

共同研究報告書

整理番号第157号

橋梁下部構造の計測・診断技術の開発  
に関する共同研究報告書  
—橋梁基礎の洗掘調査マニュアル（案）—

平成9年1月

建設省土木研究所  
社団法人 全国地質調査業協会連合会

Copyright C (1997) by P.W.R.I.

ALL rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

# 橋梁下部構造の計測・診断技術の開発 に関する共同研究報告書 —橋梁基礎の洗掘調査マニュアル（案）—

建設省土木研究所  
構造橋梁部 基礎研究室

室長\* 中野正則  
主任研究員 木村嘉富  
研究員 石田雅博  
大越盛幸  
田口博文

(社) 全国地質調査業協会連合会

専務理事 矢島壯一  
技術委員 横田耕一郎  
原徹夫  
藤原八笛  
鍛冶義和  
中田文雄  
阿部秋男

## 要旨

本報告は、建設省土木研究所と(社)全国地質調査業協会連合会で実施した、「橋梁下部構造の計測・診断技術の開発に関する共同研究」のうち、開発した洗掘調査方法についてとりまとめたものである。

本研究では、研究開発を行った「ラジオコントロールボートを使用する洗掘調査手法」と「橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法」の調査内容についてとりまとめ、洗掘調査マニュアル(案)としてとりまとめたものである。

キーワード：調査マニュアル、橋梁下部、維持管理、調査手法、ラジオコントロールボート、カラーイメージングソナー、水中テレビカメラ

\* ) 現 建設省建設経済局

# 目 次

まえがき	1
1. 一般	
1. 1 適用範囲	2
1. 2 調査手法の概要	3
1. 3 安全対策	11
2. ラジオコントロールボートを使用する洗掘調査手法	
2. 1 調査手順	14
2. 2 事前測量	14
2. 3 深浅測量	16
2. 4 データ編集方法	20
2. 5 データ処理方法	21
2. 6 データ図化方法	22
3. 橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法	
3. 1 調査手順	23
3. 2 調査台	23
3. 3 計測	25
3. 3. 1 カラーイメージングソナー	25
3. 3. 2 水中テレビカメラ	29
【参考資料】	
1. 調査実施例	
1. 1 ラジオコントロールボートを使用する洗掘調査例	33
1. 2 橋上から測定機器を使用する洗掘調査例	42
2. 使用機器の仕様	
2. 1 ラジオコントロールボート関連機器	49
2. 2 カラーイメージングソナー関連機器	53
2. 3 水中テレビカメラ関連機器	54
3. 洗掘調査一覧表	55
4. 73MHz帯の電波を使用する産業ラジコン用無線局に関する指導基準	57

## まえがき

我が国の公的社会資本である各種土木構造物は、これまでの着実な整備の結果、現在では膨大なストックに至っている。そのなかで、橋梁のストックに着目すると平成5年現在、橋長15m以上の橋梁は12.4万橋、延長にすると7,000kmが供用され、さらに増加の一途をたどっている。

このような社会資本の維持管理として橋梁を長期にわたり適切に保全していくためには、合理的な維持管理を行う必要がある。しかし、橋梁下部構造の多くは河川・湖沼などの水中部に設置されており、特に基礎については地中部にあることから接近しての点検が困難である。そのため、調査・点検手法が確立されていないため、十分な調査点検が実施されているとは言い難い状態にある。このため、損傷や変状がかなり進行した状態で発見されたり、さらには落橋等の重大な事故につながった例も見られる。

従来の橋梁下部構造物の洗掘に対する点検・調査は、計測員がボートに乗船しポールやレッドを用いたり、潜水士が直接的に視認して確認を行っている。そのため、準備、調査実施、解析・図化に膨大な時間と人員を必要とし、また、水上から調査を行うため調査員が落水するといった危険を伴っていた。

そこで、これらの問題点を解決するために、建設省総合技術開発プロジェクト「社会資本の維持更新・機能向上技術の開発」の一環として、建設省土木研究所と(社)全国地質調査業協会連合会との共同研究により、「橋梁下部構造の計測・診断技術の開発」を行ってきた。

橋梁基礎の洗掘調査マニュアル(案)は研究開発を行った中で橋梁下部構造物の洗掘調査に有効な「ラジオコントロールボートを使用する洗掘調査手法」と「橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法」の調査内容についてとりまとめたものである。

なお、本調査マニュアル(案)のほかに計測の具体的な実施方法、使用機器の操作方法・手順等を記述した「共同研究報告書第158号 橋梁基礎の洗掘調査装置取扱要領(案)」を作成したので、調査の際には併用して活用されたい。

平成8年12月

## 1. 一般

### 1. 1 適用範囲

- (1) 本調査マニュアル(案)は橋梁基礎の洗掘調査に適用するものとする。
- (2) 本調査マニュアル(案)で用いる調査手法としては、「ラジオコントロールボートを使用する洗掘調査手法」および「橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法」とする。

#### 【解説】

(1) 本調査マニュアル(案)は、橋梁基礎周辺の洗掘調査の省力化、合理化を図るために作成されたものである。

なお、ここで示される調査手法は河川一般部における深淺測量、およびダム湖の深淺測量などにも利用することができることから、調査機器、手法を選定する際、調査目的に応じて本調査マニュアル(案)を準用することができる。

(2) 本調査マニュアル(案)では次の2つの方法を用いるものとした。

- ・ラジオコントロールボート（以下、「RCボート」という）を使用する洗掘調査手法
- ・橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法

これらの調査手法は、平常時の流速を想定して開発されたものであることから、洪水時および洪水直後の流速が早い場合には別の方法を用いることが望ましい。

なお、本調査マニュアル(案)は、建設省土木研究所と(社)全国地質調査業協会連合会との共同研究で行った検証実験より得られたデータをもとにして記述している。本調査マニュアル(案)が全ての河川条件、橋梁上部工形式などの条件に適用できるとは限らない。そのため、本調査マニュアル(案)で示す調査手法が適当でないと判断される場合には別の方法を用いるか、作業手順等を変更して対応する必要がある。

一般的に考えられるRCボートを使用する洗掘調査手法の適用条件を以下に示す。ただし、調査に用いるRCボートの能力、河川条件等により変動するものと考えられるため、適宜検討を要する。

河川の流速：RCボート最大速度の70%程度の流速 [1.5m/s]

水 深：1~20m程度 [12m]

川 幅：250m程度/片岸 [200m/片岸]

標高基準点：橋脚の天端高さなどが必要。標高を求めることができない場合には橋脚天端を任意とする比高を採用する。

護岸の形状：RCボートを水上に降ろすことができる形状であること。

[ ] は、検証実験で確認した値

また、橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法では測定台の位置により次の2つの方法が考えられる。

- ・ 橋梁の高欄越しに行う調査
- ・ 橋梁点検車の作業台から行う調査

この場合に用いる各測定機器の一般的適用条件を以下に示す。ただし、高欄から水面までの高さ、河川条件等により変動するものと考えられるため、適宜検討を要する。

河川の流速：平水時の流速

水 深：1～10m [10m]

川 幅：特に制約はなし

測定距離：100m程度 [100m]

高欄から水面までの高さ：流速とロッドの剛性により決まる

標高基準点：橋梁路面上等の標高が必要

河川の濁度：1m程度以上（水中テレビカメラに適用）

[ ] は、検証実験で確認した値

## 1. 2 調査手法の概要

- (1) ラジオコントロールボート（RCボート）を使用する洗掘調査手法とは、音響測深機を搭載したRCボートで水深を計測すると同時にRCボートの位置を追尾式測距儀によって測定し、河床の状況（洗掘箇所）を把握する方法である。
- (2) 橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法とは、橋上（橋面の歩道、車道上あるいは橋梁点検車の作業台）から、カラーイメージングソナー、水中テレビカメラ等の測定機器を水中に降ろし、橋脚近傍の河床状況および橋脚躯体水中部の劣化、損傷状況を把握する方法である。

### 【解説】

#### (1) RCボートを使用する洗掘調査手法

ラジオコントロールボートは音響測深機を搭載し、遠隔操作できる小型ボートである。

図-1.1にRCボートの概要を示す。船体に音響測深機の送受波器、テレメータ等の計測機器を搭載している。追尾式測距儀用ターゲットは、送受波器直上に設置している。動力形式は、エンジン型、電動型等があり、現場の状況（河川の流速）に応じて決定する。

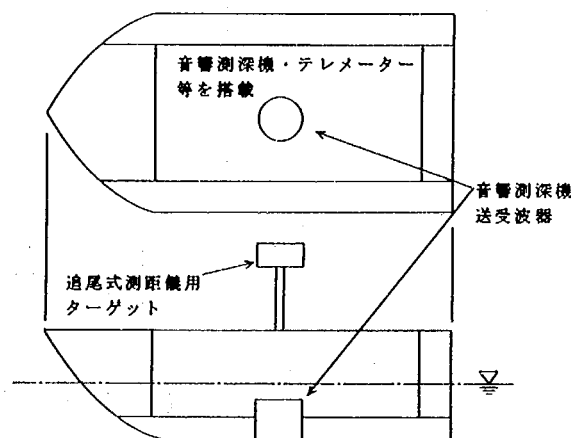


図-1.1 RCボート概要図（例）

図-1.2、1.3にRCボートを使用する洗掘調査手法のシステム図と計測データの流れを示す。

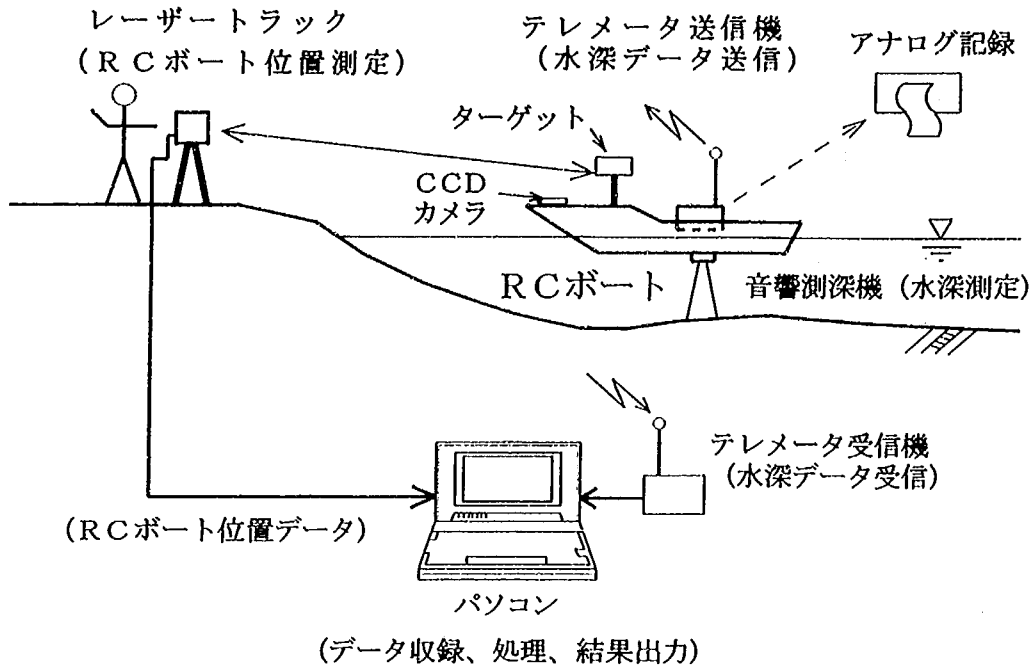


図-1.2 RCボートによる洗掘調査のシステム図

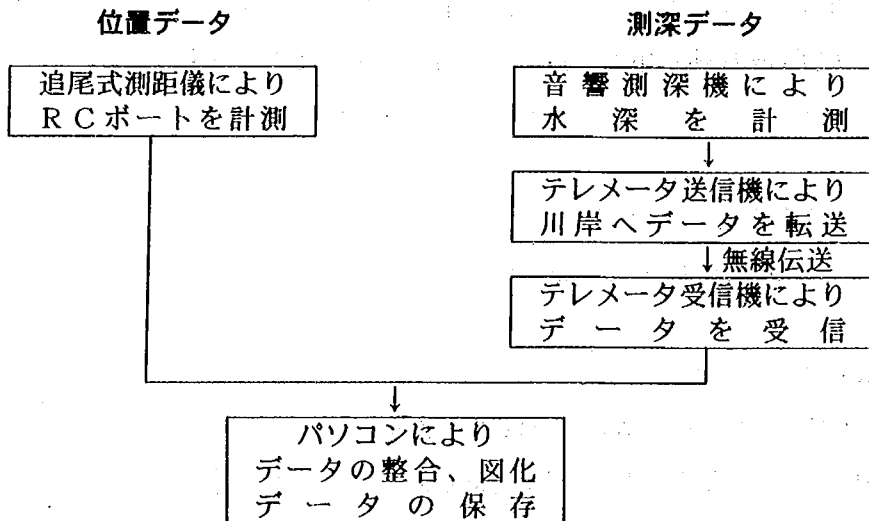


図-1.3 計測データの流れ



本手法では、「水深測定」と「RCポートの位置測定」を同時に行い、パソコンに取り込むことにより、現場サイドでリアルタイムに河床状況を確認することができる。収録された「水深データ」と「RCポートの位置データ」は、パソコン内で整合、図化処理が行われ、RCポートの航跡図、河床図として画面上に表示される。河床図としては、2次元・3次元等高線図、メッシュ図、任意の断面図等を表示させることができる。図-1.4および図-1.5に、計測結果として得られた2次元および3次元の等高線図、また図-1.6に断面図を示す。

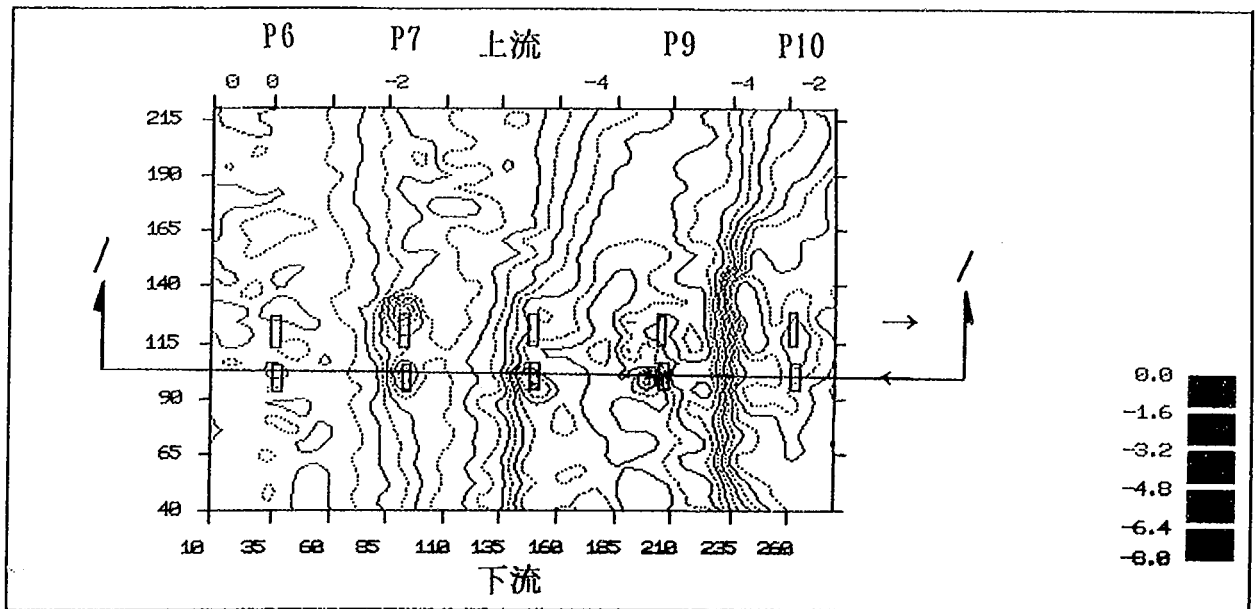


図-1.4 河床の2次元等高線図

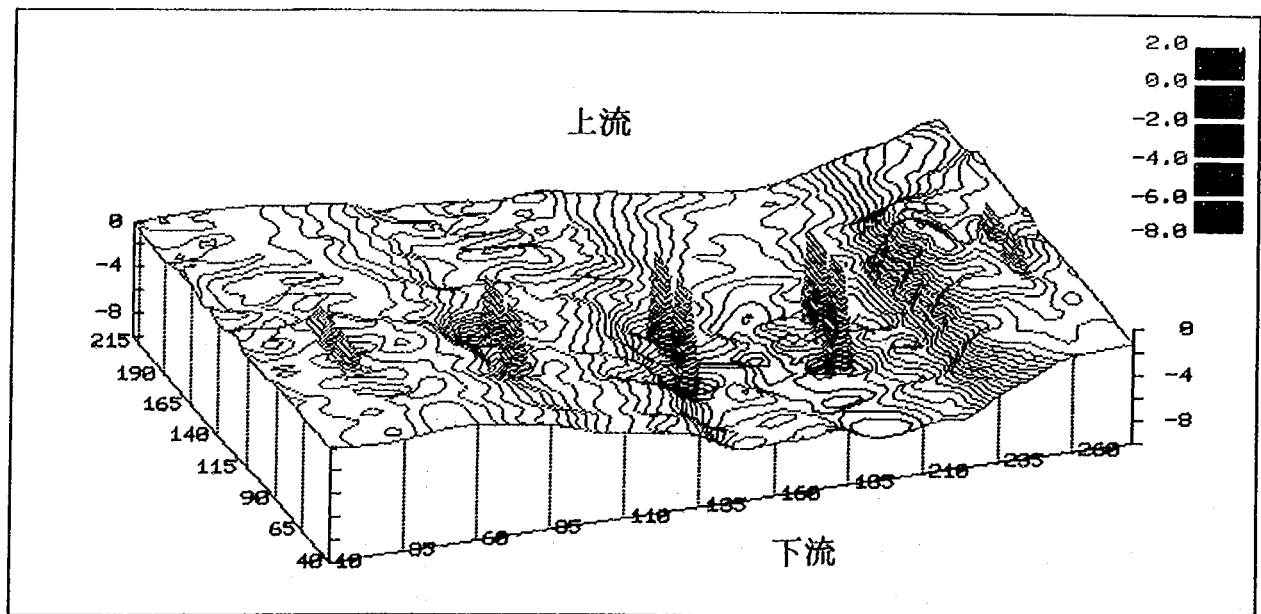


図-1.5 河床の3次元等高線図  
(橋脚は計測後人工的に追加)

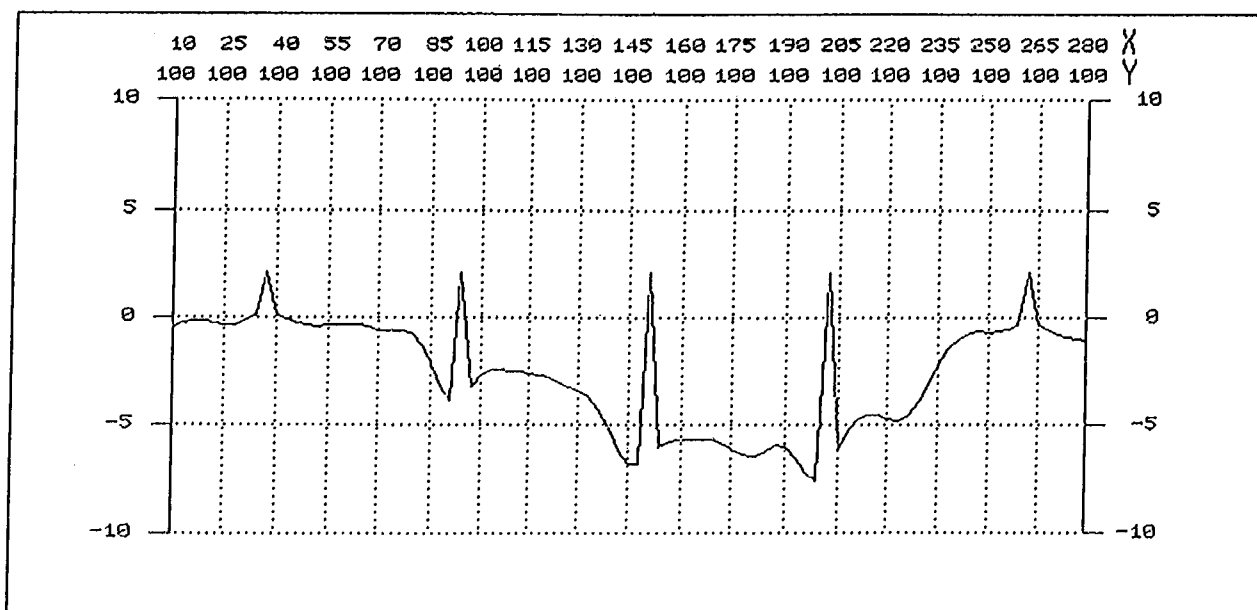


図-1.6 橋脚部分の断面図  
(橋脚は計測後人工的に追加)

ここで使用する測定機器等としては以下のものがある。

1) 音響測深機

超音波を発信し河床から反射波を受信することで水深を測定する機器をいう。本手法ではデジタル式音響測深機を用い、RCボートに搭載するため小型、軽量の機器を使用する。

2) テレメータ

音響測深機からの水深データをRCボートから川岸に無線伝送する機器をいう。機器は送信機と受信機で1セットである。音響測深機同様、RCボートに搭載するため小型で、軽量の機器を使用する。テレメータ受信機のアンテナの高さは、データ送信の欠落を防止するため3.0m以上にするのが望ましい。

3) 追尾式測距儀

レーザー光を使用して、RCボートの位置を測定する測距機器をいう。

図-1.7に追尾式測距システムの概要を示す。追尾式測距儀は、ターゲットを追尾して位置測定を行うため、視準操作が行いやすい(RCボートを追跡しやすい)装置が望ましい。

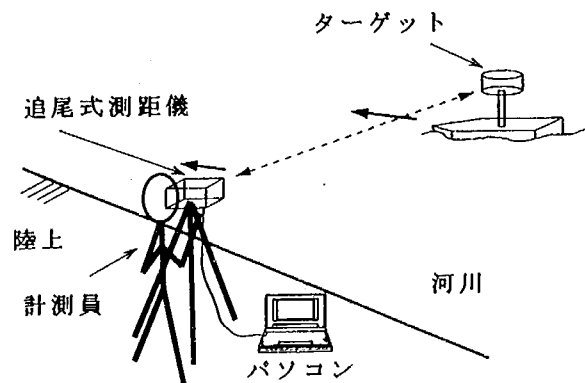


図-1.7 追尾式測距システム概要

RCボートを使用する洗掘調査手法では以下の特徴があげられる。

- 1) 河川における調査では、橋梁の上下流部の調査は勿論のこと、橋脚周辺部についても短時間に計測することができる。水深値の計測はRCボートに搭載したデジタル式音響測深機により行っているため1秒間に1点の割合で計測できる。このことから水深の計測点を多く収録することができるため、より正確な河床図を作成することができる。
- 2) RCボートの操縦を川岸あるいは橋上から行うため、調査員がボートから落水するといった危険を排除することができる。
- 3) 河床図の作成は、RCボートの位置情報、水深値をノート型パソコンに取り込んで管理していることから、短時間に作成することができる。

## (2) 橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法

橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法には、橋梁の高欄越しに行う方法と橋梁点検車の作業台から行う方法がある。

図-1.8 (A) に橋梁の高欄越しに行う方法の概要を示す。この方法は橋の高欄にロッドを固定する治具を設置し、測定機器を所定の位置に降ろして調査を行うものである。通常、交通規制を行わなくても良い簡便な方法である。

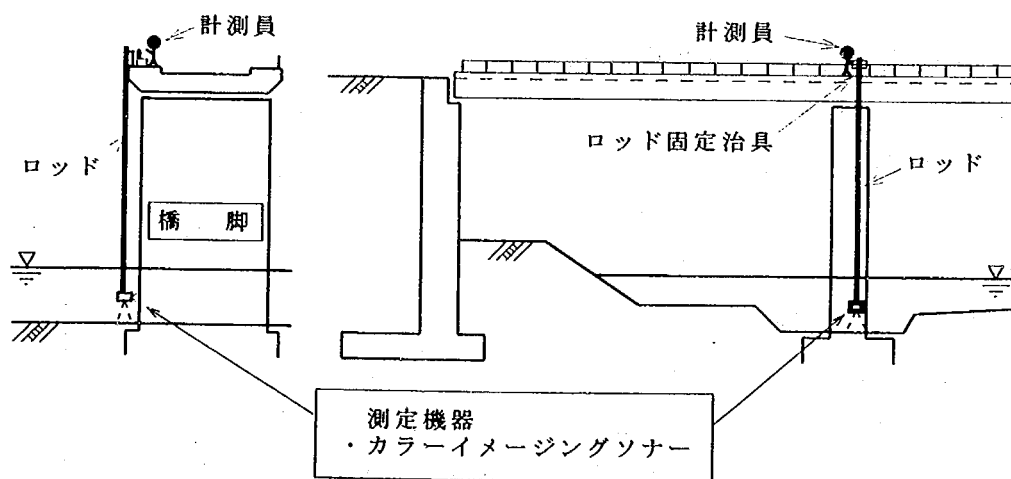


図-1.8 (A) 橋の高欄越しに行う方法の概要

図-1.8 (B) に橋梁点検車を使用する方法の概要を示す。橋梁点検車は橋梁の上部構造下面、橋脚等を点検できる作業台を搭載した作業車である。橋上に点検車を停車して作業を行うため、交通規制が必要であるが、作業台を移動することにより自由な位置での測定が可能である。

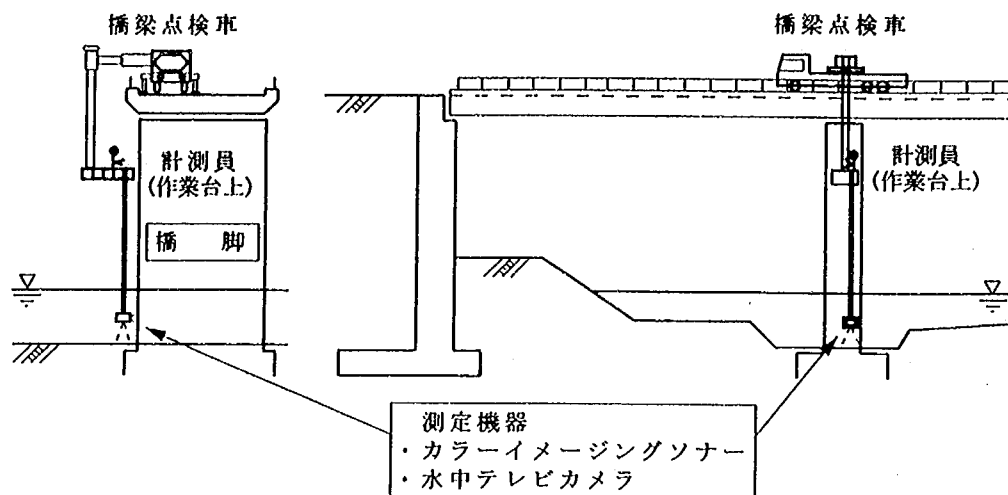


図-1.8 (B) 橋梁点検車を使用する方法の概要

ここで、使用する測定機器等としては以下のものがある。

1) カラーイメージングソナー

超音波ビームを使用しており、トランスジューサーを回転させることによって河床の地形断面図を測定する機器である。図-1.9 にカラーイメージングソナーの概要図を示す。

ロッドの先端に取り付けたソナーヘッドを水中の調査箇所付近まで降ろし、トランスジューサー（送受波器）を回転させることで河床や橋脚の断面図を得る。

計測結果は作業員の手元に配置したモニター画面に逐次表示されるため、河床状況、橋脚の位置、洗掘深さなどをリアルタイムに確認することができる。また、計測データは記録保存することができるため、後日河床断面図、3次元等高線図として検討することもできる。

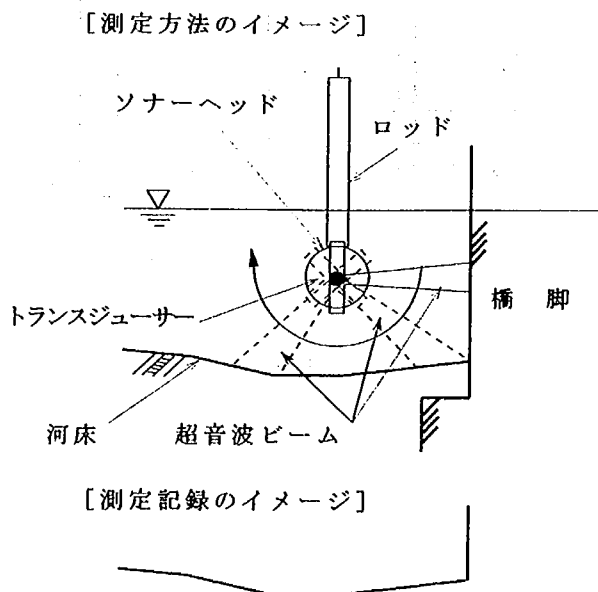


図-1.9 カラーイメージングソナー概要図

図-1.10にカラーイメージングソナーの計測結果例を示す。  
 なお、調査の範囲（レンジ）を切換えることで、橋脚近傍の河床の詳細や河川の縦断、横断全体の河床形状の概略把握（図-1.11）が可能である。

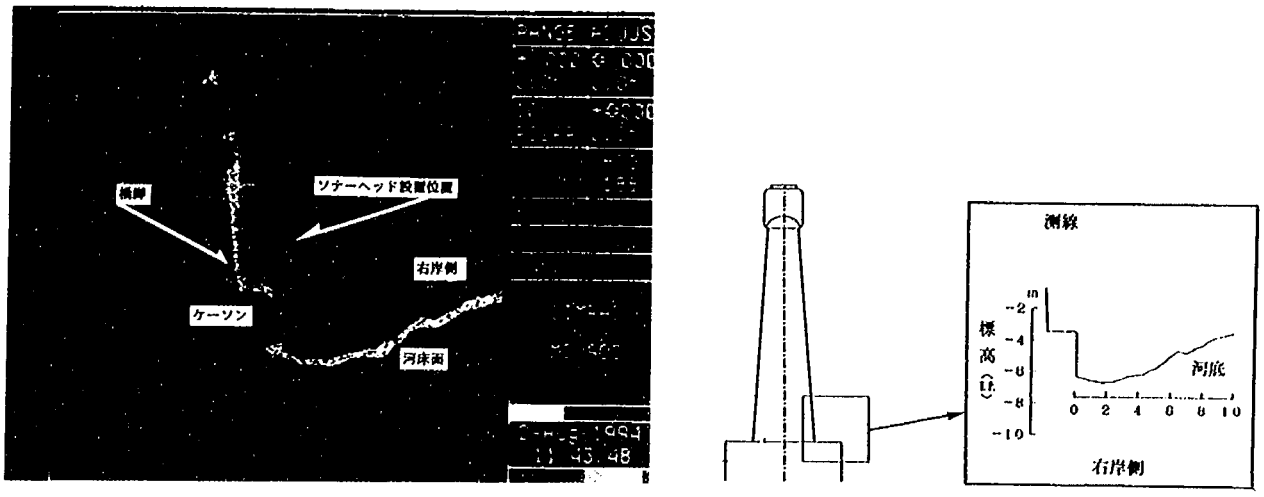


図-1.10 カラーイメージングソナーの計測結果例（橋脚近傍）

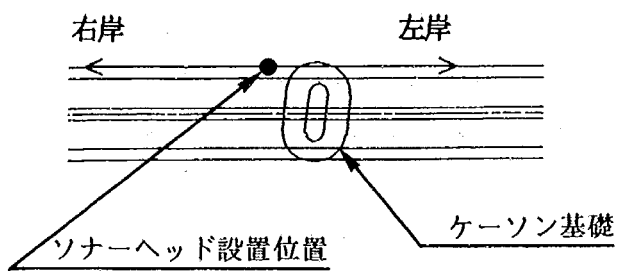
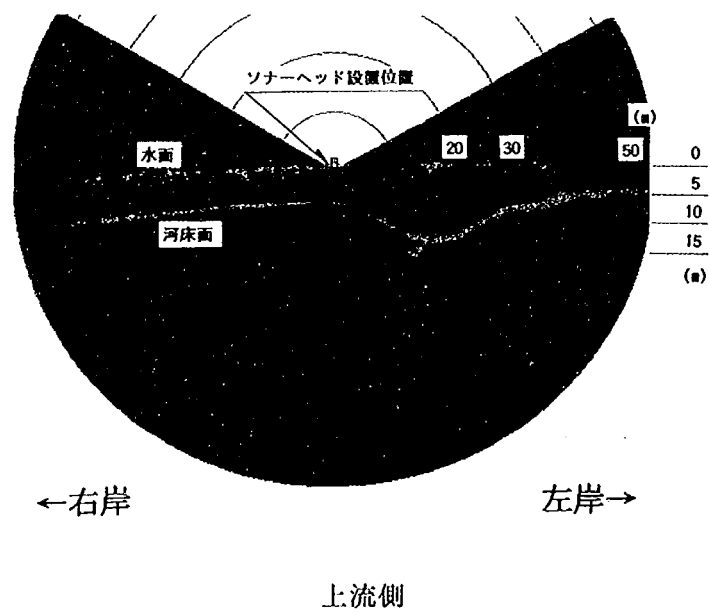


図-1.11 カラーイメージングソナーの計測結果例（河床の横断形状）

## 2) 水中テレビカメラ

水中状況の可視記録を得るための照明機器を搭載した防水性テレビカメラをいう。

水中が濁っている場合は、調査に十分な画像を得ることができないので、河川水が透明な時に調査するのが望ましい。なお、調査状況は作業員の手元に配置したモニター画面により確認できる。図-1.12に水中テレビカメラによる調査状況を示す。

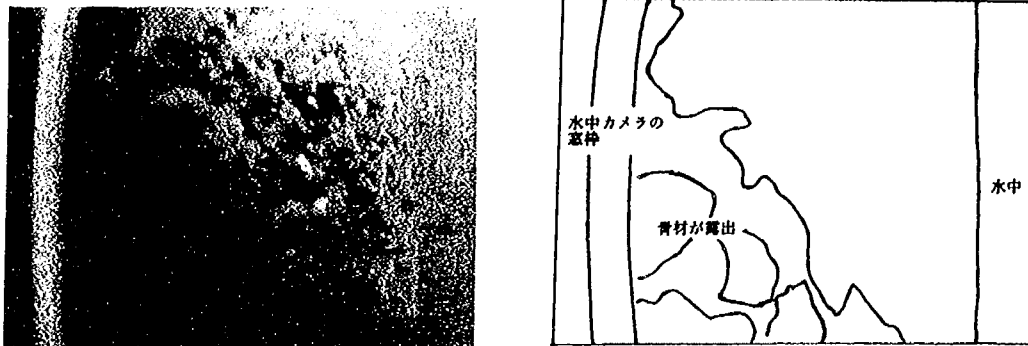


図-1.12 水中テレビカメラによる調査状況

橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法では以下の特長があげられる。

- 1) 橋上から治具を使ってセンサーを降ろし計測するので、簡便性に優れている。
- 2) 橋脚周辺の河床、洗掘状況、橋脚躯体の損傷状況をモニター画面により容易に把握することができる。
- 3) カラーイメージングソナーを使用した調査では、超音波ビームを送受信するトランスジューサーが任意に設定した範囲を自動的に回転するため、ソナー本体を移動させることなく調査を行うことができる。計測結果は河床の断面図として表示される。また本装置を橋脚近傍で使用することにより洗掘の詳細な状況を把握することができる。
- 4) 水中テレビカメラを使用した調査では、橋脚躯体の損傷、劣化状況を地上に設置したモニターによって確認することができる。

ここで、挙げたもの以外の測定機器としては地下レーダー、スウェーデン式サウンディング装置がある。地下レーダーを使用する手法は電磁波パルスを放射するアンテナを水面に接近させて、地盤からの反射特性を解析することによって水深、および河床に堆積した2次堆積層を把握するものである。

スウェーデン式サウンディング装置を使用する手法は荷重による貫入と回転貫入を併用した原位置試験であり、土の静的貫入抵抗を測定しその硬軟または締まり具合を判定し河川に堆積した土層構成を把握するものである。

上記の2手法の詳細については「建設省土木研究所、(社)全国地質調査業協会連合会：橋梁下部構造の計測・診断技術の開発に関する共同研究報告書(その2)1995,12、(その3)1997,1」を参照されたい。

### 1. 3 安全対策

本調査は、河川内および橋上からの作業を伴うので、安全には十分留意して作業しなければならない。また、関連法規を遵守し、安全管理を図らなければならない。

#### 【解説】

ここで示した調査手法を用いる場合に考えられる事故の発生要因として主に次の3つの事項が挙げられる。

- (1) 河川内、川岸作業である。
- (2) 高所作業である（橋上からの作業において）。
- (3) 交通、通行者の頻繁な箇所での作業である（橋上）。

安全対策は、上記の事柄を十分考慮して計画・施行しなければならない。安全対策の例を表-1.1に示し、作業内容、予想される事故・災害、安全対策例を記す。

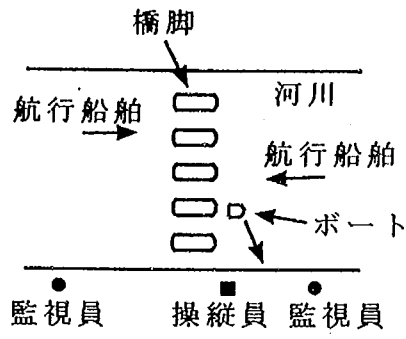
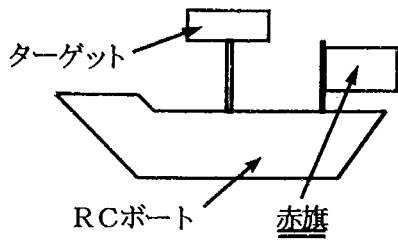
関連法規としては、

- (1) 「労働安全衛生法」および「労働安全衛生規則」
- (2) 「道路交通法」
- (3) 「河川法」
- (4) 「73MHz帯の電波を使用する産業ラジコン用無線局に関する指導基準」

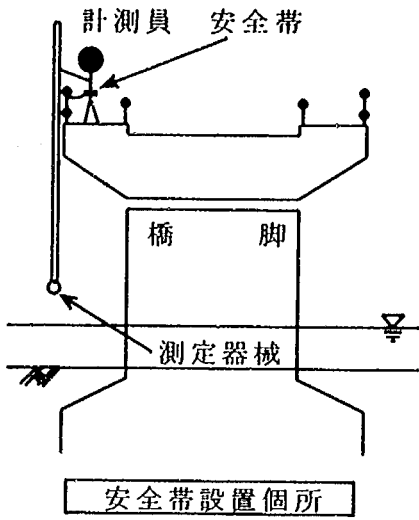
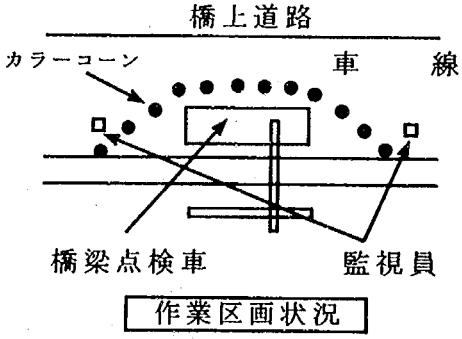
等があげられる。調査の実施に当たっては上記の法規を遵守し、安全作業を努めなければならない。

なお、(1)、(2)、(3)においては各法規を参照されたい。(4)においては、産業ラジコン用周波数の適正な運用の確保と混信妨害を未然に防ぐため、「財団法人 日本ラジコン電波安全協会」作成の指導基準を参照されたい（参考資料-4を参照）。

表-1.1 安全対策例

作業内容	事故・災害	安全対策例
<p>[RCボートを使用する調査]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ RCボートを川岸に運搬する</li> <li>・ 川岸でRCボートを操縦する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 作業員の水中落下</li> <li>・ RCボートと航行船舶の衝突</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ライフジャケットの着用</li> <li>・ 航行船舶の多い河川では監視員を配置</li> </ul>  <p style="text-align: center;"><b>監視員配置例</b></p> <p>船舶がRCボートに接近するときは、監視員が操縦員に無線連絡を行い、RCボートを川岸に移動させる。</p> <p>(事故対策)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 調査を行う旨を船舶会社等に連絡</li> <li>・ 周知</li> <li>・ 船舶から確認しやすいようにRCボートに赤旗を設置</li> </ul>  <p style="text-align: center;"><b>ボート確認旗位置図</b></p>
<p>[無線災害]</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 他の電波との混信</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 周波数73MHzの厳守</li> <li>・ モニター用受信機を最良の感度に調整して、発射しようとする電波の周波数を聴取</li> </ul> <p>((財)日本ラジコン電波安全協会)</p>



作業内容	事故・災害	安全対策例
<p>[橋上から測定機器を使用する調査]</p> <p>1. 橋の高欄越しに行う調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>測定機器を橋上から川中に降ろし、高欄に固定する</li> </ul> <p>2. 橋梁点検車の作業台から行う調査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>橋梁点検車を作業位置に固定する</li> </ul> <p>点検車の作業台から測定機器を川中へ降ろし、作業台手摺に固定する</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>測定機器設置中に河川に落下</li> <li>計測員と歩行者の接触</li> <li>点検車と一般車との接触</li> <li>作業員と一般車との接触</li> <li>測定機器本体の川中落下</li> <li>河川への作業員落下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>安全帯の着用</li> <li>ライフジャケットの着用</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>作業区画帯を設置し、監視員を配置する。</li> <li>作業区画、安全看板等の設置</li> <li>交通監視員の配置</li> </ul>  <ul style="list-style-type: none"> <li>降下中は作業を2人で行う</li> <li>計測中は治具にしっかり固定する。</li> <li>安全帯着用</li> <li>ライフジャケットの着用</li> </ul>

## 2. ラジオコントロールボートを使用する洗掘調査手法

### 2. 1 調査手順

ラジオコントロールボートを使用する洗掘調査手法の調査手順は一般に図-2.1の手順にしたがうものとする。

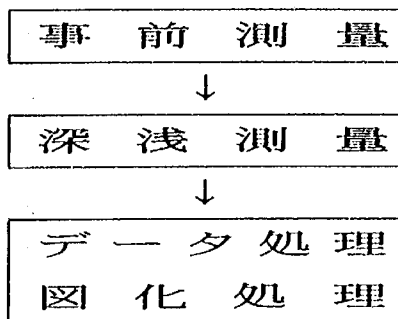


図-2.1 調査手順

#### 【解説】

図-2.1の調査手順はRCボートを使用する洗掘調査の標準的な進め方を示している。調査・点検の種類によっては作業を省略したり、手順を変更して対応する必要がある。

### 2. 2 事前測量

- (1) RCボートの航跡位置と橋脚位置の相対関係、RCボートの標高を明らかにするために追尾式測距儀等を使用した事前測量を行う必要がある。
- (2) 事前測量では次の事項に従うことを標準とする。
  - 1) 調査対象とする橋梁の相対座標系を使用する。
  - 2) 河口に近い橋梁では水位が潮汐の影響を受けるため河床の高さを標高で表記する。ただし、標高が不明なときは橋脚天端などの高さを基準とする比高を使用して良い。
  - 3) 事前測量にはRCボートの追跡に使用する追尾式測距儀を使用する。

#### 【解説】

- (1) RCボートの航跡位置を橋梁の平面図に重ねて描くためには両者の座標系を一致させる必要がある。この場合、洗掘調査を迅速に行うために事前測量を実施する必要がある。
- (2) 事前測量を行う場合の留意点は以下の通りである。
  - 1) 相対座標系

対象とする橋梁を見通せる任意の位置に追跡基準点を設置する。橋梁全体が第一象限になるように追跡基準点を設置すると図化する場合に便利である。

原点の座標は基本的に相対表示とするが、一般の公共座標系の基準点との位置関係を測量によって計測しても良い。

### 2) 標高および比高

調査対象とする橋梁のうち、標高が判明している橋脚天端を基準標高として使用する。ただし、標高が不明な場合にはある任意の橋脚天端などの高さを基準とする比高を採用し、図化の際にどちらを使用しているかを明示する。なお、比高を用いる場合は基準点を明確に記録しておく必要がある。

### 3) 事前測量の方法

図-2.2に橋脚と基準点の配置例を示し、以下に測量方法の解説を行う。

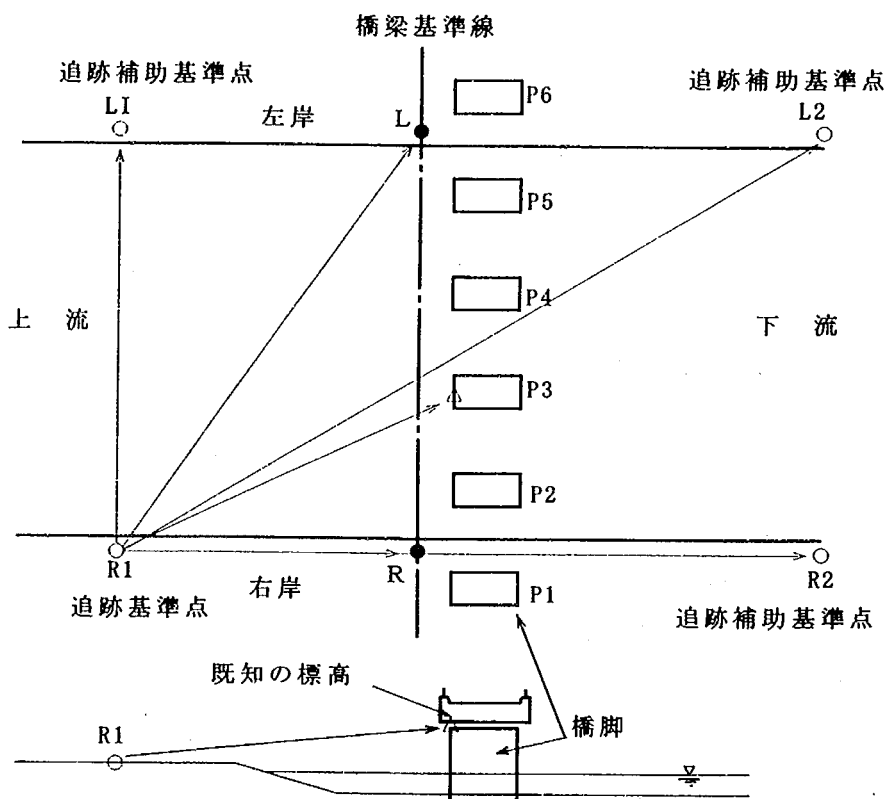


図-2.2 橋脚と基準点の配置例

- ① 橋軸線と同じ距離だけ離れた右岸、左岸に任意点R、Lを設置し、両点を結んだ線を橋梁基準線とする。
- ② 調査範囲の座標系を考慮して、追尾式測距儀を設置する追跡基準点(R1)を設置する。
- ③ 追跡基準点(R1)から見通せる対岸の位置にバック点を設置する。このバック点は調査対象河川の川幅が広い場合、RCボートの追跡に使用することがあるため追跡補助基準点(L1)とする。
- ④ R1から見通せる橋梁下流の右岸、左岸側に追跡補助基準点(R2、L2)を設置する。

- ⑤ R 1 に追尾式測距儀を設置し、バック点にミラーを置いて座標 (X, Y, Z) を測定する。  
水平座標は R 1 を原点 (0, 0) とし、R 1 → L 1 方向を測量系の X 軸とする。
- ⑥ R 点、L 点、R 2、L 2 も⑤と同様にミラーを置いて、それぞれの座標 (X, Y, Z) を測定する。
- ⑦ 標高が判明している橋脚天端にミラーを設置し、その座標 (X, Y, Z) を測定し、計算によって R 1 の標高を求める。この結果と③～⑥の結果から全ての基準点や追跡補助基準点の標高を計算する。
- ⑧ 調査対象河川の川幅が狭い場合、追跡補助基準点の測定箇所を測量計画に応じて減らすことができる。

### 2. 3 深淺測量

#### (1) RCボートの航行方式は

- 1) 河川横断方式
- 2) 河川縦断方式
- 3) ランダム方式

がある。これらの方式は測定する橋梁の構造、川の流れや航行船舶などの状況に合わせて適宜採用するものとする。

(2) RCボートの追跡点は事前測量の際に設定した追跡基準点に設置し、追尾式測距儀を用いて航行位置の測定・記録を行う。

(3) 深淺測量においては、以下の事項に十分注意して行うこととする。

- 1) 調査範囲
- 2) 航行方式
- 3) 航行船舶の確認
- 4) ボートが橋脚に隠れたときの位置
- 5) 位置データと水深データの同時性確保
- 6) 音響測深機の音速補正
- 7) データの欠落

#### 【解説】

(1) 図-2.3にRCボートの航行方式を示し、以下に各航行方式の特徴を記す。

#### 1) 河川横断方式

追尾式測距儀を使用してRCボートを追跡する場合、橋梁の上流あるいは下流側に100~200m離れたところから追跡することが一般的である。本航行方式は追跡のための視準の方向がほぼ「水平動」に限定されるため、追跡エラーの発生率が最も少ない航行方式である。また、ボートが常

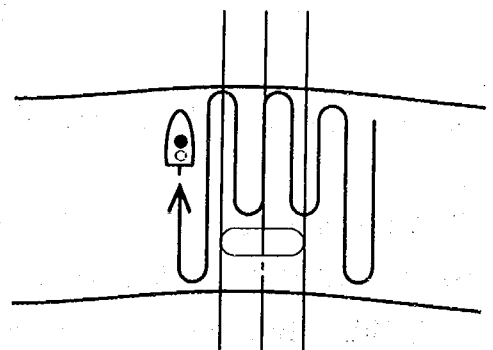


図-2.3(A) 河川横断方式

に对岸と誘導員の接線上に位置するため、ボートの位置の把握と航行目標が設定しやすく、誘導ミスの発生しにくい航行方式である。ただし、橋脚の後ろ側は見通せないため、測定する区域によって追跡点や誘導員の配置場所を頻繁に変更する必要がある。航行測線の間隔は5ないし10mが適当である。

## 2) 河川縦断方式

RCボートを河川の流下方式に一致させる方式であり、橋梁の上・下流に設置した追跡点からの視準運動の方向がほぼ「上下動」のみとなるため比較的追跡エラーの少ない航行方向である。ただし、ボートが手前に近づきすぎると追跡のための角運動量が大きくなり、正確な追跡が困難になる。航行方向が橋脚の橋軸直角方向と河川水の流下方向に一致しているため、橋脚の影の部分の誘導が比較的容易であるという特徴がある。河川の流速に比べRCボートのパワーが相対的に小さい時は、流れに逆らって航行するとき時間がかかるため、バッテリーの容量に注意する必要がある。航行測線の間隔は5ないし10mが適当である。

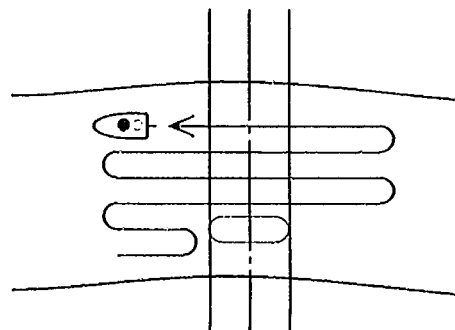


図-2.3(B) 河川縦断方式

## 3) ランダム方式

河川の横断方式と縦断方式は共に橋脚近くの河床の深淺測量に適した航行方式であるが、橋脚に接しての測量には向いていない方式である。一方、ランダム方式はRCボートを橋脚に緩く衝突させたり周囲を旋回させながら誘導する方式であって橋脚の基部を測量するための航行方式である。横断方式、縦断方式で測定できない箇所をランダム方式で測定すると良い。

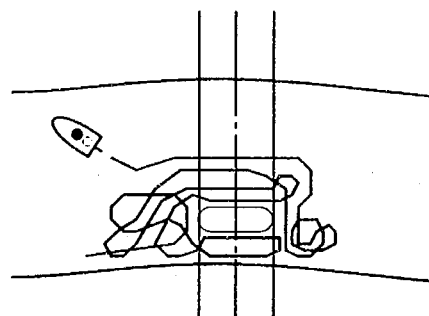
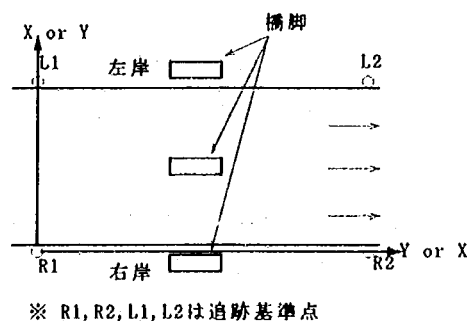


図-2.3(C) ランダム方式

(2) 図-2.4にRCボートの追跡基準点位置を示す。

RCボートの航行位置を測定するためにはレーザー光を使用した追尾式測距儀を使用し、その追跡点は事前測量で設置した点を使用する。RCボートが実際に航行する範囲に合わせて基準点を適宜使用するが、追尾式測距儀の位置を移動した場合でも、R1座標を(0,0)とし、かつRCボート調査航行区域が第一象限になるようにすると、事後のデータ処理と図化が容易になる。



※ R1, R2, L1, L2は追跡基準点

図-2.4 RCボートの追跡基準点位置

橋脚の形状と追尾式測距儀を設置する位置の関係から、橋

脚による影の部分が少ないと判断される場合には使用する追跡基準点を減らせる場合がある。

### (3) 深浅測量を行うときの注意事項を以下に示す。

#### 1) 調査範囲

洗掘調査のための深浅測量は目的とする橋梁の上流と下流にそれぞれ50m程度の範囲とするのが望ましい。河川内橋脚に発生する洗掘現象は一般的に橋脚の上流側が深掘れし、河川の流下する方向に広がっていることが多い。また、河口の近くの橋梁では潮汐の影響を受け橋脚の上流側にも広く洗掘が発生していることが多いため、調査範囲は以上のことを考慮して決定すると良い。

#### 2) 航行方式

河川横断・縦断方式は測線を設定し、広範囲の調査区域を短時間で測定するには向いているが、橋脚周辺を精密に測定するには向かない方式である。RCボートの航行方式は目的とする河川の幅や流速によって横断方式あるいは縦断方式を採用し、橋脚の周囲を密に測定するためランダム方式と組み合わせて行うのが良い。

#### 3) 航行船舶の確認

調査区域において一般の船舶が航行する河川では船舶とRCボートの衝突、航跡波の高波による浸水、また最悪の場合にはRCボートが転覆する危険性がある。そのため、調査区域から離れた上下流に監視員を配置し、航行船舶の確認を行う必要がある。

#### 4) ボートが橋脚に隠れたときの位置

追尾式測距儀から見てRCボートが橋脚の向こう側を航行するときは、RCボートの航行位置を測定することはできない。また、ノンプリズム式の追尾式測距儀ではRCボートを遮断する橋脚が比較的近いと、橋脚の位置をRCボートと誤認して距離を測定することがある。この場合、次の条件を満たしている時には測定後に補間処理を行ってRCボートの位置を推定して良い。

① 影の部分でRCボートが「ほぼ直線かつ等速度」の航行をしている場合

② 影であった時間が「数秒間以内」である場合

このような状況で測定を行う場合には橋脚の反対側に誘導員を配置してRCボートの位置と船首の向きを常に監視する必要がある。

#### 5) 位置データと水深データの同時性確保

追尾式測距儀がRCボートの位置を決定した時刻と音響測深機が水深を測定した時刻はできるだけ近づけなければならない。通常、水深測定は5回/1秒間程度、RCボートの位置測定は2回/1秒間程度である。水深データはテレメータによって電送されるが、2.3(3)7)④のようにある程度のノイズの混入は避けられない。可能な限り欠測を避けるため、短時間に多くのデータを転送する方式が望ましい。

位置データと水深データの同時性を確保するため、保存する水深データは追尾式測距儀でRCボートの位置を決定した直後、あるいは直前のものを使用することとする。ただし、ノイズ等により水深データに欠測が発生した場合にはその前後の水深値を使用しても良いが、データの内容を吟味する必要がある。

#### 6) 音響測深機の音速補正

水中を伝播する超音波の速度は水温と塩分濃度に影響を受ける。本手法を塩分濃度の低い河川（上・中流域）で行う場合には予め下記の方法により音速を求め、音響測深機に「音速補正機能」が付属されている場合には水深値に対し補正を行うこととする。機能のない音響測深機を使用する場合はデータの収録後処理の段階で補正すると良い。以下に超音波速度の補正量算出方法を示す。

##### ① バーチェックを行って補正量を求める方法

##### ② 塩分濃度と水温を測定して補正量を求める方法

音速(C:m/s)と水温(T:度)および塩分濃度(S:%)の間には下記の関係があるため、TとSを測定して音速補正量を求めて良い。

$$C = 1,449.2 + 4,623 \times T - 0.0546 \times T^2 + 1.391 \times (S-35)$$

#### 7) データの欠落

追尾式測距儀を使用してRCボートを追跡する場合、下記の理由によりデータの欠落が発生することがあるため、適切な方法により修復を行って良い。

##### ① RCボートが橋脚の影に隠れた場合

追尾式測距儀とRCボートの距離が近く、ノンプリズム式の測距儀を使用した場合には、RCボート→橋脚→RCボートの順で位置を測定する。この場合、水深データは保存されていることが多いため修復できる場合がある。2.3(3)4)の条件を満たしているときに限り、測定後に補間処理を行って測定不能であったRCボートの位置を推定しても良い。

##### ② RCボートの動揺

一般の船舶航行や流水によって川面に高い波がたつと、RCボートが激しく動揺するため、追尾式測距儀ではRCボートのターゲットを追従することができない。RCボートの位置とともに水深のデータが保存されないデータ収録システムではデータの修復は不可能である。

##### ③ ターゲットの大きさが小さい場合

追尾式測距儀とRCボートの距離が離れると、見かけ上ターゲットの大きさが小さくなり追跡が困難になるので、ターゲットを大きくする必要がある。ただし、不必要に大きくするとターゲット上のどの位置でレーザー光が反射するかがわからないため位置精度は悪くなる。

##### ④ テレメータの電送エラー

テレメータを使用してデジタルデータを転送する過程において、次のような欠落が発生することがあるため、適切な方法により修復を行って良い。

- ・受信アンテナの高さが低いと転送時のエラー発生率が大きくなることが確認されている。したがって、データ欠落を避けるためにテレメータの受信アンテナを少なくとも地上高 3 m以上の高さに設置することが望ましい。
- ・パソコンの拡張ユニットの電源に発動発電機を使用した場合、データエラーが極めて多く発生することが確認されている。したがって、データ欠落を避けるため、バッテリーを使用することが望ましい。

## 2. 4 データ編集方法

RCポートの位置データと水深データに対し、下記の編集処理を施さなければならない。

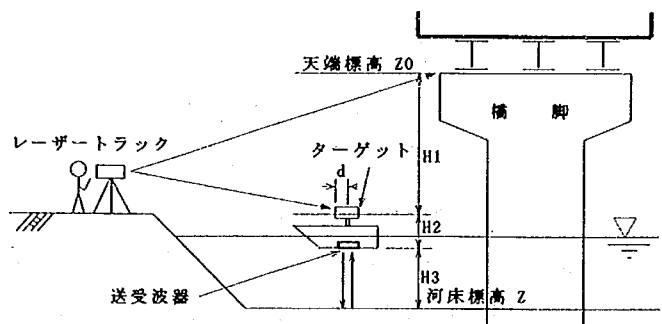
- (1) RCポート位置データが角座標系で保存されている場合には、直交座標系に変換する。
- (2) 欠落データや変形データに対しては、可能な限り修復を行い、不可能な場合は削除する。
- (3) 複数作成されるデータファイルは、編集段階で1つにまとめる。

### 【解説】

- (1) RCポートの位置データが角座標系のままであると図化する時不便であるため、測定が終了した後、直交座標系に変換する。

追尾式測距儀を使用してRCポートのターゲットの高さ（比高）を直接測定する方式では図-2.5のように「ターゲット～送受波器」間の距離が固定されているため、水面の高低変化が河床標高の測定に影響を与えないという特徴がある。

追尾式測距儀のレーザー光を反射する部分はターゲットの中心ではなく半径(d)を持つ表面の部分である。したがって、RCポートまでの距離を半径(d)だけ短く測定しているため、角座標系から直交座標系に変換するときには必ずこの半径分を補正する。なお、追尾式測距儀から見たターゲットの鉛直角が小さい場合には測定した直線距離に半径(d)を加える略式でも良い。



$$Z = Z_0 - (H_1 + H_2 + H_3)$$

ただし、Z : 河床標高 (m)、Z<sub>0</sub> : 橋脚天端標高 (m) (または任意点の標高)

H<sub>1</sub> : 橋脚天端とターゲットの距離 (m)

H<sub>2</sub> : ターゲットと送受波器の距離 (m)

H<sub>3</sub> : 水深 (m)

図-2.5 河床標高の計算方法とターゲット半径



- (2) 測定したRCポートの位置データやテレメータを経由して送られてきた水深データには、ノイズその他の理由により不良データが混在している。その場合のデータの削除や修復は2.3の(3), 4), 7)を参照されたい。
- (3) 広範囲な区域を測定する場合は測量箇所を分割して計測を行わなければならない。その場合、データファイルが複数作成されるので、1つに結合する必要がある。また、調査範囲の多くが長方形をしていることが多いため、表示装置の長軸と調査範囲の長軸とを一致させた方が表示効率が良くなる。適宜座標軸を回転させると良い。

## 2.5 データ処理方法

データ編集が終了したデータに対し下記に示す処理を行わなければならない。

- (1) メッシュ化処理
- (2) 疑似橋脚の作成
- (3) 橋脚座標の作成

### 【解説】

#### (1) メッシュ化処理

データ処理が終了した段階での水深（河床標高）データはいわばランダム点でのデータである。このランダムデータに対して2次元スプライン関数を利用したメッシュ化処理を行って正規化したメッシュデータを作成する。

なお、等高線（コンター）を描く際に滑らかさを出す目的でメッシュを細分割化してより細かいメッシュを作成しても良い。

#### (2) 疑似橋脚の作成

橋脚と洗掘箇所の位置関係を明らかにするために、河床の3次元等高線図（鳥瞰図）に橋脚を重ね書きすることが有効である。橋脚位置のメッシュデータの河床の標高値を橋脚の天端の標高に修正することによって橋脚を擬似的に描くことができる。ただし、この方法は簡易的な方法であるため、その限界には十分注意する必要がある。

#### (3) 橋脚座標の作成

橋脚と洗掘箇所の位置関係を明らかにするために、河床の2次元等高線図に橋脚を重ね書きすることが有効である。このため、橋脚の座標を予め読み取り、作図の際入力すると良い。

## 2. 6 データ図化方法

メッシュ化処理が終了したデータに対して以下の図化処理を行うものとする。

- (1) 2次元等高線図（コンター図）
- (2) 3次元等高線図（鳥瞰図）
- (3) 任意の河床断面図

### 【解説】

#### (1) 2次元等高線図（図－1.4を参照）

- 1) コンター図はカラーが好ましく、さらに測定点を重ね描きできることが望ましい。
- 2) 図化出力はハードコピーの他に、X-Yプロッターを使用できることが望ましい。

#### (2) 3次元等高線図（図－1.5を参照）

- 1) コンター図はカラーが望ましい。
- 2) 視点の位置は水平角度0度～360度の間で任意に設定できることが望ましい。
- 3) 視点の鉛直角度は0度～90度の間で任意に設定できることが望ましい。
- 4) 鳥瞰コンター図は陰線処理を行って作図することが望ましい。
- 5) 図化出力はハードコピーのみでよい。

#### (3) 任意の河床断面図（図－1.6を参照）

- 1) 任意方向の河床断面図が作図可能であることが望ましい。
- 2) 図化出力はハードコピーの他に、X-Yプロッターを使用できることが望ましい。

### 3. 橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法

#### 3. 1 調査手順

橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法の調査手順は一般に図-3.1の手順にしたがうものとする。

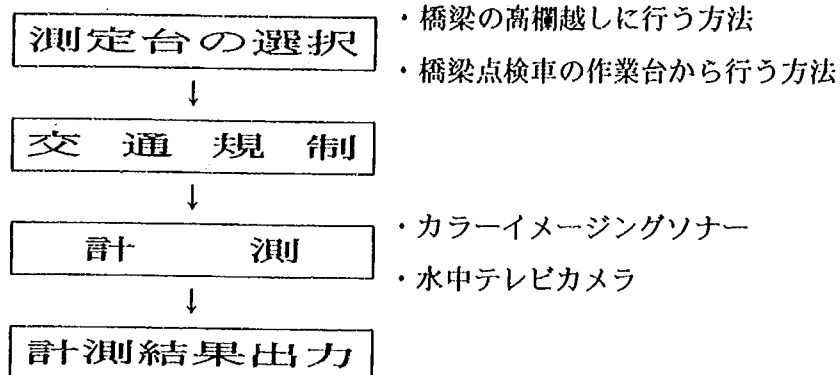


図-3.1 調査手順

#### 【解説】

図-3.1の調査手順は橋上から測定機器を使用する洗掘調査の標準的な進め方を示している。

#### 3. 2 測定台

橋上から測定する場合、使用する測定台によって以下の2種類の方法がある。

- (1) 橋梁の高欄越しに行う方法
- (2) 橋梁点検車の作業台から行う方法

#### 【解説】

測定台とは測定足場のことであり、ここでは橋梁の歩道・車道または、橋梁点検車に搭載された作業台のことを言う。

##### (1) 橋梁の高欄越しに行う方法 (図-1.8 (A) 参照)

一般に歩道の高欄を使用する方法は橋梁点検車を使用する方法に比べ、測定台から測定機器までの距離が離れているためロッドが不安定になる場合がある。しかし、必ずしも交通規制を必要としないため簡単に計測を行うことができる方法である。

##### 1) 交通規制

計測装置を歩道、車道に設置して計測を行うため歩行者および車両と接触する危険がある。作業範囲には区画帯を設置し安全対策を施さなければならない。特に車道での作業の場合は誘導員を配備する必要がある。

ある。また、交通規制の実施に当たっては道路管理者との協議の上、警察の許可を得なければならない。

## 2) 事前測量

本調査の準備として以下の事前測量を行う。

- ① 調査対象とする橋脚の中心位置を割り出しマーキングするとともに、計測地点を決める。計測を1箇所だけで行うと、橋脚の影となり計測されない箇所が生じるので、測線は橋脚1基につき右岸側、左岸側2カ所を原則とする。図-3.2に計測地点位置を示す。
- ② 水準測量により、橋脚中心直上の高欄部などの標高基準点を求める。この標高は測定機器の設置標高を求めるときに使用する。図-3.3に測定機器の標高算出方法を示す。

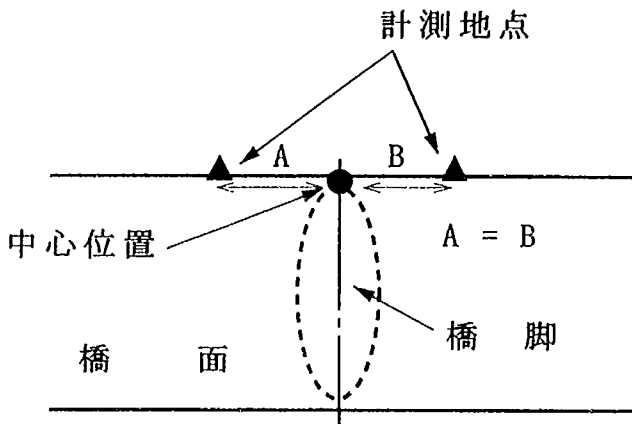


図-3.2 計測地点位置

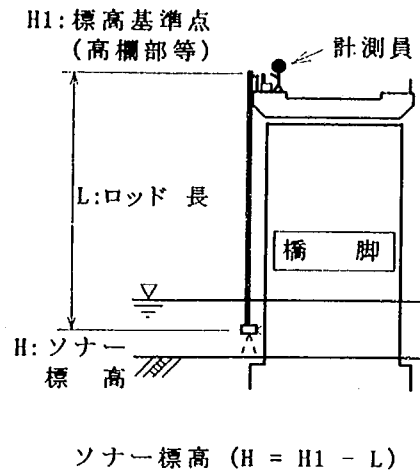


図-3.3 測定機器の標高算出方法

## 3) 測定準備

台車等に計測装置および付属機器を搭載し、橋梁の歩道上に配置する。また、橋梁の高欄にロッドを固定するための治具を設置する。図-3.4にロッドの固定治具の例を示す。

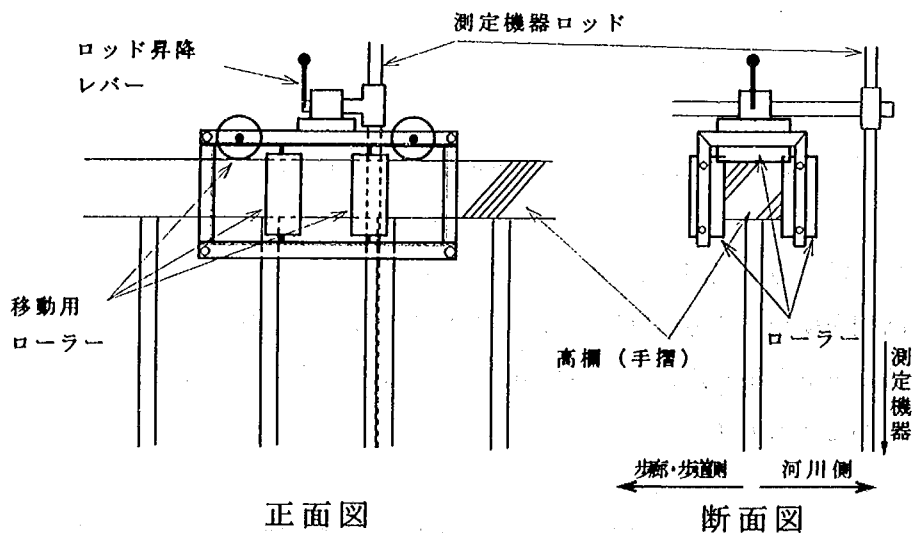


図-3.4 ロッド固定治具の例

## (2) 橋梁点検車の作業台から行う方法 (図-1.8 (B) 参照)

橋梁点検車を使用する方法は橋脚・水面に接近できるため調査を行いやすいが、橋梁点検車を橋上に停車させるので交通規制を行う必要がある。以下に留意点を示す。

### 1) 交通規制

測定作業に先だって、調査対象区間の交通規制を行う必要がある。交通規制の実施に当たっては道路管理者と協議の上、警察の許可を得なければならない。

橋梁点検車の停車位置は一般車道上に止めることになるため、交通規制には細心の注意を払う必要がある。作業範囲には区画帯を設置し、その前後には誘導員を配置し、安全対策を施さなければならない。

### 2) 事前測量

本調査の準備として以下の事前測量を行う。

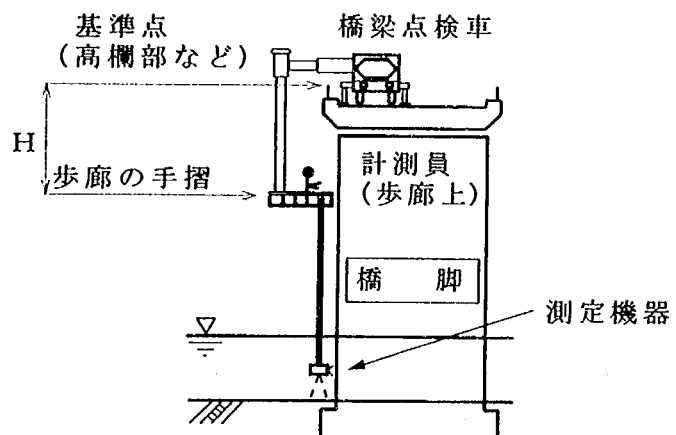
① 調査対象とする橋脚の中心位置を割り出しマーキングするとともに、橋梁点検車の停止位置を決める。計測地点は目的とする橋脚1基につき右岸側、左岸側2カ所を原則とする。図-3.2に計測地点位置を示す。

② 水準測量により、橋脚中心直上の高欄部などに標高基準点を求める。この標高は測定機器の設置標高を求めるときに使用する。

### 3) 橋梁点検車のセットアップ

橋梁点検車を事前測量で決めた停止位置に停車させ、アウトリガーで車体を固定し、作業歩廊に測定機材、計測者を乗せ可能な限り水面近くまで降下する。橋梁点検車の歩廊を固定した時点で事前測量で求めた標高基準点を基に水準測量にて歩廊の手摺の設置標高を求める。

図-3.5に橋梁点検車のセットアップ状況図を示す。



H: 簡易水準測量にて求めた距離

図-3.5 橋梁点検車のセットアップ状況図

## 3.3 計測

### 3.3.1 カラーイメージングソナー

カラーイメージングソナーによる計測は以下の事項に十分注意して行うものとする。

- (1) ソナーヘッドの投入
- (2) 測定方向の保持
- (3) 計測レンジの設定

(4) 測定方向の変更

(5) 計測結果出力

【解説】

図-3.6にカラーイメージングソナーのシステム概要を示す。以下に計測、計測結果出力を行うときの注意事項を示す。

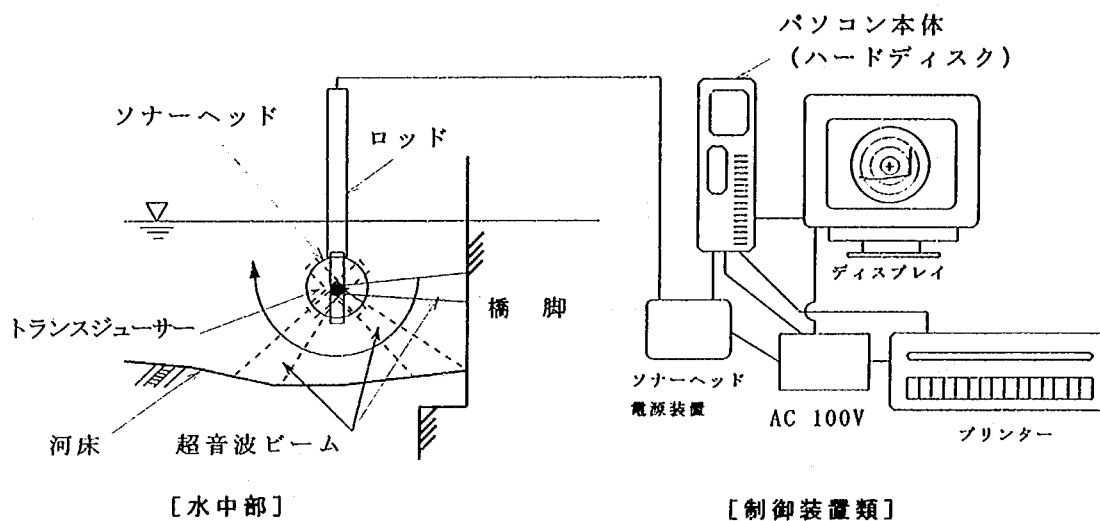


図-3.6 カラーイメージングソナーのシステム概要

(1) ソナーヘッドの投入

ロッドの先端にソナーヘッドを固定し、ソナーヘッドが水面下1m程度以上の深さとなるようロッドを継ぎ足して治具に固定する。ロッドが傾くと位置誤差の原因となるので、鉛直性を保持する必要がある。

(2) 測定方向の保持

測定方向を明確にするため、計測員が橋上からロッドを継ぎ足す時にトランスジューサーの回転方向をマーキングしておく。

(3) 計測レンジの設定

測定レンジ（測定距離）は橋脚周辺の洗掘状況を的確に把握するため測定距離に適したレンジを選択する必要がある。橋脚の洗掘調査では一般的に5～50m、河川の横断・縦断方向の河床状況を調査するには50～100m程度を目安とする。

(4) 測定方向の変更 (計測中)

全体的な河床状況を把握するためにはソナーヘッドの向きを30度ずつ回転させ、計6方向の測定を行う。目的とする調査精度によって、回転角度を増減させ測線数を変更する必要がある。

図-3.7に測定方向の変更例を示す。  
計測中の注意事項を以下に示す。

① 流下物との接触

調査中はソナーヘッドを1m以上水中に沈めて設置していることから、川面、水中を流下してくる木くず等と接触する可能性があるので注意を要する。

② 航行船舶との接触

調査橋脚において一般船舶が航行する河川では船舶と調査用ロッドの衝突、航跡波の高波によりロッドの保持が困難となる可能性があるため、事前に安全対策を行う必要がある。

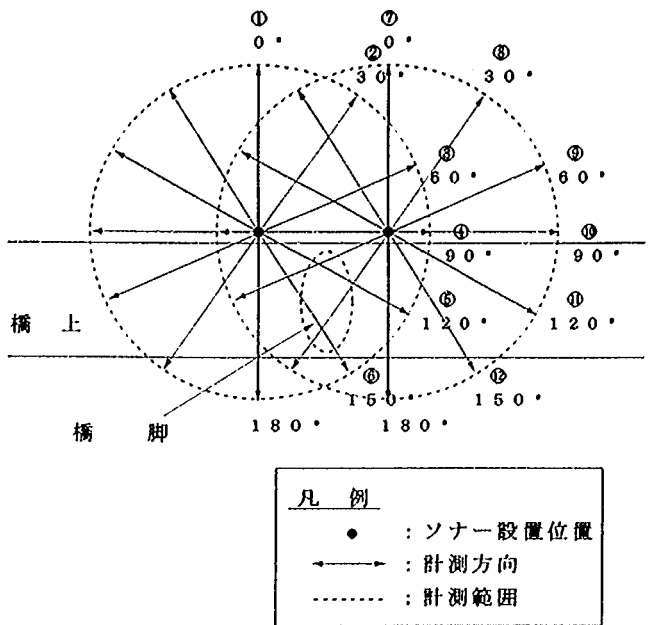


図-3.7 ソナーヘッドの向きの変更例  
(回転角度 30度の場合)

(5) 計測結果出力

計測箇所の断面、洗掘深さは1測線計測毎にディスプレイ画像に表示される(図-1.11参照)。詳細な計測結果(2次元・3次元等高線図、任意の河床断面図)は計測後、データ処理を行い作成する。

以下に等高線作成の注意事項を示す。

① 測線位置図

測定を橋脚のどの位置に対して行ったかを把握するため、橋梁、橋脚の位置並びに測線を入れた測線位置図を作成する。図-3.8に測線位置図を示す。

② 計測記録の読みとり

各測線の計測断面図から水面の位置、河床の位置を判定する。位置の判読は1~10m毎にソナーヘッドからの水平距離、水深、

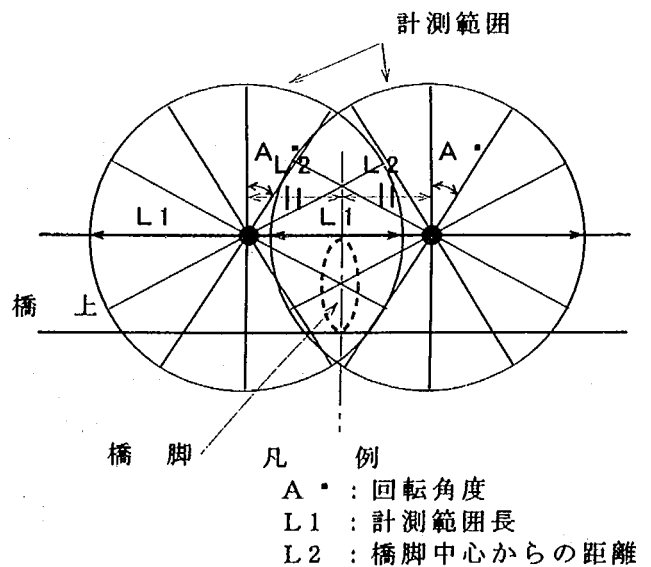


図-3.8 測線位置図

方向を読み取る。

### ③ 等高線の作成

ソナーヘッドの標高、測定方向、測定断面図からの読みとり値（水面～河床の深度）から、河床の等高線を描く。（手書きと専用ソフトを用いて行うことができる。）図-3.9に手書きの2次元等高線図を示す。

### ④ コンピュータプログラム

専用のプログラム（参考資料2の2.1 7), 8)を参照）を用いることによって、高品質の解析図を得ることができる。

### ⑤ 成果図

上記処理にて、手書きでは図-3.9に示す2次元等高線、専用プログラムを用いると図-3.10に示す3次元等高線図のほか、2次元等高線図、断面図が得られる。

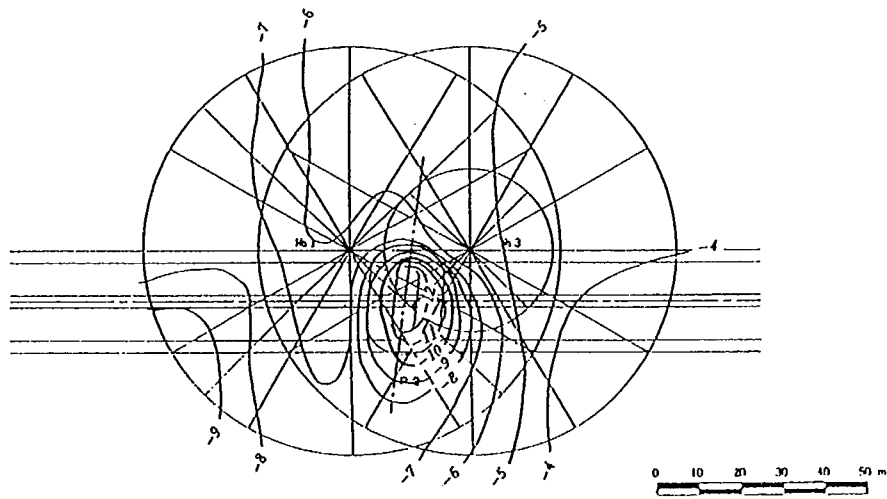


図-3.9 2次元等高線図例（手書き）

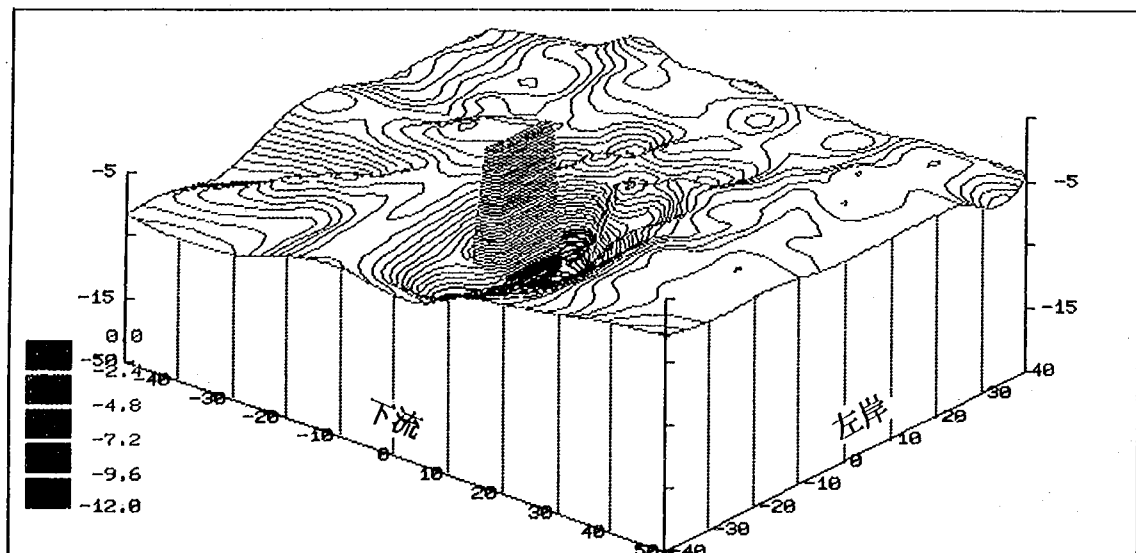


図-3.10 橋脚周辺河床3次元等高線図例



### 3. 3. 2 水中テレビカメラ

水中テレビカメラによる計測は以下の事項に十分注意して行うものとする。

- (1) 水中テレビカメラの投入
- (2) 調査対象物と水中テレビカメラの離隔距離
- (3) 撮影速度
- (4) 解析

#### 【解説】

以下に計測、計測結果出力を行うときの注意事項を示す。

#### (1) 水中テレビカメラの投入

ロッドの先端に水中テレビカメラを固定し、ロッドを継ぎ足しながら水中に投入する。ロッド固定の際、水中テレビカメラの標高を知るためロッドの長さを把握する必要がある。

#### (2) 調査対象物と水中テレビカメラの離隔距離

撮影画面を見ながら、橋脚と水中テレビカメラの位置を変え、適切な離隔距離を決定する。

洪水後の河川水の透明度が低い場合は適切な画像が得られないので、平常時に測定するのが良い。

#### (3) 撮影速度

水中テレビカメラの撮影速度（移動速度）はモニター画面で異常な箇所が確認できるゆっくりした速度（毎分2m程度）で移動する。撮影中の水中テレビカメラの標高を把握するため、標高1mごとに音声で記録する。他にカメラの旋回などの操作状況、モニター画像上の特長などについても記録を行う。

#### (4) 解析

解析は以下の事項に留意して行うものとする。

##### 1) ビデオテープの再生時

ビデオテープを再生し、橋脚付近の状況、壁面の異常の有無を調べる。何らかの異常が認められれば、スケッチに異常点の位置（標高と箇所）、寸法、状況を記入する。

##### 2) 異常箇所のハードコピー

何らかの異常が見つかった場合、ビデオプリンター等でプリント出力する。

##### 3) 成果物

###### ① ビデオテープ

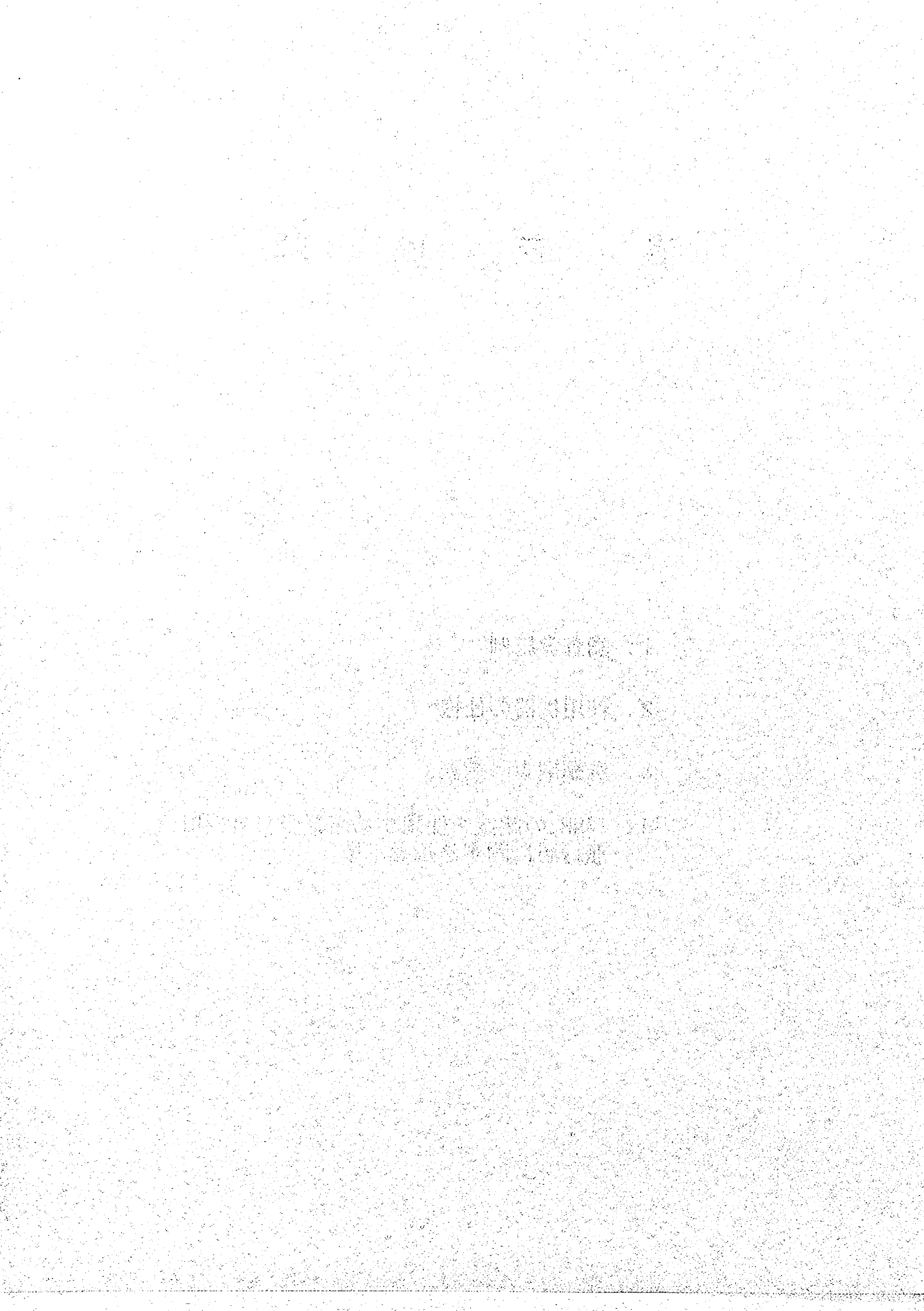
###### ② 主な画像のプリント出力

図-1.12に水中テレビカメラによる橋脚壁面の映像を示す。



# 参 考 資 料

1. 調査実施例
2. 使用機器の仕様
3. 洗掘調査一覧表
4. 73MHzの電波を使用する産業ラジコン用無線局に関する指導基準



## 1. 調査実施例

共同研究期間中に行った洗掘調査検証実験の実験過程の一例を以下に示す。

### 1. 1 ラジオコントロールボートを使用する洗掘調査例

- ・実施期間：平成7年8月
- ・調査範囲：338m（橋軸方向）×100m（流下方向）
- ・橋脚数：6基（P5～P10）
- ・調査内容：①RCボートの航行性能の確認  
②測深データ、測位データ欠落状況の把握  
③RCボートを用いた橋脚周辺の深浅測量

#### 1. 1. 1 調査橋梁の概要

検証実験を行った橋梁平面図を図-1.1に、橋梁一般図を図-1.2に示す。

本橋梁は、上り線、下り線に区分された平行橋で、川幅は約340mとなっている。当該河川は船舶が航行しP8とP9橋脚の間が航路となっている。

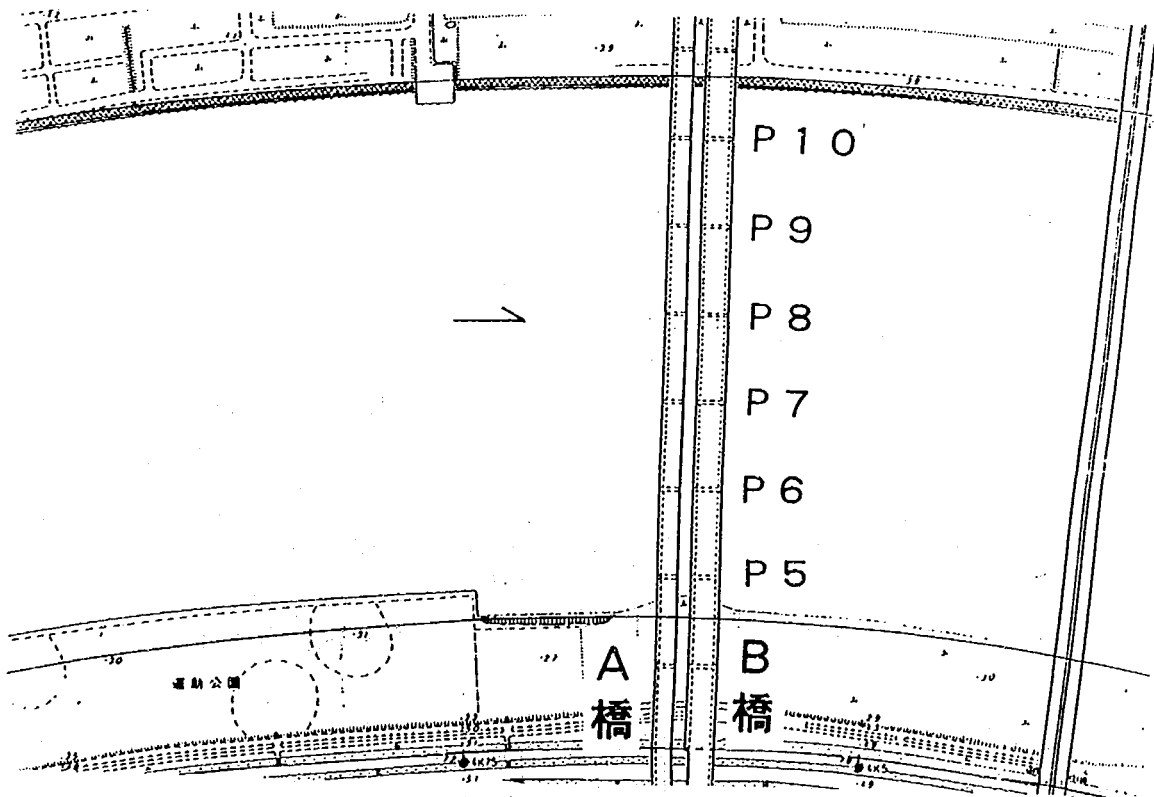


図-1.1 橋梁平面図

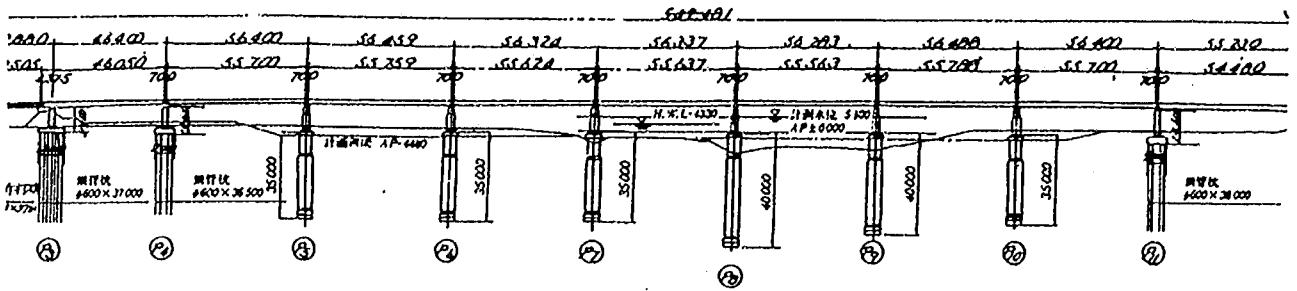


図-1.2 橋梁一般図

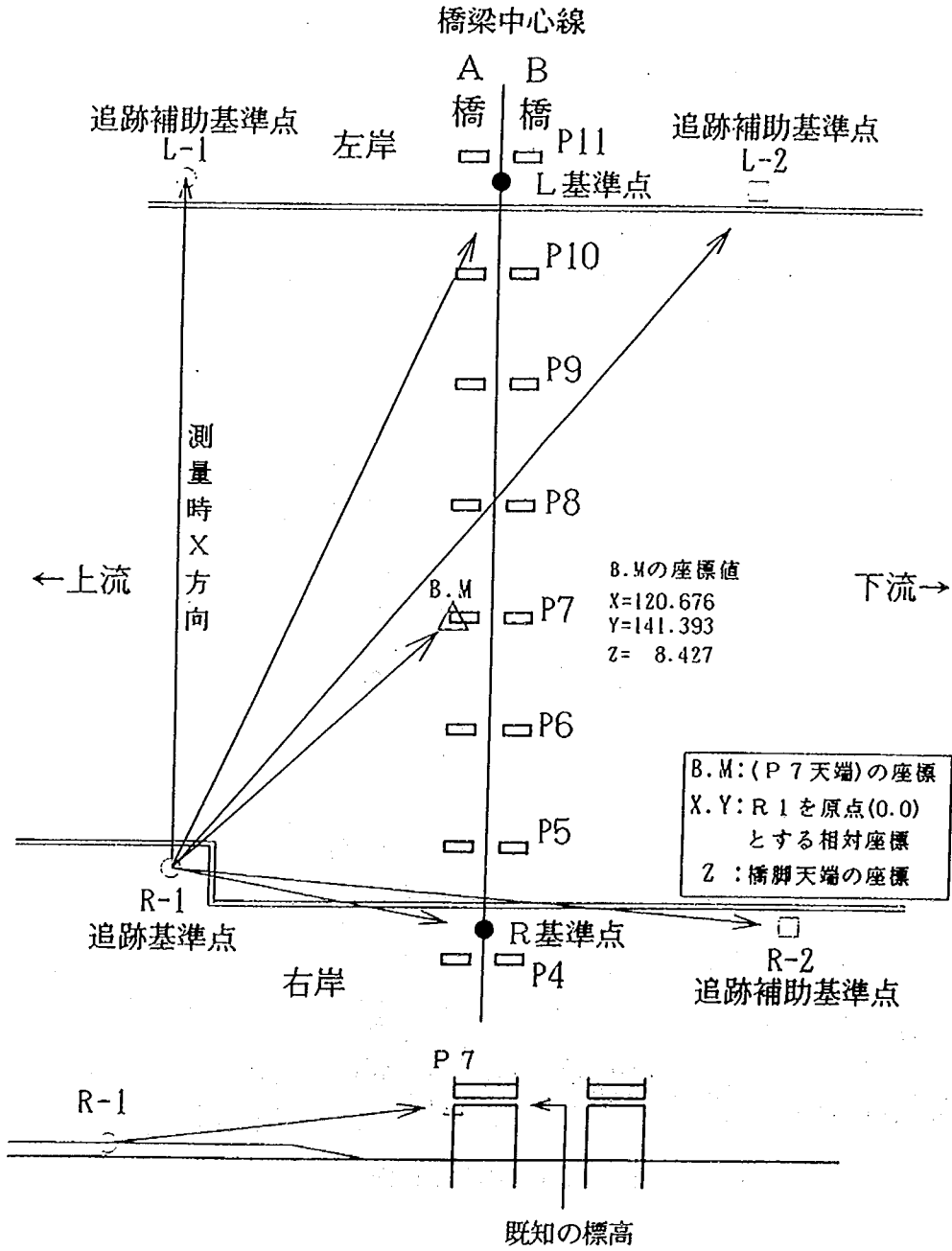


図-1.3 事前測量の概要

## 1. 1. 2 調査使用機器

調査に使用した調査機器は、本調査マニュアル(案)に記載されているものを使用した。

## 1. 1. 3 事前測量

洗掘調査に使用するための測量基準点(座標)は以下の2つより求めた。

- ・ RCボートの平面位置(計測した河床と橋脚の位置を合わせる時に必要)  
： 橋梁中心線に対する相対表示
- ・ RCボートの標高(洗掘深さと基礎の標高を合わせる時に必要)  
： A橋P7橋脚の天端を基準とする標高表示

このため、洗掘調査に使用する各種基準点は以下に示す事前測量によって求めた。図-1.3に事前測量の概要図を示す。

- ① A橋とB橋の中間位置に橋梁中心線を設け、右岸にR基準点、左岸にL基準点を設置した。
- ② R基準点の上流約150mの地点に追跡基準点(R1)を設置した。
- ③ 橋梁上流左岸側に、R1から見通せる位置に追跡補助基準点(L1)を設置する。なお洗掘調査を行う際、L1からもRCボートを追跡するので視野の広い場所に設置した。  
この追跡補助基準点は、計測を行う時のバック点としても使用した。
- ④ ③と同様に下流側の右岸側と左岸側にも追跡補助基準点R2とL2を設置した。
- ⑤ 追跡基準点(R1)に追尾式測距儀を設置し、バック点(L1)にミラーを置いて座標(X、Y、Z)を計測する。座標系はR1を原点(0,0)として組んだ。
- ⑥ ⑤と同様に基準点(R、L基準点)と追跡補助基準点(R2、L2)にミラーを置いて、それぞれの座標を計測した。
- ⑦ A橋のP7橋脚天端にミラーを設置し標高を計測した。橋梁一般図からP7橋脚天端の標高を求め、R1の標高を求めた。  
この結果と⑤⑥の結果から各基準点の地盤高さを計算によって求めた。
- ⑧ 各基準点の使用は、RCボートの航行位置に合わせ、追尾式測距儀からの視準が最適となる場所を選定した(図-1.4)。

基本的には、以下に示す組み合わせで洗掘調査を行った。

- ・ 橋梁上流側で右岸側の計測時(図中A)：R1追跡基準点
- ・ 橋梁下流側で右岸側の計測時(図中B)：R2追跡補助基準点
- ・ 橋梁上流側で左岸側の計測時(図中C)：L1追跡補助基準点
- ・ 橋梁下流側で左岸側の計測時(図中D)：L2追跡補助基準点

追尾式測距儀の位置を移動させた場合でも、R1追跡基準点の座標を(0,0)とし、かつ調査区域(航行区域)が第1象限になるようにすると、事後の処理と図化が容易になる。

追尾式測距儀を設置した位置から調査範囲内を見通したとき、橋脚の陰となる部分が少ないと判断される場合には、使用する追跡(補助)基準点を減らせる場合がある。

# 1. 1. 4 深浅測量

## (1) RCボートの航行方法

深浅測量では図-1.5に示す2種類の航行方法で計測を行った。

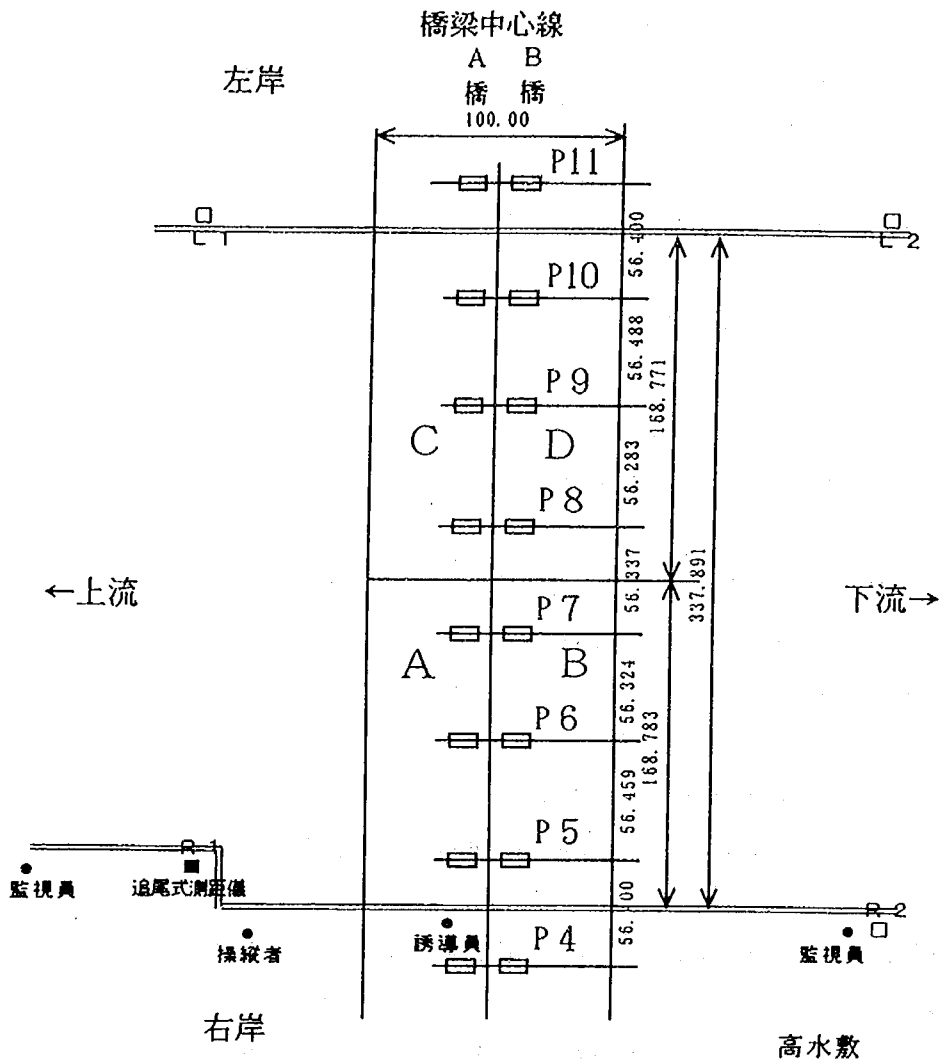


図-1.4 調査範囲

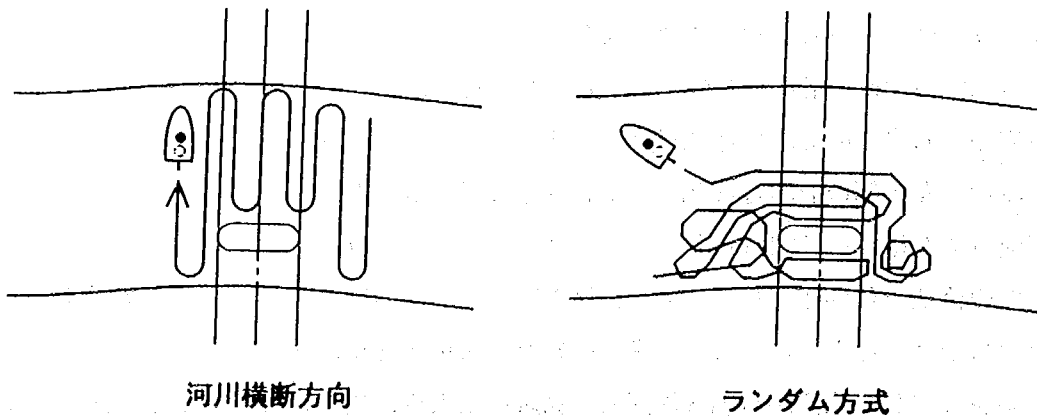


図-1.5 RCボートの航行方法



河川横断方式の計測は、5 m～10 m程度の間隔で平行に設定した。

ランダム方式は、橋脚の周囲を取り囲むように航行させるケースと、橋脚に向かって航行させるケースの2つの方法を使用した。

本橋梁では船舶が頻繁に航行しているため、しばしば実験の進行を中断させるを得なかった。このため、2種類の計測方式を各々に実施する時間的余裕がなかったため、進行状況を判断しながら適時計測方式を変更して行った。

今回使用したデータ収録ソフトウェアは、1秒間に5回の割合で転送されてくる水深データを、1秒間に2回の割合で検出・計算される位置データの測定時刻に最も近い水深データが自動的に選択され、記録・保存されるようになっている。

## (2) 計測方法

河川横断方式の計測について以下に示す。

- ① 上流右岸に設置したR 1に追尾式測距儀を据付けた。操縦者とボート誘導員を各1名、船舶の監視員(上下流各1名)を図-1.4に示す位置に配置した。
- ② まず、図-1.4 Aの範囲について最初に調査を行った。各員配置終了後、RCボートを河川横断方向に航行させた。順次計測を行い測線の終点を通過後徐々に回頭させて隣の測線に誘導し逆方向に航行させた。以後測線を変更しながら計測を行った。

今回使用したデータ収録ソフトウェアは、RCボートの航跡と水深がパソコン上に自動的に図示される。従って、計測員はこの航跡図を見ながら刻々と変化するRCボートの位置を操縦者に連絡し、予め設定した測線から外れないよう航行させた。
- ③ RCボートが橋脚の陰になり見通せない場合には、RCボートに搭載されているCCDカメラからの画像と誘導員、監視員の指示によりRCボートを航行させた。
- ④ 船舶が近づくなどRCボートが危険と判断した場合には、停止あるいは岸まで引返して待機し、危険が去った後で再び計測を続行した。
- ⑤ 追尾式測距儀からRCボートが見通せない場合でもそのまま計測を続行する。橋脚の位置がトータルステーションに近い場合は、RCボート→橋脚→RCボート順で位置を決定することがあり、この場合水深データは橋脚の位置データと共に保存されている。データ処理の際に橋脚の影にあたるRCボートの位置を、補間計算によって算出できる場合もある。
- ⑥ 河川横断方式の計測中でもランダム方式で橋脚の周辺を計測した方が良いと判断した場合には、適宜変更した。
- ⑦ 計測が終了したならば、計測データをファイルに保存する。この時、必要に応じてRCボートのバッテリーの交換を行った。
- ⑧ 図-1.4 Bの範囲を測定するために、追尾式測距儀をR 2に移動する。

追跡基準点のR 1にミラーを設置してバック点とし、座標系を確立する。この場合、座標系は最初に設置した追跡基準点(L 1)を(0, 0)とし、X軸とY軸の方向も同一とする。従って、全ての位置測定の

結果は同一座標となるため、データ処理の際便利である。今回使用したデータ収録ソフトウェアは「初期設定」としてこれらの項目の設定が可能となっている。

調査方法については①～⑥と同様に計測を行った。

⑨ C、Dの範囲とも⑦と同じである。

#### 1. 1. 5 データ処理

2次元メッシュデータを使用して以下の図を作成する。

- ・ 2次元等高線図
- ・ 3次元等高線図
- ・ 任意の河床断面図

その他処理

- ・ 橋梁データ作成：2次元等高線図を描くときに使用する。橋脚の平面座標を作成するための処理

#### 1. 1. 6 調査結果

##### (1) RCボートの航行性能の確認

RCボートの航行性能の確認を行うため、実験中に以下の項目について検証を行った。

表-1.1 検証項目の評価

項目	評価	備考
前進性	◎	問題なし
後進性	○	前進に比較し若干劣る
操縦性（機敏性）	◎	問題なし
最高速度	○	
最低速度	◎	問題なし
キャビテーションの発生	◎	発生なし

◎：最良 ○：良い

(2) 計測データの総合欠落状況。

表-1.2 各種データの欠落状況

項目	データ数 (点)	データエラー		備考
		欠落数(点)	欠落率(%)	
測位データ	2,428	1,448(b)	37.4%	測位データ収録欠落(b/a)
測深データ	3,821	55(c)	1.4%	測深データ収録欠落(c/a)
総合データ	2,398	1,478(d)	38.1%	何れか、同時の欠落(d/a)

※全計測データ数 3,876点(a) (64.6分間)

テレメータ受信機のアンテナ高さ：2.5m

1.1.7 RCポートを用いた橋脚周辺の深淺測量

計測結果について以下に示す。

RCポート・データ処理 <2D図化>

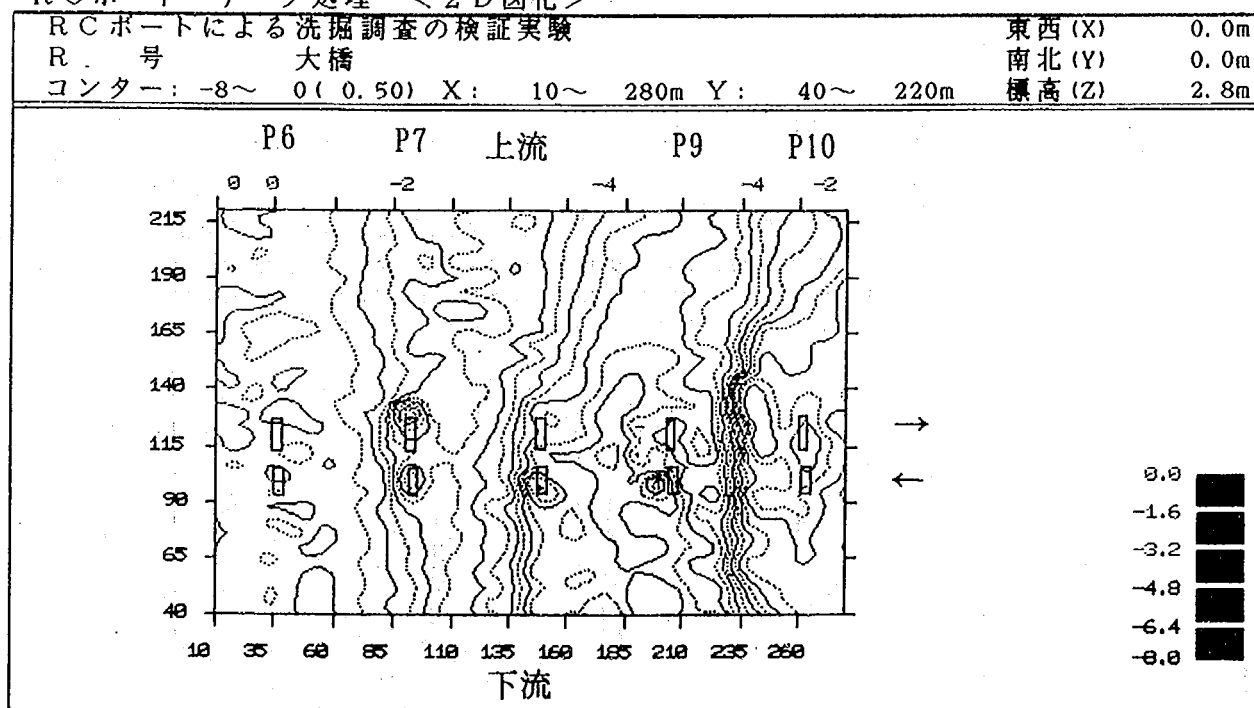


図-1.6 2次元等高線図

R C ボート・データ処理 <3D図化>

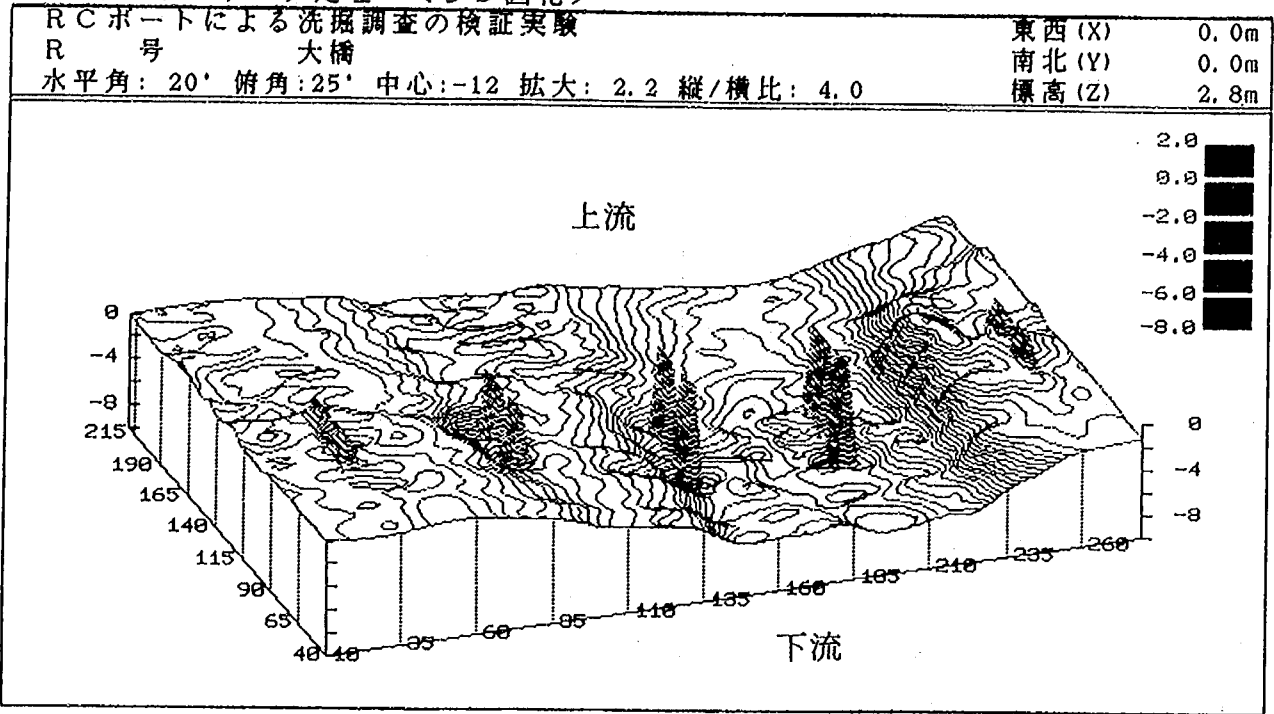


図-1.7 3次元等高線図

R C ボート・データ処理 <断面図化>

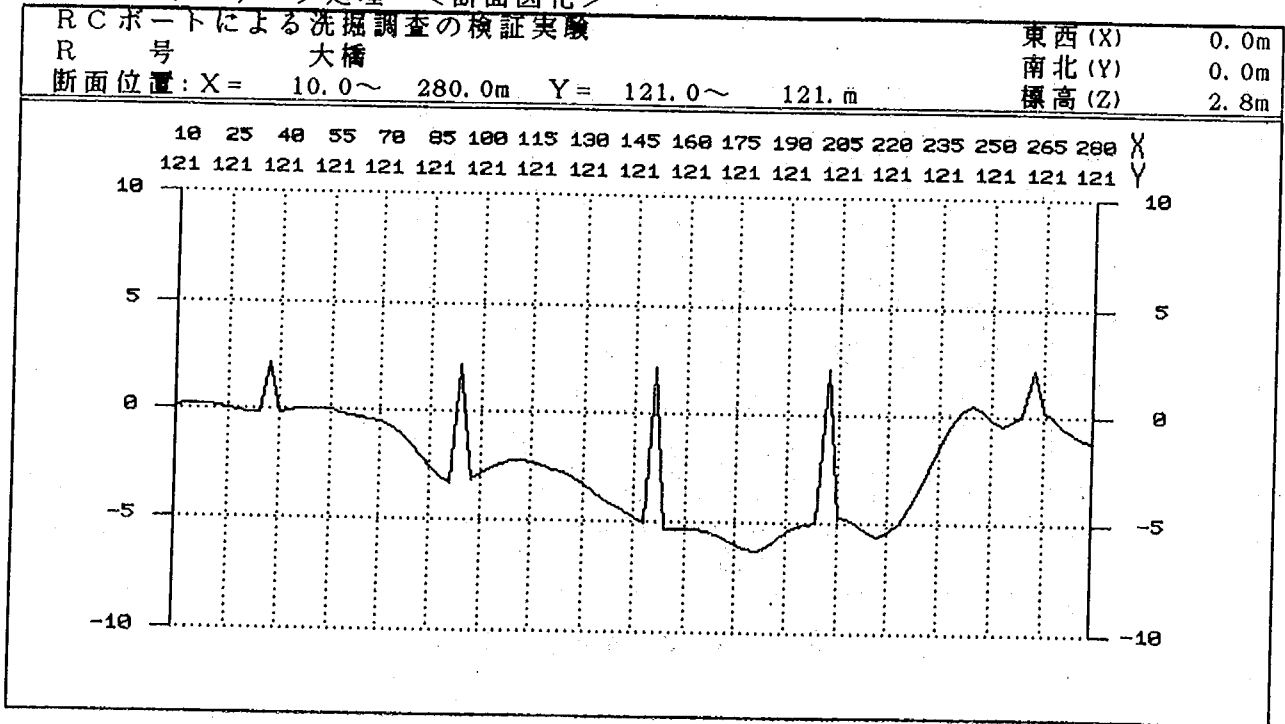


図-1.8 B橋河床断面図

1. 1. 8 調査状況の写真

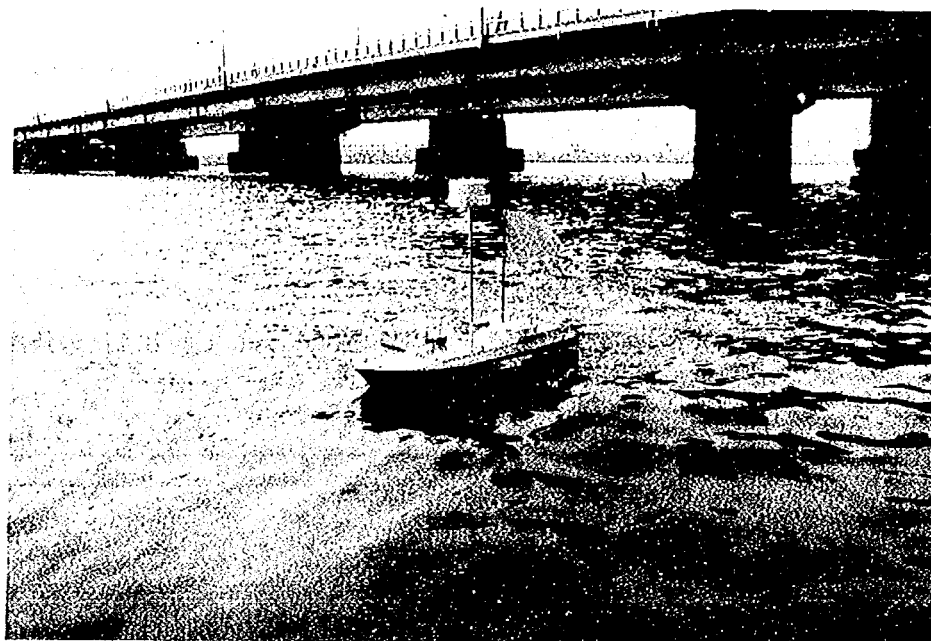


写真-1.1 計測時の状況



写真-1.2 追尾式測距儀

## 1. 2 橋上から測定機器を使用する洗掘調査例

- ・実施期間：平成7年2月
- ・調査範囲：橋脚数1基（P2）
- ・調査内容：①カラーイメージングソナー、水中テレビカメラの橋梁点検車への適用性  
②両調査機器を使用した洗掘調査

### 1. 2. 1 調査橋梁の概要

検証実験を行った橋梁の一般図と平面図を図-1.9に示す。

本橋梁は、片側2車線の斜長橋となっており、橋軸線は河川流心に対して約84度の角度をなしている。

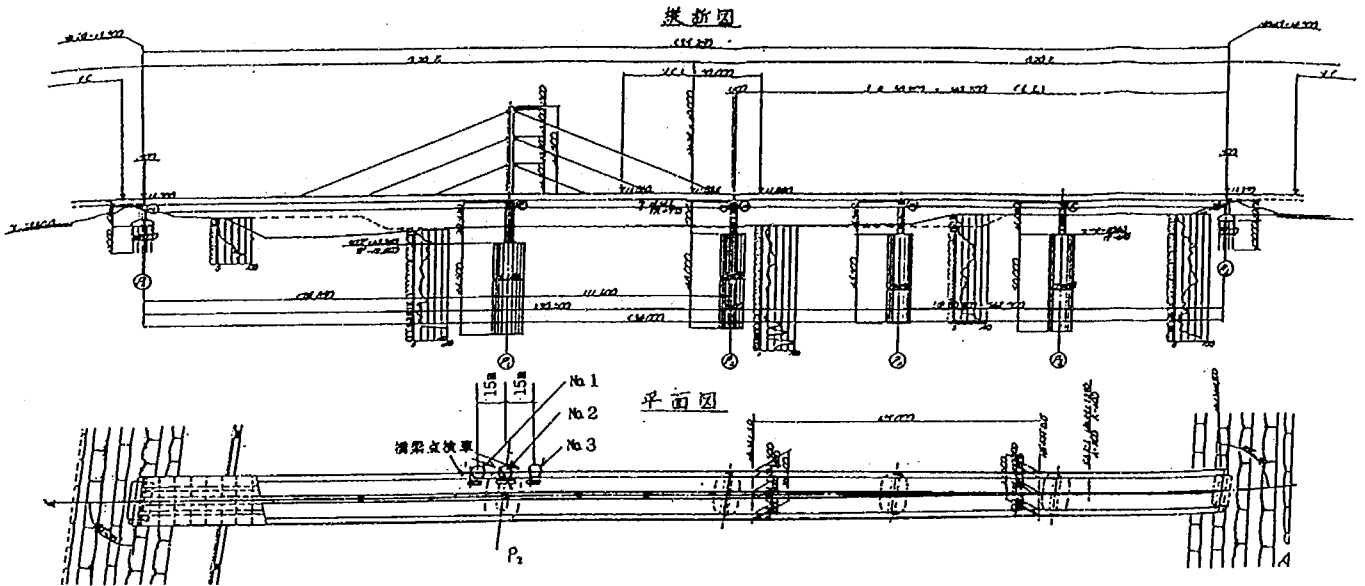


図-1.9 橋梁一般図、平面図

### 1. 2. 2 調査使用機器

調査に使用した調査機器は、本調査マニュアル(案)に記載されているカラーイメージングソナー、水中テレビカメラを使用した。

### 1. 2. 3 交通規制

当該橋梁では、橋梁点検車の作業台から調査を行うため、上流側の第1車線の交通規制を実施した。

交通規制に先だって関係部署と打合せを行い、図-1.10に示す方法で行った。

- ① 橋梁点検車の移動範囲で最も右側の地点（A点）を基準として、その手前50mに車線規制用の標識車を配置した。
- ② 標識車から橋梁点検車の移動範囲全てを囲むようにカラーコーンを配置しバリアーを構築した。特に標識車からバリアーの先端にかけてはカラーコーンをテーパー状に設置した。

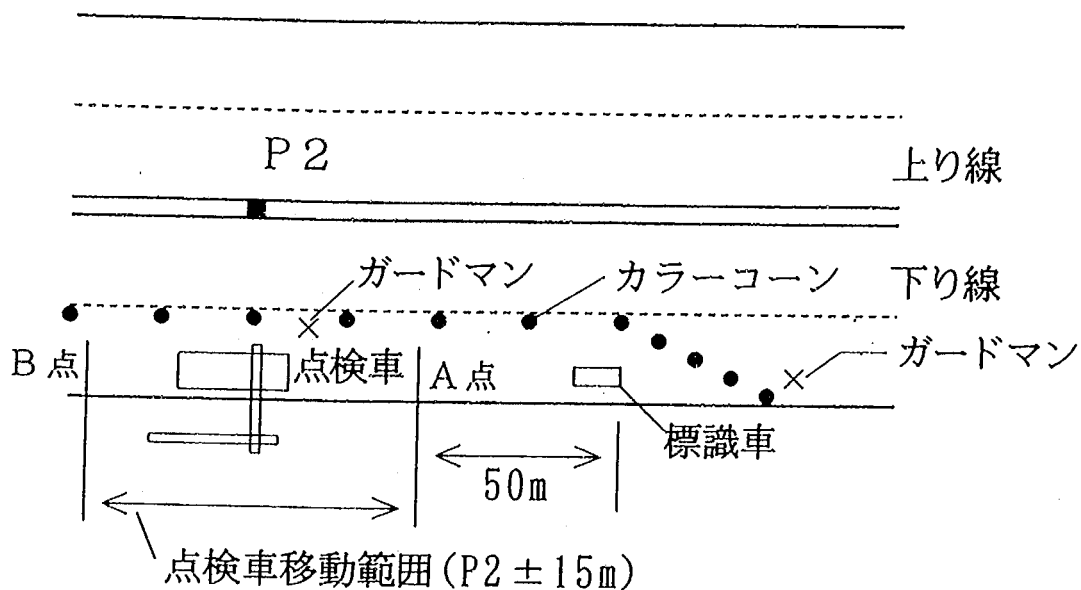


図-1.10 車線規制状況

- ③ テーパーの先端付近と橋梁点検車の脇には、各1名のガードマンを配置し、通行車輛や通行人の安全を確保した。

#### 1.2.4 橋梁点検車の展開、撤収

測定にあたっては図-1.9 橋梁一般図に示すように、P2 橋脚（主塔）地点をNO. 2の測定位置とし、これから右岸側に14.2m離れた点をNO. 1に、反対側に13.3m離れた地点をNO. 3とした。それぞれの測定位置に橋梁点検車を停車し、アウトリガーで車体を固定した上で作業台に測定機器類のセンサー部と測定者2名を乗せ展開した。測定装置本体はいずれも歩道上に配置した。

#### 1.2.5 洗掘調査

##### (1) カラーイメージングソナー

カラーイメージングソナーは、ビームの放射パターンを扇型方式と円錐型方式の2種類から調査目的に応じて選択できるようになっている。当該橋梁では超音波の発射ビーム幅が狭い円錐型方式を使用した。

以下に調査方法の手順を順を追って記述する。

- ① 測定位置は図-1.9に示すNO. 1およびNO. 3とした。
- ② 展開を終えた橋梁点検車の作業台上で、ロッドを順次継ぎ足し計測に必要な長さを確保した。継ぎ足す際、作業台の手摺に本編 図-3.4に示す治具を取り付け、既に降ろしたロッドを固定して計測装置の落下防止に努めた。
- ③ ソナーヘッドの水深は作業台の手摺の高さを基準高とし、この高さに対するロッドの長さを測定して求めた。手摺の高さは橋脚の天端からレベルを用いて測定した。
- ④ カラーイメージングソナーの計測測線は、図-1.11に示すように30度または45度として計測を行

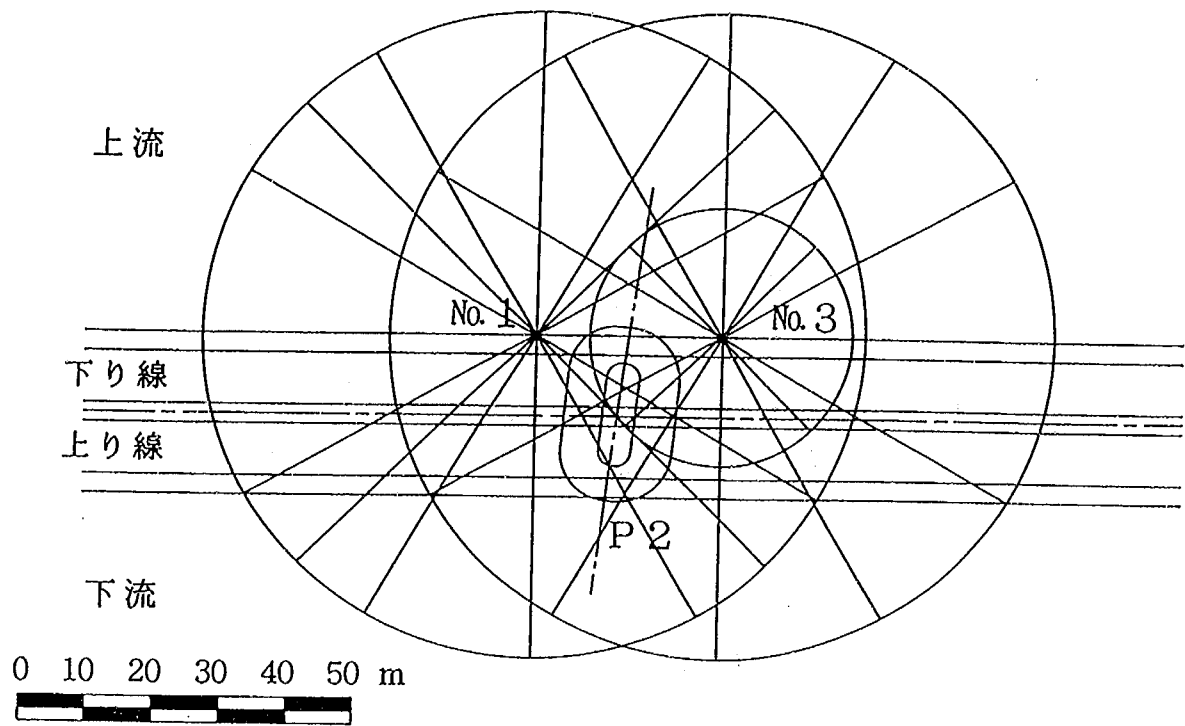


図-1.11 計測測線

った。

- ⑤ 計測地点を移動する際は②の逆の方法で撤収を行った。
- ⑥ 移動終了後は②～⑤と同様に計測を行った。

## (2) 水中テレビカメラ

- ① 水中テレビカメラを使用した計測では図-1.9に示すNO.2で行うこととした。
- ② 展開を終えた橋梁点検車の作業台上で、先端に水中テレビカメラを取付けたロッドを順次継ぎ足し計測に必要な長さを確保した。継ぎ足す際、作業台の手摺に本編 図-3.4に示す治具を取り付け、既に降ろしたロッドを固定して計測装置の落下防止に努めた。
- ③ 水中テレビカメラの水深を求めるため、作業台の手摺の高さを基準高とし、この高さに対するロッドの長さを測定した。手摺の高さは橋脚の天端からレベルを用いて測定した。
- ④ 河川水の濁度により橋脚と水中テレビカメラの距離は変化する。当該橋梁での調査は前日に降雨があったことからかなり濁っており、水中テレビカメラをべたづけした状態でも計測には困難を極めた。
- ⑤ 計測機器の撤収方法は②の逆の方法で行った。

## 1.2.6 データ解析

### (1) カラーイメージングソナー

カラーイメージングソナーの計測結果は、パソコンの画面に各々の計測断面として平面的に表示されるので、無加工でもかなりの情報を得ることができる。本橋梁の解析には「RCボートを使用する洗掘調査手法」で使用するデータ図化処理ソフトウェアを用いて3次元等高線図を描画した。



## (2) 水中テレビカメラ

水中テレビカメラの計測結果は、橋上に配置したモニター画面により確認した。

### 1. 2. 7 調査結果

①カラーイメージングソナー、水中テレビカメラの橋梁点検車への適用について

表-1.13 検証項目の評価

項目	カラーイメージングソナー	水中テレビカメラ	備考
機器本体の操作性	◎	◎	
制約荷重への対応	◎	◎	
作業台上の操作性	○	○	
調査性	◎	△	

◎：最良 ○：良い △：条件に制約あり

### ②洗掘調査

・カラーイメージングソナーの計測結果について以下に示す。

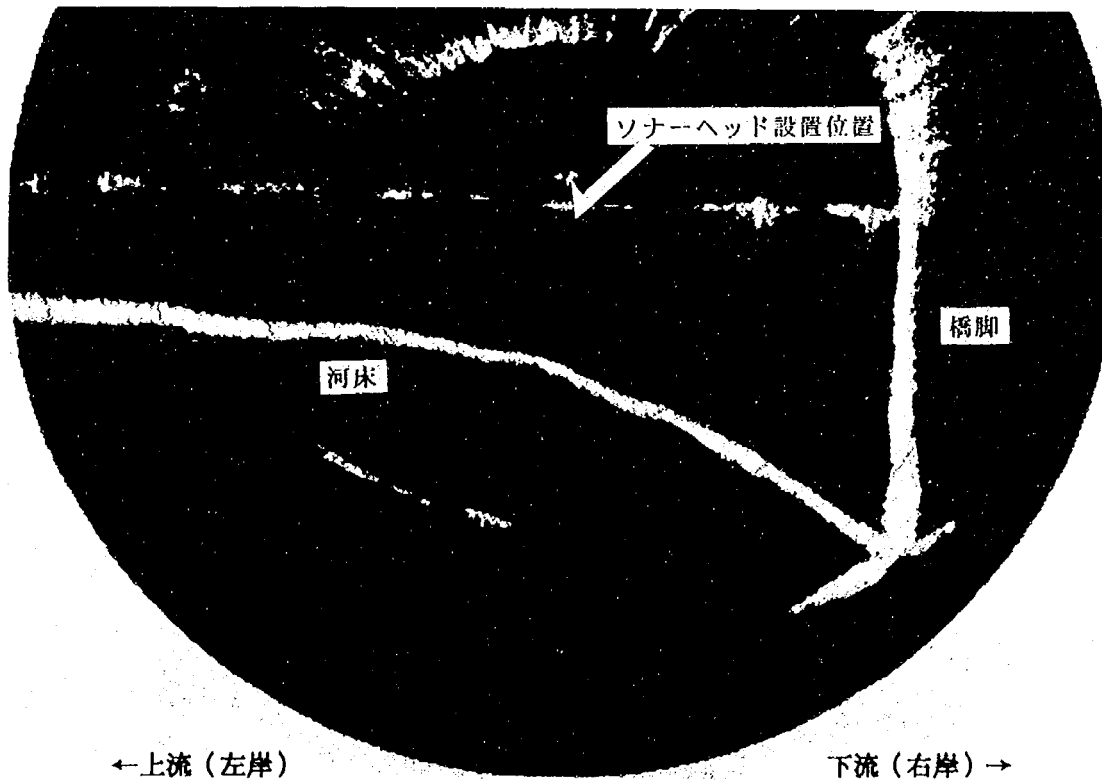


図-1.12 計測平面図

RCボート・データ処理 <3D図化>

橋梁点検車による洗掘調査手法の実証実験

R 号 大橋

水平角:320° 俯角:25° 中心:-22 拡大:2.0 縦/横比:2.0

東西(X) 0.0m

南北(Y) 0.0m

標高(Z) 0.0m

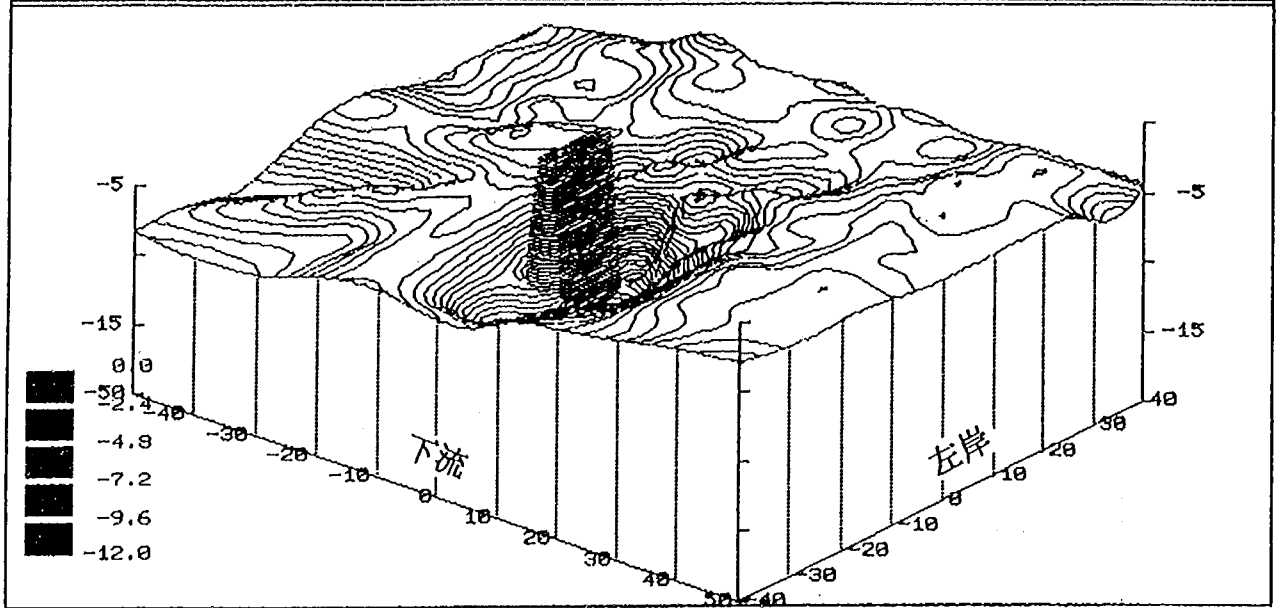


図-1.13 3次元等高線図

・水中テレビカメラの計測結果について以下に示す。

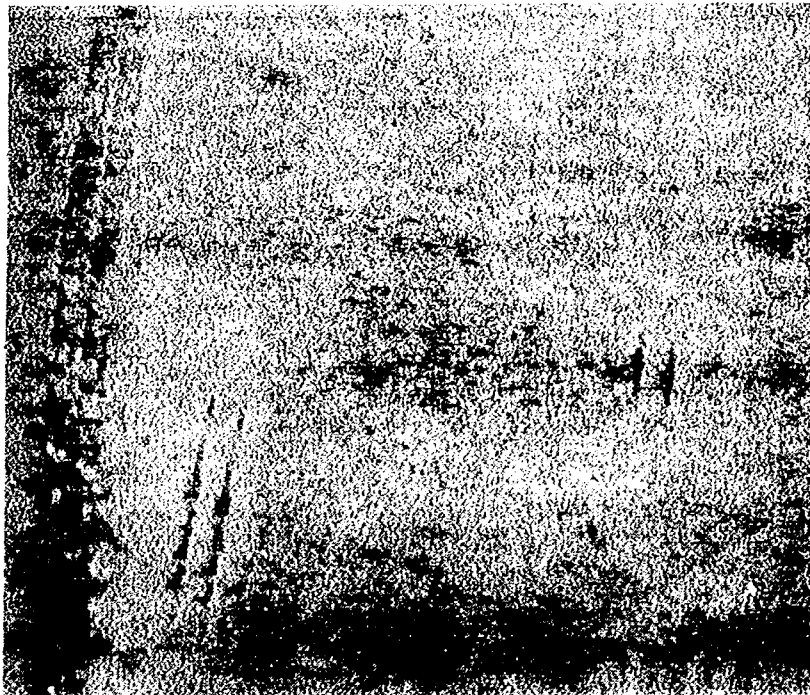


図-1.14 水中テレビカメラの画像

1. 2. 8 調査状況の写真

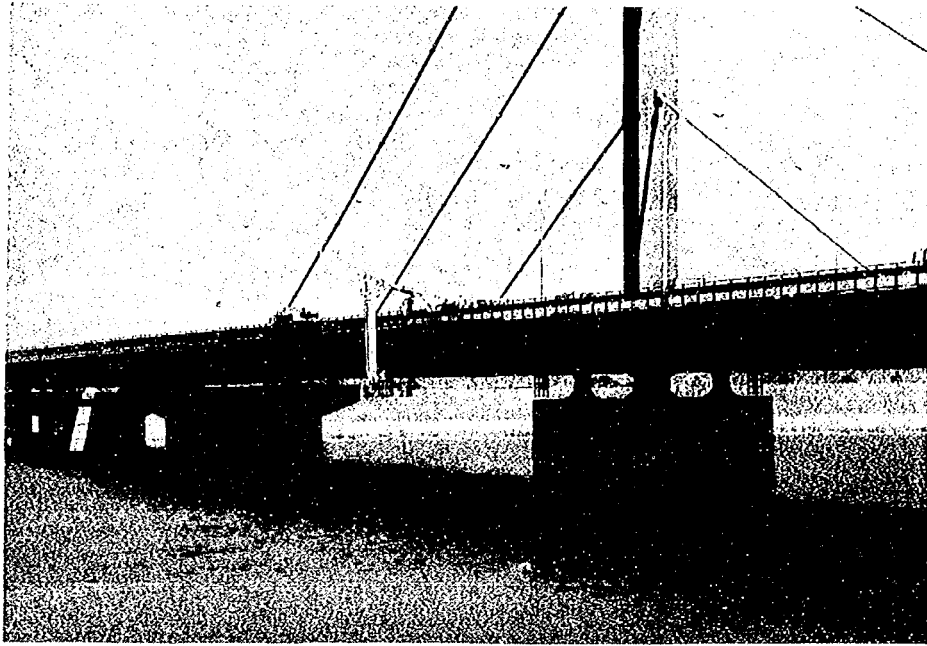


写真-1.3 橋梁点検車による計測状況

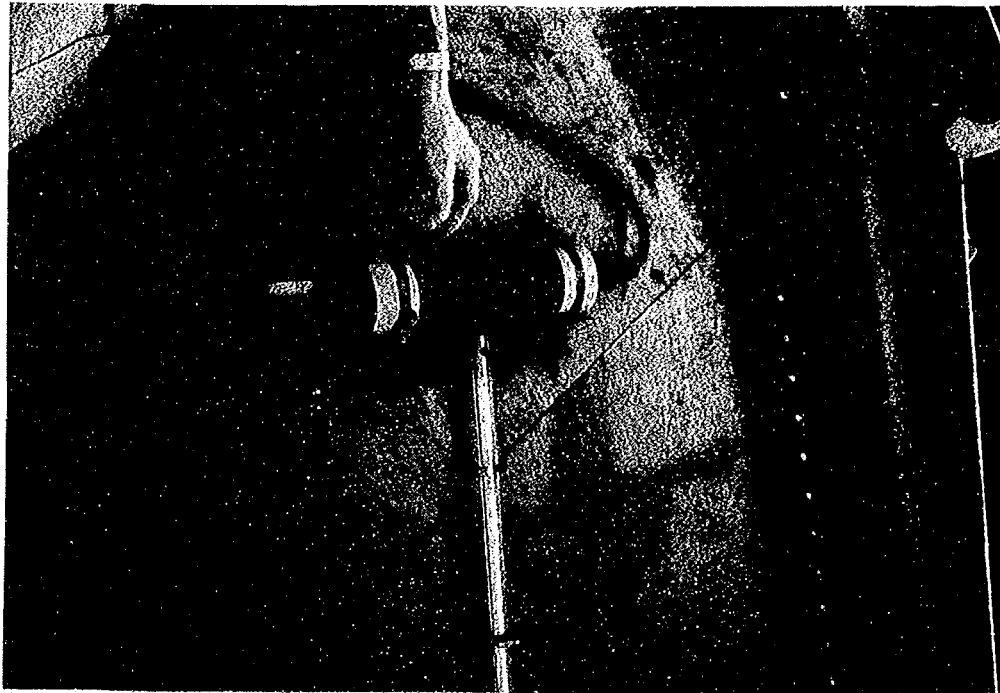


写真-1.4 カラーイメージングソナー ソナーヘッド部

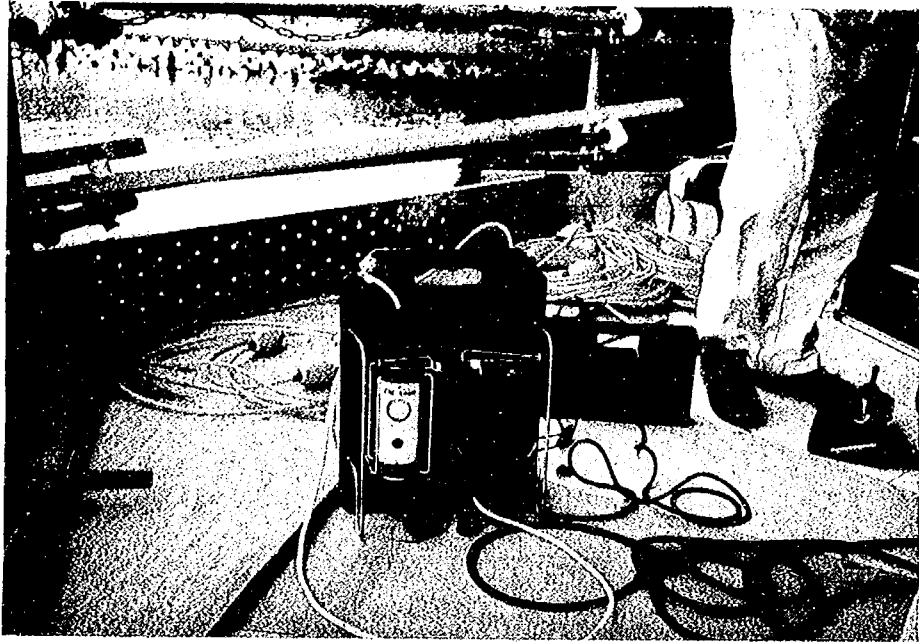


写真-1.5 水中テレビカメラ

## 2. 使用機器の仕様

### 2. 1 ラジオコントロールボート関連機器

#### 1) 音響測深機

本装置は超音波を発信し、河床から反射波を受信することによって水深を測定するものである。

表-2.1 音響測深機性能一覧表

項目	性能等
型名	TDM-9000DKN
機器構成	送受波機部, 制御部, アナログ記録部, デジタル信号部, ケーブル類
使用周波数	200kHz
測定水深	0.5m~100m(最浅値 送受波器下50cm前後)
測定間隔	0.5秒に1回以上
出力	デジタル, RS-232C 2,400bps
寸法及び重量	送受波器部           φ120mm,           1kgf以下 制御部+記録部       300×400×160mm   6kgf以下

\* S.W.L (近距離制限値) を"0" にして使用する場合、発信線含む50cm位迄は、デジタル化されない。従って50cm以深からしか測定できない。

#### 2) 特定小電力テレメータ

本装置は音響測深機から出力されるデジタル水深信号を無線信号に変換し、RCボートから川岸の受信機に電送するものである。RCボートに搭載される送信部と川岸の測定基地に設置される受信部から構成されている。

表-2.2 特定小電力テレメータ性能一覧表

項目	性能等
型名	SP-10
通信方式	デジタル連続通信方式
周波数帯	400MHz帯
空中線出力	10mW
通信速度	2,400bps
端末インタフェース	RS-232C
動作温度	-10度~+50度
電源	AC100VまたはDC12V

### 3) 電源部

本装置はRCボートに搭載されている音響測深機、テレメータ送信機部、およびこれらに付属する装置類に電源を供給するものである。RCボートの操縦制御信号によって電源の「ON/OFF」制御が可能になっており、充電器によって家庭用電源で再充電が可能となっている。

表-2.3 電源部性能一覧表

項目	性能等
電気容量	DC-12V, 7AH
連続使用時間	2時間以上
充電方法	家庭用AC-100V電源で8時間以内に完全充電状態

### 4) ラジオコントロールボート

本装置は上記の測定システムを搭載し、ラジオコントロールによって前進/後進、同航行速度変更、右旋回/左旋回が可能な、蓄電池を動力源とするモーター駆動のラジオコントロールボートである。

表-2.4 ラジオコントロールボート性能一覧表

項目	性能等
推進方式	ダクト式水中プロペラ(スクリュー)
全長	1,500mm×800mm×370mm(反射板含まず)
重量	艇体 約20kgf, 測定器 約10kgf, 合計 約30kgf
モーター	DC-12V 30A 1基
スクリュー	2葉
電源	DC-12V 40AH 鉛蓄電池

5) 追尾式測距儀 (レーザートラック)

本装置はRCボートの航行位置を測定するために使用されるレーザー光利用した測距装置である。光のエネルギーが高いため反射体 (ミラー) がなくてもある程度まで測定することができる。

表-2.5 レーザートラック性能一覧表

項目	性能等
型名	LT3-300
測距範囲	反射鏡なし 400m(対象物の表面色による) 反射鏡あり 8,000m~10,000m
計測時間	0.2秒
距離測定	分解能 2cm, 精度 ±4cm
鉛直角	精度 0.01度, 測定範囲 ±65度
水平角	精度 0.01度, 測定範囲 全方位
レーザータイプ	レーザー半導体, クラス1
視準と調整	微動サーボモーター・クラッチ, スピード調整付
作動温度範囲	-10度~+45度
消費電力	DC12V 1.2AH
寸法・重量	209(L)×243(W)×470(H), 9.0kgf
ディスプレイ	4段×20文字 防塵・防水タイプ
データ保存量	120Kbyte

6) パソコン

本装置は川岸に設置して、レーザートラックからの位置データとテレメータからの水深データを収録し保存するための装置である。

表-2.6 データ収録装置性能一覧表

装置区分	項目	性能等
データ収録用 パソコン	形式	PC-9801 Ne (外部拡張バスのある機種に限る)
	内蔵HDD	80MB以上
	一般性能	ノート形式, ノーマルモード
	O. S.	MS-DOS V3.3以上
外部拡張 ユニット	形名	EX98NT
	備考	2系統用のRS-232Cホストを挿入する
	電源	AC-100V, DC-12V (S/Nの関係で, DC-12Vを使用する)

7) データ収録ソフトウェア

位置データと水深データを整合、保持するソフトウェアである。

表-2.7 データ収録ソフトウェア性能一覧表

項 目	性 能 等
著 作 権 者	(社)全国地質調査業協会連合会
名 称	LASERTRAK データ収録システム
入 力	2系統のRS-232C入力に対応
デ ー タ 数	3,600個以上/1ファイル
作 図 機 能	航跡図+水深図の同時作図他

8) データ処理ソフトウェア

収録したデータの編集、処理、図化をおこなうためのソフトウェアである。

表-2.8 データ・図化・処理ソフトウェア性能一覧表

項 目	性 能 等
著 作 権 者	(社)全国地質調査業協会連合会
名 称	RCポート図化処理システム
対 象 デ ー タ	「LASERTRAK データ収録システム」保存データ
対 象 パ ソ コ ン	PC-9821シリーズ、MS-DOS 3.1以降
デ ー タ 数	最大7,200個/1ファイル
データ編集機能	座標軸回転機能：360度 メッシュ化機能：最大91×91データ
作 図 機 能	平面図：航跡図、2次元等高線図 鳥瞰図：3次元等高線図、3次元メッシュ図 断面図：任意断面図
出 力	XYプロッター、プリンター (ハードコピー)



## 2.2 カラーイメージングソナー関連機器

カラーイメージングソナーは超音波ビームを発信し、トランスジューサー（送受波器）を回転することによって河床の地形断面図を測定するものである。本装置はソナーヘッド、ソナープロセッサー、制御表示用コンピューター、電源部から構成されている。

表-2.9 カラーイメージングソナー性能一覧表

項目	性能等
型名	MS 940
器機構成	ソナーヘッド、ソナープロセッサー、電源部、制御表示用コンピューター
周波数	675kHz
測定レンジ	0.5~100 m
ビームパターン	1.7度
スキャン角度	360度(±180度)
耐圧水深	1000m
寸法及び重量	ソナーヘッド 長さ290mm、径89mm、空重3.6kgf(水中1.4kgf) 電源部 95×184×127mm、重1.27kgf
電源	100V、50VA(MAX)
組み込むパソコン 必要条件	DOS-V 4.01またはそれ以上 ウインドウ 3.1またはそれ以上 ハードディスク 10MB 最小 4MBメモリー マウス 640×480×256色、ディスプレイ・ドライバー フルサイズ ISAバス・スロット

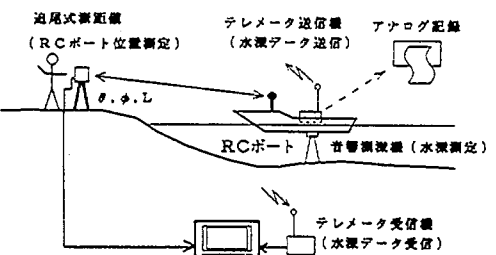
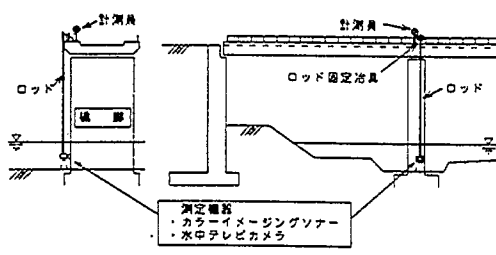
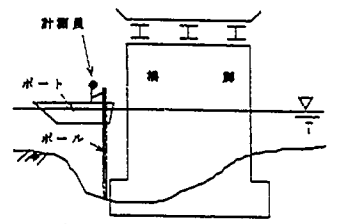
## 2.3 水中テレビカメラ関連機器

本装置は水中状況の可視記録を得るためのものである。

表-2.10 水中テレビカメラ性能一覧表

項 目	性 能 等
型 名	FM-2000
器 機 構 成	カメラヘッド、カメラコントローラー、ケーブル
映 像 素 子	1/3" CCDカラー固体映像素子
フ ォ ー カ ス	10cm~∞
投 光 部	ハロゲンランプ 12V 20W 1灯
回 転 部	回転角 約330度 (可視角360度以上)
電 源 電 圧	DC 12V ±10 %
重 量	カメラ (ケーブル付) 5.4kgf

洗掘調査一覧表

洗掘調査手法	調査概要	長所	短所	備考	
<p>ラジオコントロールボート を使用する洗掘調査</p>	 <p>遠隔操作のできるラジオコントロールボートを用いて、「水深測定」と「RCボート位置測定」を同時に行い、パソコンに取り込むことにより現場でリアルタイムに河床形状を確認できる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋梁基礎周辺の広範囲の河床形状を迅速に調査できる</li> <li>・大量の測定データを収録できる。</li> <li>・川岸からの操作のため安全に調査ができる。</li> <li>・現場でリアルタイムに河床形状が確認できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・システムの製作が必要。</li> <li>・流速に影響される</li> </ul>	<p>[測定結果] 河床断面図 2次元等高線図 3次元等高線図</p>	
<p>橋上から測定機器 (カラーイメージングソナー、水中テレビカメラ) を使用する洗掘調査</p>	 <p>橋上からロッドの先端に取り付けられた測定機器を水中に降ろし計測することにより、現場でリアルタイムに河床形状、躯体の損傷状況を確認できる。上図に示した橋上から測定機器を降ろして計測する手法と橋梁点検車を使用する手法がある</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・橋脚近傍の洗掘形状(断面)を詳細に調査できる。</li> <li>・河川横断面(橋軸方向)の水深も計測でき、全体の洗掘の概況を把握できる。</li> <li>・躯体の損傷状況を確認できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・流速に影響される</li> <li>・濁度に左右される</li> </ul>	<p>[測定結果] 河床断面図 3次元等高線図 (測量後再入力することによって、図化出力)  損傷画面</p>	
<p>従来の洗掘調査手法</p>	<p>ボート上からボール(レッド)を使用する洗掘調査</p>	 <p>ボートからボール、レッドを用いて深淺測量を行う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・技術を要せず詳細測量ができる。</li> <li>・自由な位置を測量できる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ボートの手配が必要。</li> <li>・流速に影響される</li> <li>・気象に影響される(強風時は不可)</li> </ul>	<p>[測定結果] 橋脚基礎周辺深淺図</p>



4. 73MHzの電波を使用する産業ラジコン用無線局に関する指導基準

産 業 ラ ジ コ ン 用 無 線 局 の  
電 波 監 理 に 関 す る 規 定 集

財団法人 日本ラジコン電波安全協会

## 4. 協会規程

### (1) 73MHz帯の電波を使用する産業ラジコン用無線局に関する指導基準

73MHz帯の産業ラジコン用周波数の適正な運用の確保及び混信妨害の未然防止等を図るために、産業ラジコン用無線局に関する指導は、下記によることとする。

#### 記

#### 1 適用範囲

無人の飛行機、ヘリコプター、自動車、ボートその他これらに類する移動体をもっぱら飛行又は走行させながら産業の用に供するために、その無線操縦用及びその移動体に搭載された産業用機器の調整用として使用するためのラジコン用無線局に適用する。

ただし、予め定められた軌道上のみを走行する移動体の無線操縦用として使用するものを除く。

#### 2 無線設備に関する標準規格

##### (1) 一般条件

電波型式及び周波数、並びにその用途は次表のとおりとする。

電波型式	周波数 (MHz)	用途
F 1 D、	73.22	} 地上用・水上用
F 2 D、	73.24	
又は	73.26	
F 3 D	73.28	} 上空用
	73.30	
	73.32	

(2) 送信装置

次の条件に適合するものでなければならない。

ア) 発振方式

発振の方式は、水晶発振方式であること。

イ) 変調方式

変調の方式は、周波数変調方式であること。

ウ) クリスタルの取付方法

クリスタル取付は、半田付け方式とすること。

エ) 周波数切換装置

周波数を切換えることのできる装置を付加することができる。

ただし、地上用・水上用のものにあつては2波以内、上空用のものにあつては4波以内とする。

(3) モニター用受信設備

ア 次の条件に適合するモニター用受信装置を備えなければならない。

ア) 受信可能周波数

送信しようとするすべての周波数を受信できるものであること。

イ) 感 度

雑音抑圧を20デシベルとするために必要な受信機入力電圧は、10マイクロボルト以下であること。

ウ) 選 択 度

50デシベル以下の帯域幅は、10KHz以内であること。

エ) スプリアス・レスポンス

スプリアス・レスポンスは、60デシベル以上であること。

オ) 局部発振器の周波数変動

局部発振器の周波数変動（局部発振器の発振周波数の最大変動幅をいう。）は、0.005パーセント以内であること。

カ) 周波数切換装置

周波数を切換えることのできる装置を付加することができる。

### キ) 出力表示

受信装置の出力は、レベル表示のほか、変調音の聴守もできるものであること。

イ 次の条件に適合するモニター受信用空中線装置を備えなければならない。

ア) 空中線インピーダンスは50オームであること。

イ) 無指向性のものであること。

ウ) 1/4波長ホイップアンテナ以上の利得を有するものであること。

## 3 無線操縦者に関する指導

(1) 産業ラジオ用無線局を操作する者は、「産業ラジオ操縦士」の登録を行うこと。

(2) 協会は、産業ラジオ操縦士に対して、産業ラジオ用電波の適正な運用及び混信妨害の未然防止に関する周知指導を行うものとする。

(3) 産業ラジオ操縦士の登録を行った時には、次の物品を交付するものとする。

ア) 産業ラジオ操縦士登録証

イ) 産業ラジオ操縦士手帳

ウ) 「ラジオ操縦士」バッジ

エ) 産業ラジオ操縦士のための電波関係マニュアル

オ) その他

(4) 産業ラジオ操縦士には、年1回以上「RCKニュース」を送付するものとする。

## 4 電波発射前の措置

産業ラジオ用無線局が電波を発射しようとするときは、モニター用受信空中線の地上高は2.5m以上となるよう設置し、モニター用受信機を最良の感度に調整して、発射しようとする電波の周波数を聴守し、他の電波との混信を起こさないことを確かめなければならない。

## 5 産業ラジオ用無線機器所有者の掌握

協会は、推奨規格適合証明試験を行った産業ラジオ用無線機器が、どのよう



に管理運用されているか、その実態を把握しておく必要があるので、産業ラジコン用無線機器の製造業者又は販売業者等が、これらの機器を販売する時はその購入者に対し、「産業ラジコン用無線機器の所有者は、次の内容を協会あてに報告しなければならない。」旨を告知するものとする。

- (1) 所有者の住所・氏名及び電話番号
- (2) 購入年月日
- (3) 購入目的（購入機器の用途）
- (4) 購入した無線機器の型式又は名称
- (5) 購入した受信機を搭載しようとする移動体の種別（ヘリコプター、飛行機、飛行船、車、ボート等の別）
- (6) 無線機器の常置場所
- (7) 無線機器の移動する範囲
- (8) 既に保有しているプロポの総数

## 6 経過規定

- (1) 告示改正の日（平成7年2月28日）から、平成8年3月31日までの間は、従来の40MHz帯及び72MHz帯のレジャーラジコン用周波数を使用して産業ラジコンの用に供することもできる。
- (2) 現在、従来の40MHz帯及び72MHz帯のレジャーラジコン用周波数を使用している産業ラジコン用無線局については、告示改正の日（平成7年2月28日）から7年間は、なお従前の例によることができる。

## (2) 「73MHz帯の電波を使用する産業ラジコン用無線局に関する指導基準」実施細則

### 産業ラジコン用無線機器所有者の掌握について

#### 1 産業ラジコン用無線機器所有者を掌握すべき必要性

- (1) 産業用ラジコンは、レジャー用ラジコンに比して大型であり、運用場所も特定されていないので、安全性の確保が強く要求される。

このため、運用調整を必要とする場合や、事故等が発生した場合には、その運用者に対し緊急に連絡をとる必要がある。また、本来の目的以外に使用されるケースも想定されるので、産業用ラジコンの用途別、移動範囲別にその所有者リストを把握しておく必要がある。

- (2) 周波数使用基準の見直しや、将来、郵政省に増波要求等を行う必要が生じた場合などの資料として、用途別及び地域別の周波数使用実績を把握しておく必要がある。

#### 2 産業ラジコン用無線機器所有者を掌握する方法

産業ラジコン用無線機器所有者を掌握するために、産業ラジコン用無線送信機の製造業者又は販売業者（以下「製造業者等」をいう。）が、これらの機器を販売しようとする時は、次によるものとする。

- (1) 製造業者等は、販売しようとする産業ラジコン用無線送信機の収容箱の中に、協会が交付する「産業ラジコン用無線機器所有者が協会に報告すべき必要性を記載した文書」及び「協会へ送付すべき報告用紙とその送付用封筒」を封入しなければならない。
- (2) 製造業者等は、産業ラジコン用無線送信機を販売した時は、速やかに、次の事項を協会あてに報告しなければならない。

- (ア) 販売年月日
- (イ) 購入者の住所・氏名及び電話番号
- (ウ) 販売した機器の用途
- (エ) 販売した機器の型式又は名称別の台数

【参考資料】

- ・岡原、渡会：橋梁下部構造の老朽化における点検と対策、土質と調査、1991.3
- ・岡原、福井、渡会：橋梁下部構造の維持管理の現状と課題、土木技術資料、1992.8
- ・建設省土木研究所，(社)全国地質調査業協会連合会：橋梁下部構造の計測・診断技術の開発に関する共同研究報告書（その1）、共同研究報告書第105号、1994.7
- ・建設省土木研究所，(社)全国地質調査業協会連合会：橋梁下部構造の計測・診断技術の開発に関する共同研究報告書（その2）、共同研究報告書第136号、1995.12
- ・建設省土木研究所，(社)全国地質調査業協会連合会：橋梁下部構造の計測・診断技術の開発に関する共同研究報告書（その3）、共同研究報告書第156号、1997.1

橋梁下部構造の計測・診断技術の開発  
に関する共同研究報告書  
—橋梁基礎の洗掘調査マニュアル(案)—

土木研究所共同研究報告書第157号  
平成9年1月(1997)

建設省土木研究所構造橋梁部基礎研究室  
(社)全国地質調査業協会連合会

中野正則  
矢島壯一

要旨

本報告は、建設省土木研究所と(社)全国地質調査業協会連合会で実施した、「橋梁下部構造の計測・診断技術の開発に関する共同研究」のうち、開発した洗掘調査方法についてとのまとめたものである。

本研究では、研究開発を行った「ラジオコントロールポートを使用する洗掘調査手法」と「橋上から測定機器を使用する洗掘調査手法」の調査内容についてとりまとめ、洗掘調査マニュアル(案)としてとりまとめたものである。

キーワード：調査マニュアル、橋梁下部、維持管理、調査手法、ラジオコントロールポート、カラーイメージングソナー、水中テレビカメラ  
\*) 現 建設省建設経済局

郵便はがき

50円切手  
をはって  
下さい。

3 0 5 - □ □

茨城県つくば市旭一番地

建設省土木研究所

構造橋梁部 基礎研究室 行

No. 3

土木研究所共同研究報告書第157号

No. 3

配布先氏名

配布先住所



土木研究所共同研究報告書第157号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏名 (印)

土木研究所共同研究報告書第157号

○ 橋梁下部構造の計測・診断技術の開発に関する共同研究報告書

— 橋梁基礎の洗掘調査マニュアル(案) —