

II-196 カプセルによる洪水流の空間的連続観測システムの開発について

京都大学防災研究所 正員 ○ 藤田裕一郎 正員 村本 嘉雄
丸紅株式会社 正員 平川 隆義

1. はしがき： 洪水災害の防止・軽減にとって洪水流の実態把握は重要であって、定点での水位等の時間的連続観測や航空機による水表面の空間的連続観測が現業機関を中心として行われている。しかしながら、洪水流の内部の空間的連続観測は、洪水時の危険もあって、有人船による緩流大河川でのものや橋梁下流の100m程度の区間を対象としたものに限定されている。本文では、この空間的連続観測に関し、水深10m、流速5m/secまでの河道の1kmを越える比較的長い見通しの良い区間において、水流とともに流下しながらその内部構造を連続的に測定していくカプセルを中心とした観測システムの開発について紹介したい。

2. カプセルによる空間的連続観測の特徴： 洪水時には流木などの障害物も流れているので、その影響をできるだけ避け、かつ駆動装置の軽量化を図るために、観測カプセルは上記のように水流とともに流下しながら測定し、観測対象区間の通過後ラジオコントロールあるいは内蔵マイコンのプログラムによっていずれかの河岸に寄せて回収できるものとして設計している。このカプセルによる洪水流の空間的連続観測システムの大きな特長は、有人船観測に比較して危険性が非常に低く、航空写真よりも天候の影響を受け難く、洪水流の内部を比較的簡便に直接計測できる点であり、一方、短所は面的な測定が困難な点である。その設計条件としては、内部に多数の測定機器を搭載するので、丈夫かつ安定で確実に回収できること、測定項目の変更・追加に応じられるように、搭載機器に関して柔軟であって、できるだけ軽量であること、さらに、洪水による損傷や最悪の場合の流失を考慮して、計測機器を含めて廉価であることなどが挙げられる。

3. 観測カプセルと測定機器の概要： カプセル本体は、新たに船体を設計し、FRPなどで製作すれば小型・軽量化が可能であるが、搭載機器の形状が限定され、経済性からも有利ではなかった。そこで、図-1のように、上面を切揃えてフランジを付けたレジャー用小型釣り船2艘を重ね合わせ、その内部を3つに仕切って、それぞれの上蓋部分に規格ハッチを取り付けた構造とし、バッテリー、測定機器、通信制御機器などを納めた。推進装置には、一般にスクリュタイプとジェットタイプのものがあり、動力もガソリンエンジンとバッテリー駆動モーターがあるが、ラジコンあるいは内蔵プログラムによる始動やノイズを考慮して、バッテリー駆動の小型釣り船位置制御用マリンモーター2台を採用した。それらをカプセル後部に図-1のように離して取り付け、双方同時に回転させてカプセルの前進後退を、一方のみあるいは双方逆に回転させて方向転換するようにした。位置制御の方式は、テレメーター多重無線装置では高価で固定的な使用しかできないので、開発段階の現状では、多少スピードは遅いが混信の少ないアマチュア無線のバケット通信を試用している。すなわち、図-2のブロック図のように、陸上から制

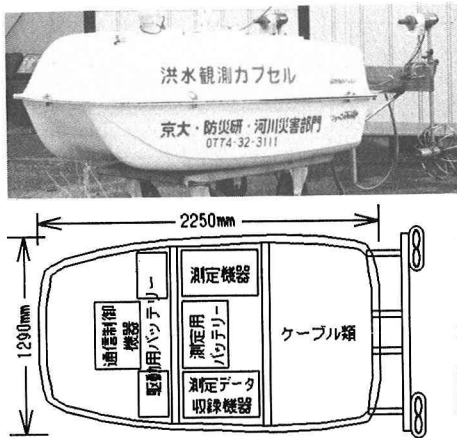


図-1 観測カプセルの外形と内部の模式図

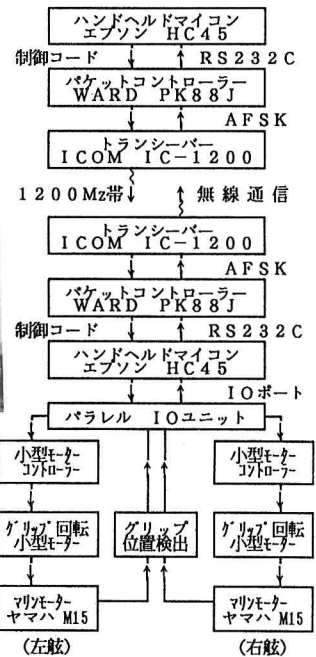


図-2 位置制御ブロックプログラム

御コードをカプセルに送ると受信側マイコンがそれを解読し、ギヤを取り付けたマリンモーターのグリップを位置検出しながら小型モーターで回転させ、所定の方にカプセルを動かすようにした。

現在の測定項目は、図-3のように、新たに試作したそれぞれ3チャンネルの熱型センサー流速計、光学式測定装置及びサーミスターによる流速分布、濁度及び水温に、投込み式水位計による河床形状(水深)、さらに、電子コンパスで計測するカプセルの方向であって、12ビット8チャンネルのAD変換ボード付きハンドヘルドマイコン2台に収録される。検定の結果、水位計は静水中では良好に測定でき、濁度計も珪砂に対する測定精度は良く、水温計も十分使用可能と判断された。しかし、熱型流速計は検出部に気泡が付き易い上に、水温に極めて敏感であるので、今後も検討を重ねていく必要があり、不都合であれば他の流速計を使用しなければならない。また、マイコンは1台当り128kBのRAMディスクを持っているので、整数表記で格納すれば、1チャンネル当り7000個以上の測定データの取り込みが可能であって、容量的には十分である。一方、測定機器の深度は、現在製作中の水深に応じて伸縮するロッドに検出部を取り付けて制御するように意図している。最後に、カプセルの位置検出は、図-4に示したように、中央部に6個取り付け付けたプリズムを光波測距儀のトラッキングモードで追跡し、測距・測角値をマイコンに自動収録するようにしている。なお、正確な流速測定には1/100秒単位の測距時刻が必要であるので、ストップウォッチ内臓のVTRなどによるモニタリングを考えなければならない。

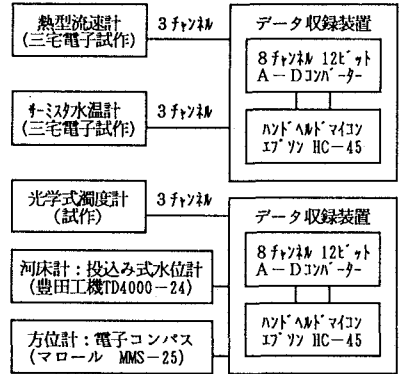


図-3 計測機器とデータ収録装置

4. カプセルによる空間的連続観測システムの試用: 本連続観測システムは、現在まで平水時の野洲川、宇治川、及び円山川で試用を繰り返してきた。図-4は、円山川の14km地点右岸堤防上に設置した光波測距儀から13.0~14.4km区間を流下する観測カプセルを追跡した結果であり、2~3秒間隔で記録された位置データから、約1km区間を約30分で通過したことが判る。このとき、データ収録装置は問題なく作動したが、洪水時と同様の悪天候とプログラムミスのため、測定機器の配線が不正確となり、結局良好な測定データの収録はできなかった。

これらの試用結果から、今後の改良点として、多くの計測器の設置・配線作業の簡素化やそれを容易にするための大型の規格ハッチへの交換が挙げられる。また、パケット通信による観測カプセルの遠隔操作は適用性の高いことが判ったが、制御プログラムを発展させ、電子コンパスとの組み合わせによる進行方位制御方式

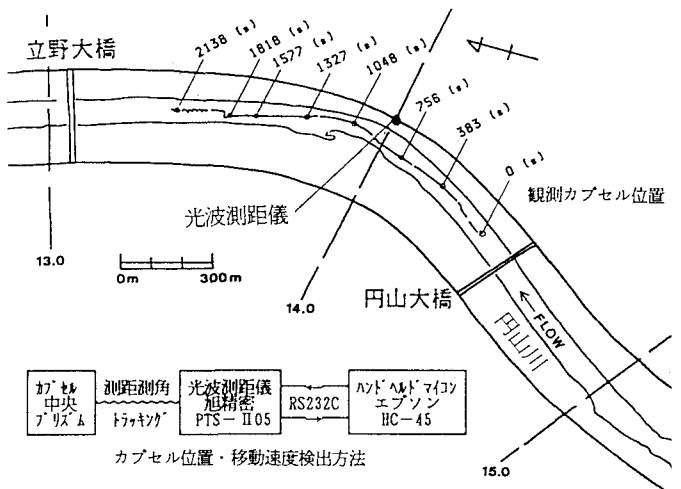


図-4 観測カプセルの位置検出法と円山川における追跡例

を採用すること望ましいと思われる。光波測距儀による位置検出は、図-4のように高精度のデータを得ることができるが、データ入手間隔がやや長いので、この点の改善と移動速度の直接測定に努力する必要がある。観測カプセル内部の収納スペースには余裕があるので、こうした機器や装置の搭載も可能であろう。

5. あとがき: 現地での試用をさらに繰り返して、回収等観測カプセルの安全の確保を図り、洪水時に適用する予定であって、できれば講演時にその結果を述べたい。今後も本観測システムを充実させ、洪水流の空間的な内部構造を明らかにしていき、河川災害の防止・軽減や河川環境の変化予測に役立てたい。