

電波を用いた空中からの非接触による河川水深の測定

新潟大学工学部 岡本芳美

1. はじめに

写真1は、姫川の山本流量観測所の平成7年7月大水の最大流量時付近の状況である。図1は、この大水の同所での観測時間流量である。観測値は、時間雨量に対応していない。この主たる原因は、大水の最中の川の断面が正しく測られていない為、であろう。写真1の状況の下で、水面に対し測深儀のセンサーを非接触に出来たら、この様なおかしな結果は、出なかったであろう。すなわち、この様な事からも、大水時の河川水深を「空中」から「非接触」で測る技術の開発が強く望まれているのである。

2. 電波を用いた河川水深の空中からの非接触測定

1パルスの電波を空中のアンテナから水面と川底に向け発射し、各反射電波がアンテナに戻って来る時間と電波が空中と水中を伝播する速度から河川水深を測る事は、誰しも考える事である。そして、原理的に極めて単純な事柄である。しかし、実際には、この技術は、非常に難しい。

著者は、参考文献1より4までの研究段階で、①波長が長くなればなるほど水中に多くの量の電波が貫入して行く、②周波数が100MHz以下の電波を用いる必要がある、③川底からの電波の反射の強さはヘドロ<シルト<砂<砂利<玉石の順番で大きくなる、④シルトと玉石では電波の反射の強さが一桁以上違う、⑤水面に波があっても測れる、⑥水が濁っていても測れる、⑦河川水深を測定するアンテナは基本的に無指向性である、⑧高レベルの雑音電波が発生する、と言う結果を得た。最後の項目は、測定を妨害する様々な反射電波がアンテナに戻って来ると言う雑音電波対策がこの技術の根幹であると言う事を意味しており、電波による河川水深の測定は、「超熟練の業」と結論した。

3. 35MHzの1パルス・アンテナの出現

電波を用いた河川水深の測定では、1パルスの電波を測定必要最大水深に対応した時間間隔で発射しなければならない。しかし、この技術が非常に難しく、これまで1GHzから100MHz迄のアンテナでしか作られていなかった。所が、最近、写真2の長さ2メートル、幅7センチメートルの棒状（線状）の35MHzのアンテナがスウェーデン国で開発された。このアンテナから電波を発射すると、これまでの100MHzのアンテナより遥かに多量の電波を水中に貫入させる事が出来る、と予想された。

4. 35MHzのアンテナによる河川水深の測定実験

文献5の研究で、このアンテナの特性を調べ、①電波の
キーワード：河川水深、空中、電波、非接触、35MHzアンテナ

連絡先：住所950-2181新潟市五十嵐2の町8050、電話025-262-7025（直）、ファックス025-262-6915（専）



写真1 姫川平成7年7月大水山本流量観測所流況

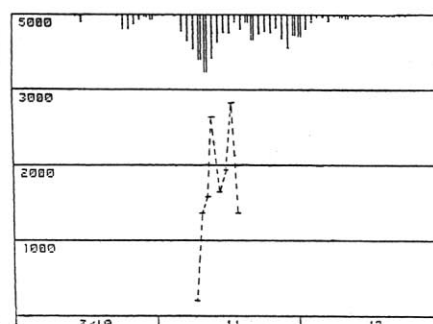


図1 姫川平成7年7月大水山本流量観測所時間流量

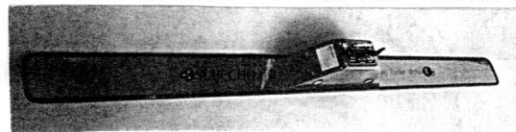


写真2 35MHzアンテナ

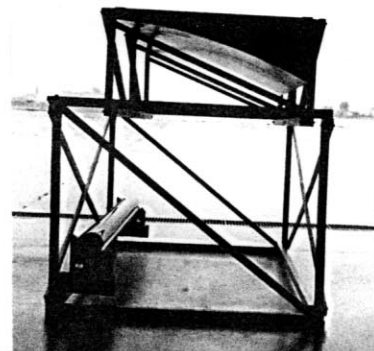


写真3 シリンドリカル・パラボラ反射器

水中貫入量は100MHzアンテナに比べ確実に一桁以上多い、②強い電波を前方と後方の各90度の方向に弱い電波を側面の各90度の方向に出している、③アンテナの幅が水深測定のための電波の有効幅になる、④雑音電波を十分に上回るレベルの信号電波が得られる、事等がわかった。

本論文の研究で、1) 電波による河川水深の測定の精度、2) 電波の反射が弱いシルトやヘドロに対する対策、3) 雑音を少なくする方法、4) アンテナの水面からの可能最大高さ、5) 姫川の山本流量観測所と似た状況下での測定の可能性、等に関する実験を行った。

①については、音響測深儀による水深(図2)、35MHzアンテナ単体による水深(写真4)、次に述べる光学的増幅装置を用いた水深(写真5)の比較を行ったのが図2と3である。

②については、電波法との関係で5ワットのアンテナの出力を上げられないので、シリンドリカル・パラボラの反射面の焦点に線状のアンテナを置いて一点から放射される電波を平行に放射される電波に変える光学的増幅装置(写真3)を用いて実質的にアンテナ出力を上げる事に成功した。

③については、アンテナの上に強い電波の反射体が存在してはならない事がわかった。そして、電波吸収体を用いた雑音電波の抑制の可能性がわかった。

④については、電波が水中に垂直に侵入する幅はアンテナの幅になるので、アンテナの空中高さの最大限界は実質的に無い事がわかった。写真4は空中1メートル、写真5は7メートルの高さからのアンテナ単体による測定結果である。

⑤については、高い波が砕ける状況下(写真7)でも測定が可能な事がわかった。

5. おわりに

35MHzアンテナの出現によって、電波を用いた空中からの河川水深の非接触による測定は、“実用技術”に近かざった。最終的に、大水時の測定実験が写真1の様な場所で行われる事がこの技術の開発研究に求められよう。

参考文献

- 1) 岡本芳美・他：積雪深さと河川水深のレーダによる空中からの測定、計測自動制御学会第18回リモートセンシングシンポジウム資料、135~138頁、1992年
- 2) 岡本芳美・他：河川水深の空中からの測定、水文・水資源学会1998年研究発表会要旨集56・57頁、1998年
- 3) 岡本芳美：空中からの非接触による河川水深の測定方法の開発とその問題点、第24回リモートセンシングシンポジウム講演論文集、1~4頁、1998年
- 4) Yoshiharu Okamoto: Development of non-contact method of measuring river depth from the air, Environmental Hydraulics, pp. 965 ~970, A. A. BALKEMA, 1999.
- 5) 岡本芳美・他：河川水深の空中からの測定(その2)、水文・水資源学会2000年研究発表会要旨集148・149頁、2000年

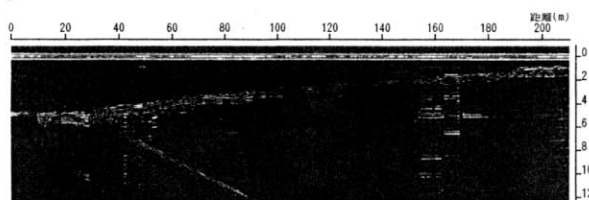


写真4 35MHzアンテナ単体による測定

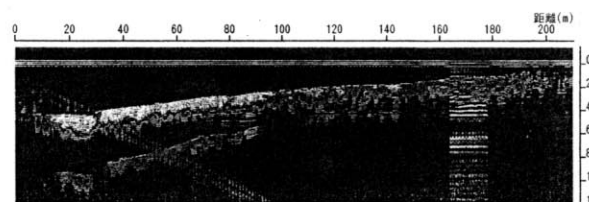


写真5 シリンドリカル・パラボラ反射器を用いた測定

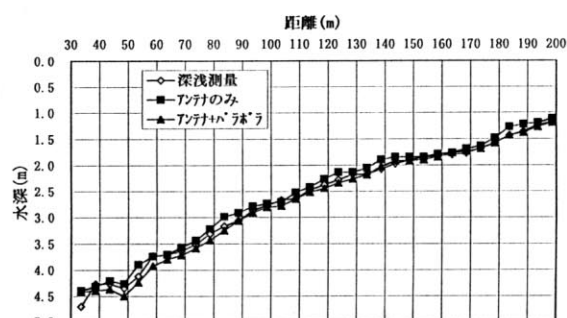


図2 測定結果の比較

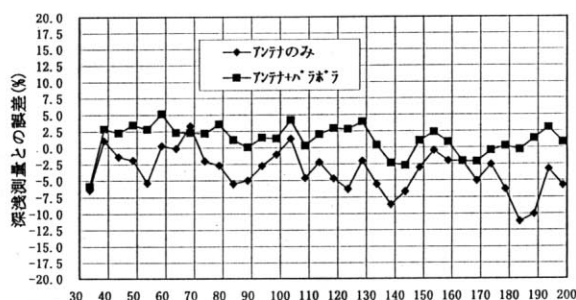


図3 音響測深儀を元にした測定誤差の比較

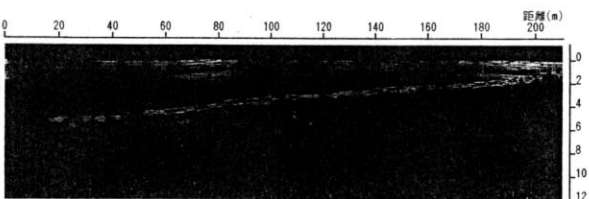


写真6 ヘリコプターによる高さ7メートルからの測定



写真7 阿賀野川沢海床固めの船通し部の激流