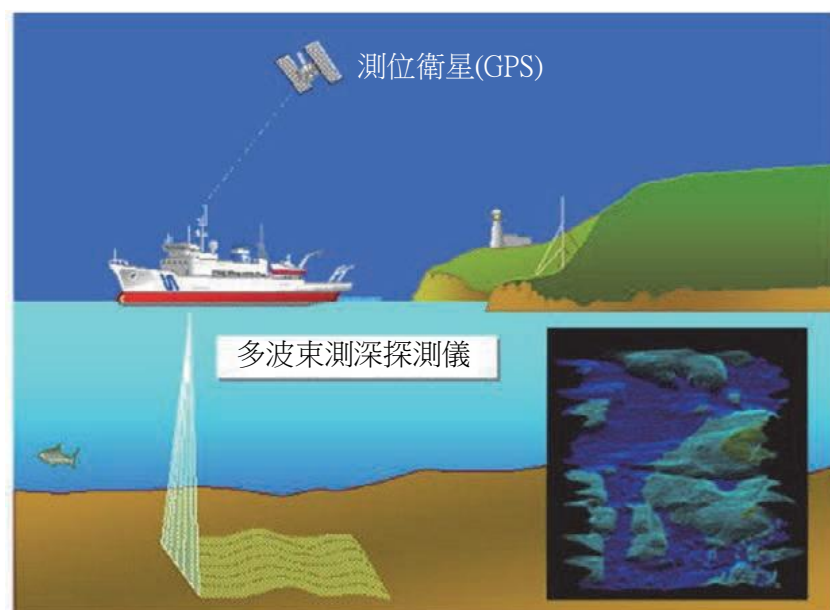


圖 22-3-1 多波束測深探測儀操作示意圖

出處：第九管區海洋資訊部 ([http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN9/sokuryo/sokuryo\\_history.htm](http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN9/sokuryo/sokuryo_history.htm))

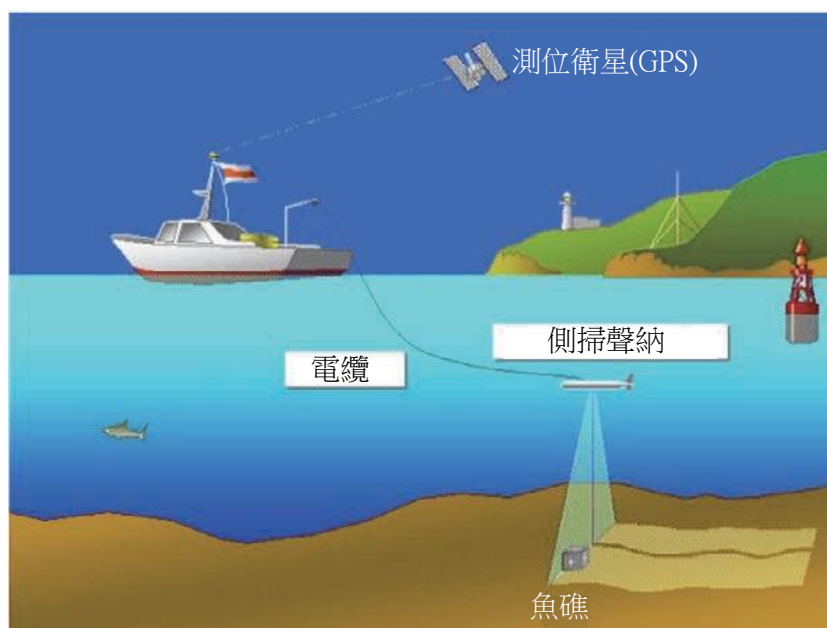


圖 22-3-2 側掃聲納操作示意圖

出處：第九管區海洋資訊部 ([http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN9/sokuryo/sokuryo\\_history.htm](http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN9/sokuryo/sokuryo_history.htm))

此外，也有並非用來量測水深的側掃聲納。側掃聲納操作原理是，船舶後方拖曳的底拖音鼓（拖魚，聲波發射器）朝與行進垂直的方向發射扇形聲波，將海底聲波反射強度的強弱分布狀況轉換、圖化成濃淡分布，呈現海底細微起伏與海底底質，能清晰地將海底裂縫、砂波（砂子所形成的波紋）、溶岩流等自然現象乃至於海底油管與沉船等清晰地圖面化。主要有海面附近（水深 100m 以內）拖曳型，以及海底附近（約 100m 左右深度）的深海拖曳型二種。

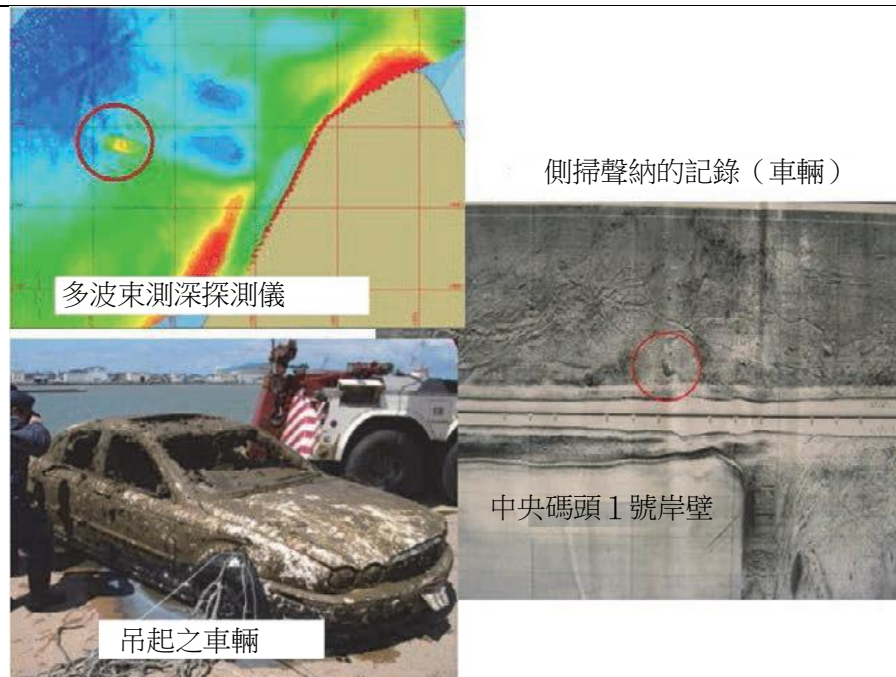


圖22-3-3 應用多波束測深探測儀、側掃聲納探測掉落水中車輛的案例

光達（雷射）測深的原理為，朝水面下發射紅色雷射光（主要是在海面形成反射）與綠色雷射光（主要是在海底產生反射），由兩者所產生反射的時間差算出水深。航空載具大約飛行 500m 高度，所發射雷射光會從機體兩側往下掃描，能短時間取得載具正下方水深及左右相當寬度的眾多水深值。

目前技術所能測深的深度，海水乾淨區域約為水深 50m，岩礁或淺灘等測量船難以發揮作用的淺海域，能高效率地完成測量工作。

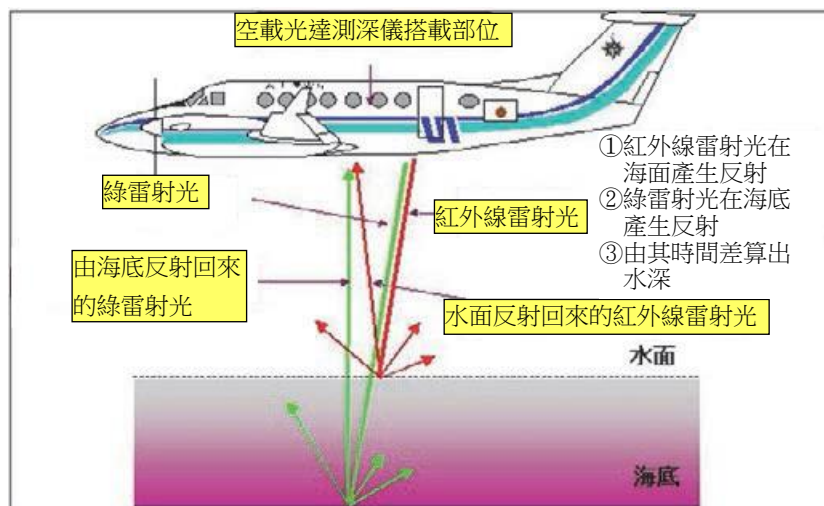


圖22-3-4 光達測深儀操作示意圖

出處：第九管區海洋資訊部 ([http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN9/sokuryo/sokuryo\\_history.htm](http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN9/sokuryo/sokuryo_history.htm))

#### <參考資料>

水中量測技術的實務操作，可參考下列資料。

- 1) [水路測量業務準則](#)，1982年10月1日，保水測第47号，海上保安庁，部分修正：2010年3月31日保海技第282号.
- 2) [水路測量業務準則施行細則](#)，1983年4月27日，保水海第13号，海上保安庁，部分修正：2010年9月17日保海海第98号.



- 3) [マルチビーム（浅海用）音響測深実施指針](#)，2002年3月28日，保水沿第208号，部分修正：平成22年11月29日保海海第145号。
- 4) (社)海洋調査協会：海洋調査技術マニュアル—深淺測量—，2003。
- 5) David F. Ph.D. Maune：Digital Elevation Model Technologies and Applications，The DEM Users Manual, 2nd Edition，2007。

### 3.6 GNSS測量/量測

#### <想法>

美國所開發利用定位衛星實施的衛星定位系統 GPS（全球定位系統）近年來廣被應用，但最近俄羅斯所開發的 GLONASS（伽利略系統）開始發揮用途，可同時接收這兩種系統訊號的測量儀器也紛紛問世。未來預估歐洲所開發的 Galileo（伽利略）等定位系統，以及日本所開發的準天頂衛星系統，也將在衛星測量方面占有一席之地。

這些衛星定位系統，總稱為 GNSS（Global Navigation Satellite Systems，全球衛星定位系統）。

GNSS 系統可用來測量、取得地形與設施之詳細 3 維位置及位置變化狀況，實施時除了選用最能配合目的的方式之外，使用條件還需確保上空視野能讓足夠的衛星通過。

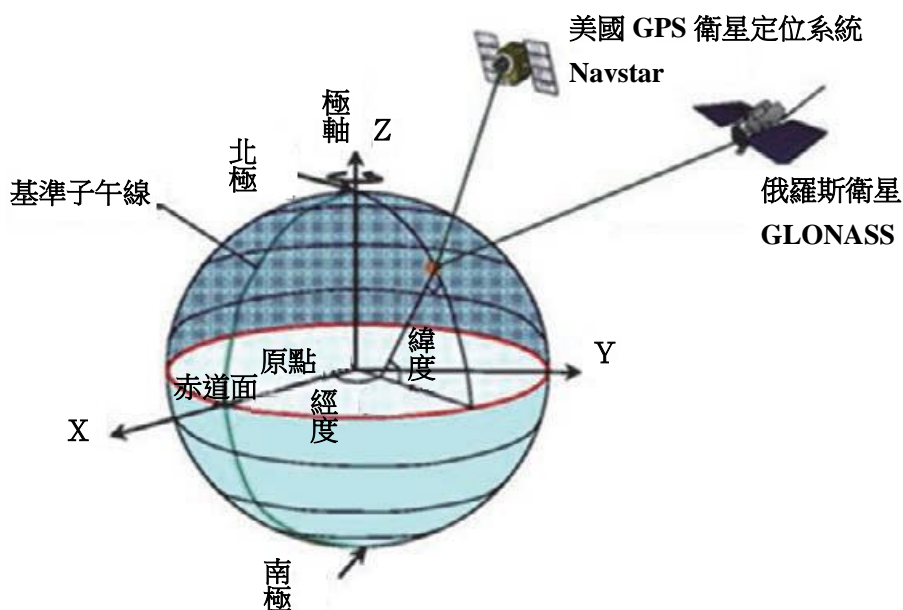


圖 22-3-5 GNSS 的測量方法

出處：九州地方整備局

([http://www.qsr.mlit.go.jp/ict/technology/jitsugen\\_3.html](http://www.qsr.mlit.go.jp/ict/technology/jitsugen_3.html))

#### 1) GNSS 測量操作原理

GNSS測量主要有二大類。

- a) 單獨定位：使用 1 台訊號接收儀，算出觀測點的位置。
- b) 相對定位：使用 2 台以上訊號接收儀，算出觀測點之間的相對位置。

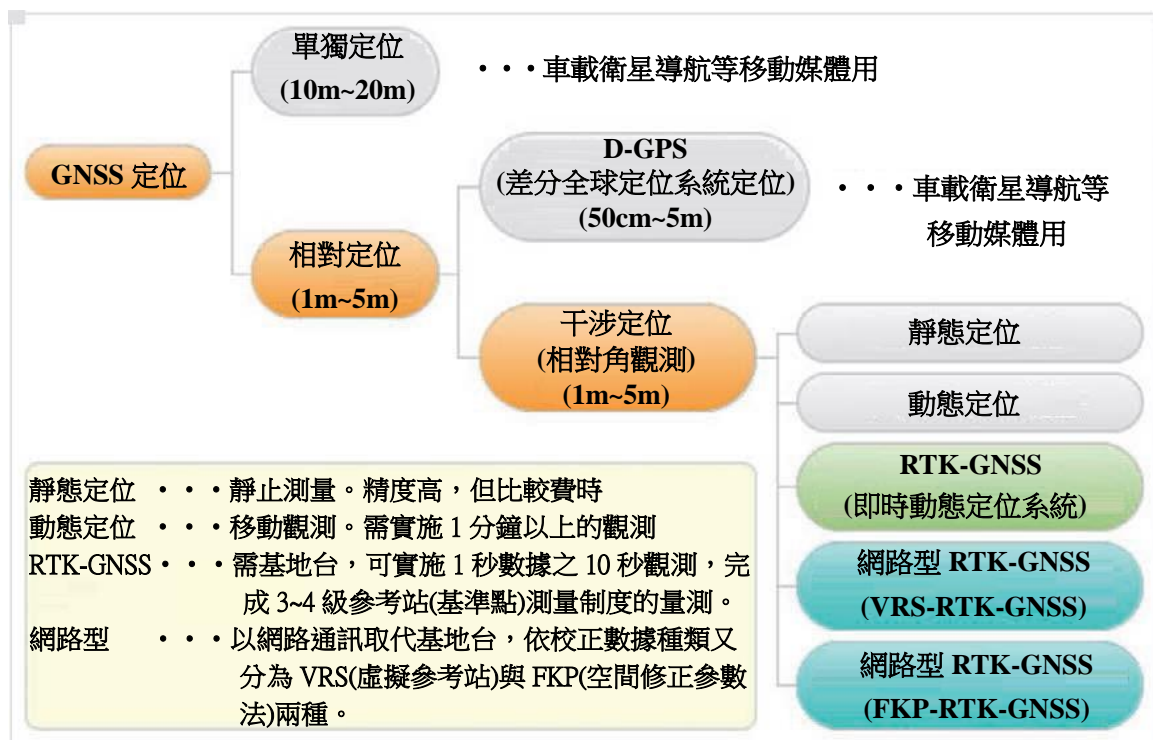


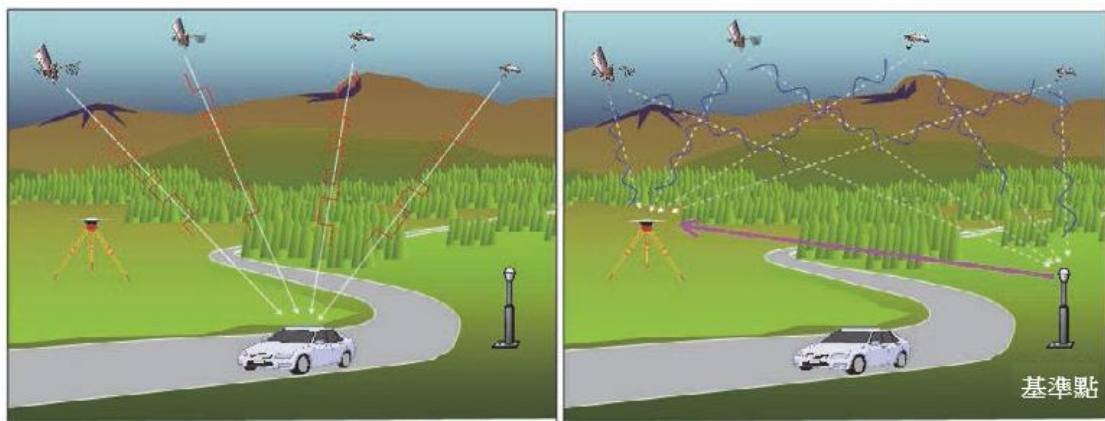
圖 22-3-6 GNSS 測量/量測不同的方法與種類

出處：九州地方整備局 ([http://www.qsr.mlit.go.jp/ict/technology/jitsugen\\_3.html](http://www.qsr.mlit.go.jp/ict/technology/jitsugen_3.html))

## GNSS定位的方法

### 汽車導航＜單獨定位＞

### 測量方式＜相對定位＞



• 絕對位置(經緯度、高度)

• 精度：~10m

→在衛星導航方面已經具備足夠精度

• 與參考站的相對位置(距離與方向)

• 精度：cm級

→測量時需達到這樣的精度

圖22-3-7 單獨定位與相對定位之差異（國土地理院提供）

相對定位有幾種不同做法，若需實施精密觀測，通常使用干涉定位測量。

一般而言，實施測量需配合精度、目的與方式，進行數分鐘到數小時的 GNSS 衛星訊號觀測，算出觀測點的 3 維位置坐標，在固定點反覆連續觀測，即時掌握觀測點位置坐標變動的技術，也已實用化。

## 2) 網路型 RTK 技術

RTK (Real Time Kinematic, 即時動態定位技術) 係將設置在已設定座標值參考站 (基準站) 的 GNSS 測量機器所取得觀測數據, 用無線方式往另一個觀測點的測量機器發送訊息, 然後一面在短時間內移動觀測點, 一面算出其位置座標。相對的, 網路型 RTK 技術則是利用國土地理院的電子參考站網等, 藉由包含觀測點在內的大區域觀測數據, 算出校正數據等或空間修正數據, 並用同時計算處理移動觀測點所觀測到數據的方式, 算出觀測點的位置座標。和 RTK 技術相比, 網路型 RTK 技術的優點是使用者不需設置參考站, 能進行更大區域的位置座標觀測。

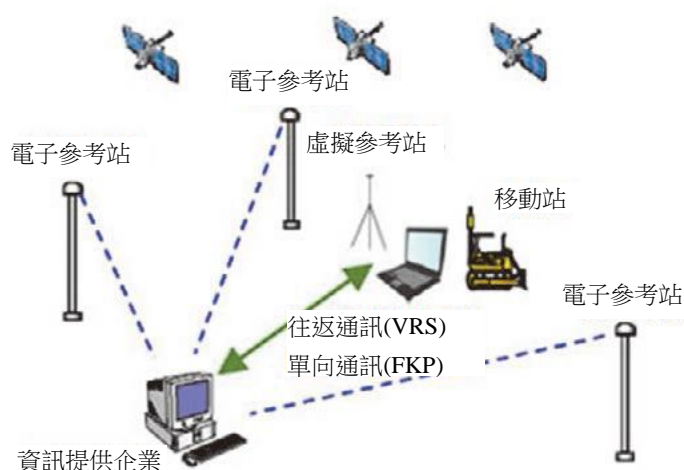


圖 22-3-8 網路型 RTK 技術概念圖

出處：九州地方整備局 ([http://www.qsr.mlit.go.jp/ict/technology/jitsugen\\_3.html](http://www.qsr.mlit.go.jp/ict/technology/jitsugen_3.html))

日本應用 VRS (Virtual Reference Station; 虛擬參考站) 技術與 FKP (Flächen Korrektur Parameter; 空間修正參數法) 的服務已經實用化。

因有上述優點, 目前網路型 RTK 技術使用者眾。但另一方面, 因是單點觀測, 亦即從周邊觀測點獨立地算出位置, 可能出現觀測異常或錯誤、與作業區域周邊參考站無法整合之問題, 最好參考「國土交通省公共測量作業規程」所建議順序, 擬定觀測計畫。

## 3) 實施精密量測的注意要點

GNSS 測量／量測這類精密位置觀測, 通常上空得隨時佈建 5 個以上 GNSS 衛星, 才能捕捉訊號、進行計算。此外, 為了避免機器設置地點附近構造物與樹木遮蔽多路徑電波反射與電波, 造成觀測障礙與誤差, 須特別注意設置之場所。

另外, 遠距觀測需選擇適當的電源與通訊方法。在不同量測目的下, 有時需找出 1cm 以下位置座標變化。若要達到這項要求, 需具備能排除設置 GNSS 測量機器地盤變動與日照導致機器變形等雜訊因素的技術。

「國土交通省公共測量作業規程」說明路線測量與河川縱橫斷面測量等各種測量使用 GNSS 測量的方法。此外, 河川與砂防領域也可如下所示地針對各種用途應用 GNSS 測量／量測。

### a) 土方量的量測

若要算出填方的土量，可應用網路型 RTK 技術，實施單點觀測，邊讓收訊機移動，邊以數據資料收集器取得 3 維座標，然後將測量數據藉由 CAD（Computer Aided Design，計算機輔助設計）製作展開圖，進行土量計算。

#### b) 壩等設施變形的量測

若要監視水壩設施水位變動導致壩本體變形與周邊地盤變位的狀況，可在設施與壩址範圍內設置複數 GNSS 測量機器，建立連續觀測、監視機器間位置變化的系統。



圖 22-3-9 GNSS 壩變形量測系統概念圖

出處：以 GPS 自動量測觀測大保協壩堤體變動（北部壩事務所 調查設第二課）

(<http://www.dc.ogb.go.jp/hokudamu/jimusyo/katudo/happyou/img/ronbun19.2.pdf>)

#### <標準>

「國土交通省公共測量作業規程」的河川測量及其他章節，說明了進行各種測量作業應用 GNSS 測量的方法，因此實施 GNSS 測量，應以此為準。

#### <想法>

GNSS 除了目前流行的 GPS 與 GLONASS，也可使用準天頂衛星等複數測位衛星系統。此外，目前已開發能實施高精度位置量測的 GNSS 補強系統，以及將上述系統應用到各領域的技術。

應用這些新技術與方法，應充分檢查其性能、觀測條件與制約，檢討是否可應用在河川等相關事業及效用高低，這點非常重要。

#### <參考資料>

利用 GNSS 的測量／量測實務操作，可參考下列資料

- 1) 国土交通省国土地理院：ネットワーク型 RTK-GPS を利用する公共測量作業マニュアル（案），国土地理院技術資料，A1-No.302，2005.

### 3.7 影像分析・視覺化技術

#### <想法>

影像分析・視覺化技術可應用在以數位影像進行測量，掌握流速向量與地形、海岸線變化



等方面，在點在於了解最新的影像分析・視覺化技術開發趨勢與實際應用狀況，並運用新的影像分析・視覺化技術，提升作業效率與精度。

### <事 例>

影像分析・視覺化技術包含以處理數位影像實施的相片測量技術，以及動畫 PIV 法（Particle Image Velocimetry，粒子成像流速量測法）進行流速向量分析、雷射數據之視覺化技術。

以處理數位影像實施的照片測量技術，係依據現地改變攝影位置所拍攝數張數位相片影像的視差，用個人電腦算出對象物測點三維座標的技術。

這種技術做法現場只拍照，後續工程室內完成，現場測量與調查時間短，比較不會妨礙工程也比較不需進入危險地點。因此，目前這種做法主要應用於施工測量、岩盤不連續面量測、坡面與隧道等構造物舉動量測等。

粒子成像流速量測法（PIV: Particle Image Velocimetry）係應用錄影機等動態影像分析流速向量的技術。

PIV 法的原理為，從濃度算出相鄰空間結構之對應點，追蹤影像內亮度分布模式一定時間內的移動狀況，同時多點量測目標領域內空間速度向量。這種技術能取得流動或崩塌移動體各部分移動速度與移動方向等詳細資訊。

此外，也有一種錄影影像分析法，用高解析度錄影機拍攝水泥構造物與土構造物，從遠處也能以當場目視的精度檢查出表面變狀。

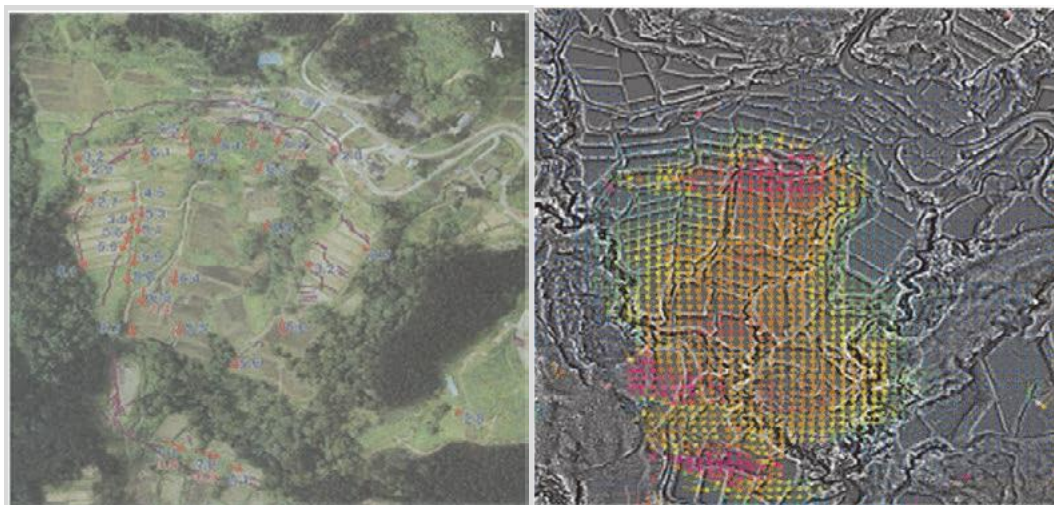


圖 22-3-10 以空載光達測量實施地滑變位測量（左）與應用 PIV 技術進行地滑變位測量（右）

光達數據的視覺化技術係應用光達測量所取得 1~數m 左右網格單元格數據、進行可視化的技術。若要藉由可視化模擬 3 維，可使用 GIS 軟體以及將網格單元格數據進行數值變換的方法。前者有陰影圖與段彩圖等。後者主要是衛星影像分析所使用的各種濾鏡，以及近來常見的從網格間角度算出開度、當作波而進行分析的小波轉換（Wavelet Transformation）等方法。此外，也有的方法是，堆疊數種數值轉換結果，然後用 GIS（Geographic Information System，地理資訊系統）軟體，進行清楚明白的標示。應用光達數據，可判釋斜面的 50cm~1m 量級微細凹凸。

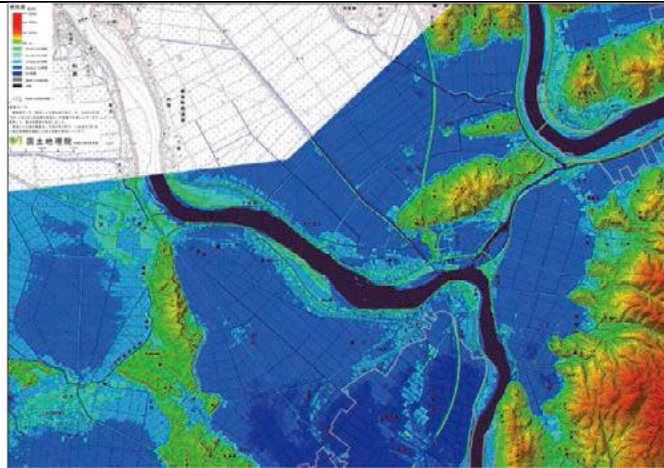


圖 22-3-11 數位高程地形圖（應用空載光達數的陰影段彩圖）案例

出處：国土地理院 (<http://saigai.gsi.go.jp/2012demwork/checkheight/index.html>)

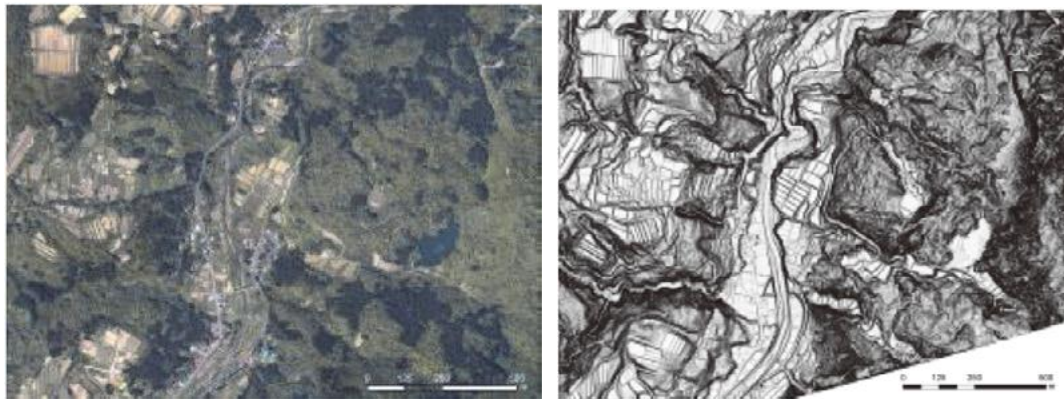


圖 22-3-12 一般航空照片所顯示的地滑斜面（左）與應用開度原理之微地形顯示影像（右）

這類新測量技術通常被要求也能應用在河川等相關事業之外的領域，不斷技術進化、系統化並降低成本。因此，河川等相關事業也應檢討是否可加以應用及其效用高低，進行取捨選擇與運用。

#### <參考資料>

影像分析・視覺化技術的實務方面，可參考下列資料。

- 1) 加賀昭和，井上義雄，山口克人：逐次棄却法を用いたパターン追跡アルゴリズム，可視化情報学会誌，第 13 卷 Suppl 2 号，1993.
- 2) 徐超男：応力発光体を用いたセンシング，セラミックス，44-3，pp.154-160，2009.
- 3) 横山隆三，白沢道生，菊池祐：開度による地形特徴の表示，写真測量とリモートセンシング，Vol.38 No.4，pp.26-34，1999.

編譯：水土保持局技術研究發展小組

Research and Technology Development Team, SWCB, COA

December 2017

本文件之翻譯及轉載，均符合日本著作權法相關規定。