

漂砂採取装置の試作ならびにその使用結果

小 川 元*

1. 序

運輸省港湾局において規定している漂砂採取装置を基本にして、これを改良し、あるいは寸法を具体的に決定して採取装置を試作し、それを河川の浮流砂および海岸の漂砂採取に使用してみた。その使用結果を、装置の構造という観点から述べる。

2. 構 造

採取装置は 図-1~4 のようであり、主体は内径 75 mm の鋳鉄管から成っていて、詳細はつぎのようである。

採砂管：内径 75 mm、長さ 30 cm の鋳鉄管 1 本を 1 単位として、これを 4 本つないで 1 採砂管とし、この採砂管を 2 本 1 組として使用する。採砂管の全高は 1.20 m で、各単位管の上端から 5 cm の位置に径 22 mm の採砂孔をあける。採砂孔は前後通してあいており、採砂孔の方向は適宜平行に、あるいは、直角にとりつけられる。各単位管は、底版は溶接でとりつけられて、上端は

フランジだけ溶接されていてふたはない。これを 4 個縦につなぐと、上の管の底版が下の管のふたとなる。各単位管はフランジによりボルトでつなぐ。継目には ゴムパッキングを入れる。最上部の管だけふたをとりつける。ボルト孔は、採砂孔の方向を直角に回転させることができるように対称にあけておく。

基版：採砂管の基版は単なるアングルの十字型の組み合わせから成り、各アングルの先端に長さ 10 cm の短い脚をとりつけて固定用とする。

重錘：移動防止のための重錘として、 $15 \times 15 \times 27$ cm (重量 13.3 kg) のコンクリート ブロック 4 個を用い、これを基版の短手方向のアングルの各先端に 1 個ずつとりつけた。しかしこれは後記するように、使用結果からみて必要がないようであった。

3. 使用 結 果

(1) 河 川

千葉県養老川の中流部に、浮流砂採取用として使用した。使用期間は昭和 40 年 7 月 24 日~25 日および同 9

図-1 採砂管正面図 (単位 cm)

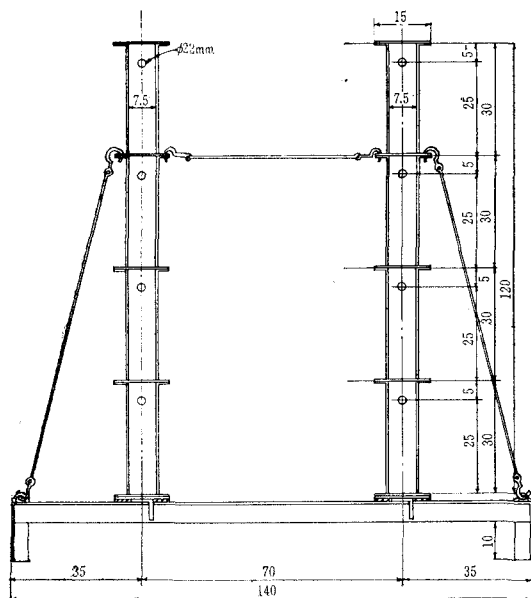
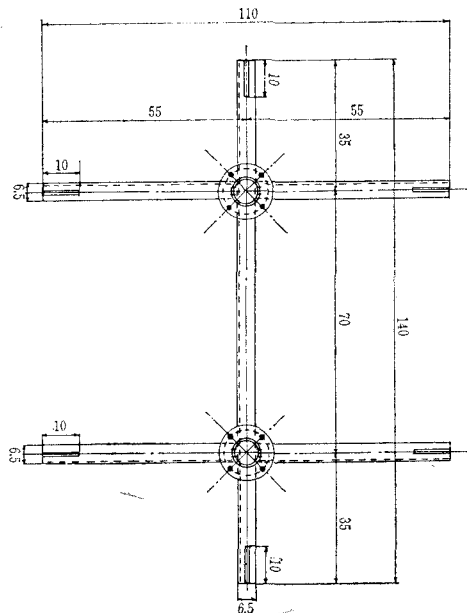


図-2 採砂管平面図



* 正会員 工博 日本大学教授 理工学部土木工学科

図-3 採砂管側面

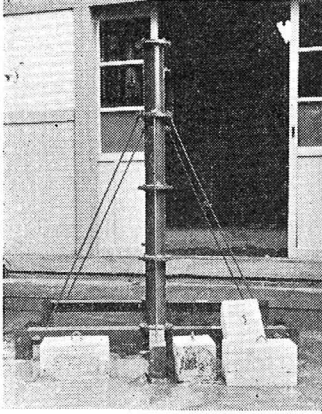
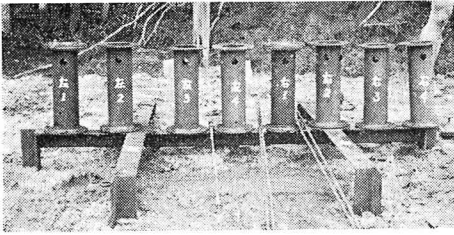


図-4 採砂管分解状況



月 17 日～19 日の間で、7 月は平水時、9 月の時は台風 24 号の降雨を見込んでの実測であった。設置法は、陸上で重錘までとりつけたものを人力(4～6人)で、水深が浅い場合は直接設置位置へ運搬して設置し、第 2 回目は水深がかなり深く流速が大であったので、付近の橋上から下げた。採砂孔の方向は 2 本の採砂管とも平行に流れに向け、採砂管は河の横断方向に 2 本並べる。

平水時 2 日間の採砂量は微量であって最下段の砂量で 1 gr 以下であった。第 2 回目の採砂量と 50% 粒径を示すつぎのようである。

表-1

採取管 No.		1	2	3	4
右側	採砂量 (g)	191	351	387	977
	50%径 (mm)	0.11	0.13	0.13	0.17
左側	採砂量 (g)	139	268	360	620
	50%径 (mm)	0.10	0.12	0.13	0.16

設置中の状況：第 1 回の場合は平水時であったから水位は常に採砂管頂より低く、上端の採砂管は浸水することがなかった。第 2 回の時は台風 24 号の襲来する当日に設置したのであるが、当流域に対する降雨が意外に少なく、早朝に 10～15 分間程度の強雨が数回降った程度であったため、出水量も水深 1.5 m 程度であった。しかしやはりかなりの濁流であり、上記のような採砂量が得られた。この時の装置の状況は、右にわずかに傾いたが前後(流れ方向)の傾きはほとんどなかった。下部の

脚と最下部の管約 5 cm まで土に埋まった。これは半ば以上脚の沈下によるものであらうと思われる。採砂孔前面には木の葉などが引懸り、期間中完全に採砂できたかどうかは疑問である。なお脚が土中に埋まるため、引揚げは人がスコップで掘る必要があり、近接できる水深と流速でなければ困難である。

(2) 海 岸

千葉県一の宮海岸(九十九里浜)で昭和 40 年 10 月 17 日～26 日の間設置した。設置位置は中等潮位における汀線から約 40 m、中等潮位の水面が採砂管の上から 2 段目の中央部、すなわち水深約 0.85 m の地点に、長軸を汀線に直角に設置した。採砂孔の方向は、沖側は汀線に直角、陸側は汀線に平行とした。潮差は大潮時約 1.5 m であるので、大潮干潮時には設置位置の水深は約 10 cm、同満潮時には約 40 cm 冠水する。設置は河川の場合と同様、重錘をつけて組立てたものを人力で、干潮時を利用して設置した。

設置期間中の状況：現地は太平洋に面しているためかなり波高が高く、静穏な日で砕波波高 1.0 m、周期 12 sec 程度であり、風速 6 m/sec くらいになると砕波波高は 2 m を超えるようになる。設置期間中は 2 日間強風波浪注意報があり、風波がかなり高かった。他は風速 3～6 m/sec 程度の日であった。採砂管の定着用ブロックは長軸の両端に 1 個ずつと、沖側の短軸の両端に 1 個ずつとりつけた。設置後数日で採砂管は陸側端を水平に 15 度くらい回転した状態で定着し、ブロックおよび採砂管の下部 15 cm ぐらゐは砂に埋まった。これは海底の変化ではなく管の沈下であらうと考えられる。設置位置は潮位と波高とによって水深の状態や海水かく乱の状態が種々に変化するが、砕波点より沖側になることはわずかで、大部分の期間は砕波点以内(陸側)であった。なお現地はかなり沿岸流が強く、設置点はちょうど沿岸流が最も強く集まるような地点であった。

引揚げは、脚部およびブロックが砂に埋まっているためかなり困難で、特に現地は波が高いため水深 50 cm 以上ある時はほとんど引揚げ不可能であった。2 回失敗した後、大潮干潮時を利用して、スコップで掘ってようやく引揚げた。

採砂量ならびに 50% 粒径はつぎのようである。

表-2

採砂管 No.		1	2	3	4
海岸に 直角	採取量 (g)	433	722	1 077	1 439
	50%径 (mm)	0.17	0.18	0.24	0.28
海岸に 平行	採取量 (g)	649	987	1 272	1 579
	50%径 (mm)	0.18	0.18	0.22	0.30

採砂管番号は上からの順序である。海岸に直角方向よりも平行方向の採砂量が多いのは、現地点が沿岸流がかなり強かったためであらうと思われる。

4. 構造に対する考察

試作の採砂装置を、運輸省型と比較しながら考察するとつぎのような諸点がある。

(1) 重 量

採砂管は船上から機械力で設置するよりも、岸から人力で運搬設置する方がはるかに多いと思われる。したがって数人で持てる程度の重量であることが第一に必要である。試作のものは本体約 50 kg、重錘約 53 kg で波の中を運搬するには 5~6 人が必要である。

河川に設置する場合には、橋梁があれば水深が大でも橋上からつり下げられるが、その場合でもあまり重いと人力では危険である。特に水平に、かつ流向に正しく向けてすえつけるためには、兩岸からロープで向きを加減しなければならないので、装置が重くかつ大きくなると、水流の中でこのような操作は非常に困難になる。

海岸の場合には、砕波帯に設置するためには、船からの設置は困難であり、まず人力による以外にはない。砕波の中で運搬するためには、水深 1 m 以上の場所では困難であり、かつ設置点で重錘をとりつけることも特殊な器具を使わない限り困難である。重錘まで組立てたものを砕波の中を運搬するためには、試作のもの以上の重さや大きさでは困難であり、この点運輸省型は、採砂管径 0.1~0.2 m、長さ 0.8~1.5 m のもの 4 本を 1 組としており、かつ底版にコンクリート版を使用しているので、人力運搬は非常に困難であろう。

(2) 採砂管の数

運輸省型は 3~4D の間隔をおいて正方形に 4 本の採砂管を配置しており、2 本ずつ同一方向に孔を向けるようにしている。1 方向に 2 本の管が用いられるから他管の影響を相殺して平均値が得られると思われるが、これは前記のように重量が重くなる。これに対して、試作のものは 2 本の管は 70 cm=9 D の間隔をもって設置されており、運輸省型の 3~4D にくらべてかなり離れており他管の影響はあまりないのではないと思われる。これを 7~10 日間設置すれば、その間種々の潮位、波、沿岸流に遭遇して、ほぼ平均値が得られるのではないと思われる。よって試作のものは 2 本 1 組とし、1 本は岸に平行、1 本は直角に設置した。

(3) 脚 部

底版には、運輸省型は厚さ 1~2D、1 辺の長さ 7~8 D 正方形のコンクリート版を用いている。試作のものはアングルの骨組構造で、各アングル端に高さ 10 cm の脚をつけて定着用とし、さらに 4 個のコンクリート重錘をとりつける。両者の差異は、設置中に沈下が起こるかどうかって、試作のものは、重錘とともに砂中に約 15 cm 埋没した。これに対してコンクリート底版を用いれば沈下は起こさないと思われるが、その代わり重量が

大になる。水平抵抗、あるいは左右の傾きに対する抵抗は両者大差ないのではないと思われる。試作のものも、脚部が砂中にくい込んだ後は十分に抵抗できる。

ただ、今回の重錘の埋没の状態を見ると、重錘の方が脚部より深く埋没しており、あたかも重錘の方が脚を下に引込んだような状態であったので、試みに重錘を用いずに設置してみたところ、ほとんど埋没が見られなかった。また管全体の傾きや水平回転もなかった。これで見ると、重錘はかえって用いない方がよく、アングルの脚部だけで十分目的を達することができるようである。

(4) ス テ イ

運輸省型はステイにはワイヤを用いているが、試作のものは伸びや、突張りを考慮して、鉄筋のステイを用いた。ところがステイを用いると、採砂管のあるものは採砂孔の直前にステイがくることになり、その部分の水流が乱されて採砂量に影響を与え、またステイにゴミあるいは海藻などが引懸りやすい。一方使用した結果から見ると、フランジによるボルト継手は十分強固であって、ステイの必要はないようであった。砕波の大きい所でも、おそらくステイはなくてもよいであろう。

(5) 設 置 位 置

海岸の場合、岸からどのくらいの位置に設置するかは問題点となる。運輸省では荒天時の砕波点より沖側に 1 点、陸側に 2 点としている。しかしながら荒天の程度が問題であり、あまりひどい荒天の場合を標準にとれば平時は条件が異なることになる。

まず考えるべき問題は、砕波点なるものの位置である。これは潮位と波高によっていちじるしく変化し、干潮時の荒天と、満潮時の静穏な時とでは、その位置に 100~200 m の違いが生ずる。したがって荒天時の干潮時を標準にとれば、砕波点はかなり沖合となり、この時の砕波点付近に設置すれば設置期間中ほとんど常に砕波点より沖側になることになる。要は年間漂砂量に最も大きい割合をしめているのはどの区域であるかということであり、これを判断して場所を決めるべきである。その場所の波高の累加曲線と、砕波波高と漂砂量の関係とから、年間漂砂量に最も大きい影響を与える砕波波高の砕波点付近に設置すれば最も理想的であろう。

つぎに問題となるのは設置方法であって、船から設置するとすれば多少の起重機設備を設けた動力船が必要であり、したがってある程度の水深を必要とし、あまり浅い所や砕波帯では危険である。一方岸から設置するとすれば人力によることになり、砕波波高の関係で水深 1.0 m 以上のところには設置困難である。

さらにまた、実際の採砂量という観点から考えると、砕波点以遠では漂砂量は少なく、漂砂量が多いのは砕波点の比較的浅い区域であるから、設置期間中の採砂量を多くしようと思えば、普通程度の天候の時に、漂砂量が

最も多くなる区域で採砂するのがまず必要である。

これらのことを総合して考えると、採砂管は岸から比較的近くで満潮時干潮時を通じて最も長時間碎波にさらされるような位置にまず設置するのが適当であろう。

採砂管を何組も設置して、同時採砂するということはなかなか実行困難であり、また時期的にも人力で設置するとすれば夏期だけに限られる等の制約がある。結局、海岸地形をよく判断して代表的な地点を選び、汀線から比較的近い、あまり深くない場所に設置するということになる。

なお、比較的浅い位置で、採砂管頂が中等潮位でも水上に出るような位置に設置すると、下部採砂管の採砂量は十分多くなるが、上部採砂管の浸水時間は少なくなつて、その水深がある程度以上ある時の水面付近だけの採砂であるということもあって、採砂量は少しになる。

5. 採砂量と設置期間

河川の場合は設置期間中水位と流速が変わり、それに応じて浮流砂の濃度が変わり、採砂量はそれらを積分した結果として現われる。海岸の場合には潮位と波高によって絶えず変化し、上部採砂管は水上に出たり浸水したり、下部採砂管も海底からの距離は一定であるが水深は常に変化する。また水深と天候とによって設置点は碎波点以内になることもあり沖側になることもある。また上部採砂管は、静水面上に出ている時でも波高と波長に応じて、波中に没したり現われたりする。期間中の採砂量はそれらの総合された結果であつて、これを厳密に計算することはほとんど不可能である。しかしまた一方つぎのような考え方もできる。すなわち、採砂の一般的目的は年間の漂砂移動量を大局的につかんで、海岸計画の基礎とすることである。そうとすれば、採砂は移動量の最

も多い区域で、ある期間の平均値が出るように行なえばよいということになる。このような見地からすると、上記したような地点に、月令をも考慮して7~10日間設置し、その間に起こった強風を考慮して解析すれば、ある程度目的が達せられるのではないと思われる。今回の場合、約10日間の採砂量が、最下部の管ではほぼ採砂孔に近い高さまでたまっていた。

なお河川の場合も海岸の場合も、ステイを用いると非常にゴミの付着が多くなり、採砂の障害になる。特に河川においていちじるしい。また海岸の場合には、場所によって採砂管に稚貝が多くつくことがあり、そのようなところでは10日以上も設置すると採砂孔の周囲に稚貝が付着して断面積が小さくなる。

6. む す び

採砂量の解析は別の機会にゆずる。以上、試作した採砂装置とそれを使用した結果について、主として構造上の観点から考察したところを述べた。要点は、採砂装置は設置する方法が問題で、人力で設置するとすればそれに応じた重量、大きさに製作しなければならず、漂砂海岸は波も大きいのが普通であるから、それを考慮に入れた上で、人力設置に適する重さであることが必要であるということになる。また船上から設置するとすれば、船の行動可能な水深区域で、かつ碎波の激しくない区域だけしか設置できないので、それらを考慮した上で計画を立てなければならない。

上記の研究は、河川関係は昭和39、40年度文部省特定研究、洪水流の挙動（代表者 長谷川万吉博士）によるものであり、海岸関係は千葉県土木部依託、国土開発コンサルタント施工による実測に対する協力である。