

重複波浪下の漂砂機構に関する研究

名古屋工業大学 正 員 石 田 昭 ○学生員 藤 川 恵 司

学生員 沖 美 宏 正 員 喜 岡 渉

1. 緒 言

護岸や構造物などからの反射率が大きい場合には、その前面が侵食されて構造物の倒壊あるいは砂浜の消滅といった事につながる場合が多い。特に最近では港湾施設の拡張等による水深が深い所での防波堤前面での洗掘が大きな問題となってきている。この様な現象は重複波浪下の底面近傍流速と密接に関係している事は明白であるものの、未だ重複波の漂砂機構、侵食機構については不明な点が多い。本研究は、完全重複波浪下の漂砂量を実験から求め、その漂砂機構について考察するものである。

2. 実験方法

実験水槽は長さ100cm、幅12cm、高さ40cmの片面ガラス張りのもので、一端には造波装置を取りつけた。造波板下端からの流れの影響を無くすために一端から約20cmの間に碎石を敷いた。水槽底面にはほぼ均一な粒径をもつ市販の珪砂(5号砂 $d_{50}=0.05\text{cm}$ 、6号砂 $d_{50}=0.029\text{cm}$ 、6.5号砂 $d_{50}=0.024\text{cm}$ 、7号砂 $d_{50}=0.019\text{cm}$ 、いずれも比重2.65)を長さ約80cm、厚さ4cmで敷いた。実験条件は表-1に示す。 U_b は、腹と節の中間の地点での底面最大流速でありタジュバクシュ・ケラー¹⁾による第三近似解に野田²⁾による質量輸送速度を加えて計算したものである。 W は砂の沈降速度である。洗掘の形状を示すために重複波の節に堆積するものをN-タイプ、腹に堆積するものをL-タイプとした。表-1の様な条件の下で完全重複波に近い波を作った。漂砂量の測定は地形の変化量より求める方法を用いた。地形の測定開始は砂漣が発生した時とし終了時は地形が波に干渉を及ぼすと思われる時とした。地形の測定は、一端から重複波の腹の位置までトレーシングペーパーを用いて写しとった。

3. 実験結果および考察

図-1-1, 2, 3はそれぞれの条件の下で、一周期平均のnetの漂砂量を示したものである。図-1-1を見ると5号砂は明らかにN-タイプ地形になることを示しており、節の位置($X \approx 24\text{cm}$)に砂が堆積し腹と節の中間付近($X \approx 12\text{cm}, 36\text{cm}$)で洗掘されている事がわかる。図-1-3の7号砂はL-タイプ地形になることを示しており腹の位置($X \approx 0\text{cm}$ 約48cm)に堆積、節付近($X \approx 24\text{cm}$)で洗掘されている事がわかる。これらの結果より、N-タイプ地形になる漂砂機構は第一機構すなわち波の有限振幅性に基づく底面流速波形の前後の非対称性に起因する機構と考えられ、またL-タイプ地形になる機構は、第二機構すなわち境界層外の質量輸送速度(節から腹に向かう)によって運搬される機構であると考えられる。次に図-1-2を見ると6.5号砂は、6.5-III-b(-----)のN-タイプ1ケースを除いて弱いL-タイプ地形になることを示している。また、5号砂、7号砂の漂砂量に比べて約1/4程度の少ない漂砂量であることも分かる。図-2は横軸に底面最大流速 U_b と沈降速度 W の比を取り、縦軸に漂砂量の岸向き最大量と

DATA NO	水深h (cm)	波高H (cm)	U_r	U_b/W	タイプ	
5-I	10.0	8.0	33.9	3.4	N	——
5-II	12.5	10.0	23.6	3.5	N	----
5-III-a	15.0	13.0	17.7	3.9	N	-----
5-III-b	15.0	8.0	10.9	2.3	N	-----
6-I	10.0	8.0	36.9	6.1	N	——
6-II	12.5	10.0	23.6	6.0	N	----
6-III-a	15.0	13.0	17.7	6.7	N	-----
6-III-b	15.0	8.0	10.9	4.0	N	-----
6.5-I	10.0	8.0	33.9	7.1	L	——
6.5-II	12.5	10.0	23.6	7.2	L	----
6.5-III-a	15.0	13.0	17.7	8.1	L	-----
6.5-III-b	15.0	8.0	10.9	4.5	N	-----
7-I	10.0	8.0	33.9	9.0	L	——
7-II	12.5	10.0	25.6	9.4	L	----
7-III-a	15.0	13.0	19.3	10.6	L	-----
7-III-b	15.0	8.0	11.9	6.3	L	-----

表 - 1

冲向き最大量の平均値 $(\text{Max } Q_{\text{on}} + \text{Max } Q_{\text{off}}) / 2$ を取り上側にはL-タイプを下側にN-タイプをプロットしたものである。縦軸は侵食の深さと関連する値とみることができる。図を見ると、どの砂も U_b / W の値が小さいうちはN-タイプとしての漂砂量が大きくなり、ある値を越えるとN-タイプの漂砂量が小さくなって行く傾向が見える。さらに U_b / W が大きくなるとL-タイプとしての機構に変わり U_b / W の値が大きくなるにつれてL-タイプとしての漂砂量が大きくなっていく傾向がある。このことは 掃流砂の発生→渦の発生→浮遊状態での運搬→沈降という漂砂のサイクルを考えると、 U_b / W の値は浮遊状態の継続時間および浮遊砂総量を決めるパラメーターと考えられこの値が大きくなると、第一機構の影響が弱くなって質量輸送速度の様な恒流成分で運ばれる第二機構の影響が強くなると考えられる。 U_b / W が小さい時は、浮遊状態の継続時間が短くて第一機構の影響が強い。そして底面流速の非対称性の効果は底面流速の増大に伴って大きくなって行き、N-タイプとしての漂砂量が大きくなるものと考えられる。6.5号砂での実験を見ると、第一機構と第二機構の影響がほぼ等しい場合と思われる。このような状態がN-タイプからL-タイプへの遷移領域で起こると考えられる。入江³⁾の実験結果によれば、 U_b / W が7～10程度で遷移するようであるが、図-2を見ると細砂の場合にはもっと小さな値で遷移するのではないかと考えられる。また実験結果から、底面流速の振幅が同じ場合には、有限振幅性が強いほどN-タイプになる傾向が見られた。現地での重複波災害を考える場合には、洗掘深に限界があるN-タイプよりもL-タイプの洗掘に対する対応のほうが重要になると考えられる。

4. 参考文献

1) タジュバクシュ・ケラー;
Standing Surface Waves of
Finite Amplitude:

Jour. of Fluid Mech. Vol. 18, 1960

2) 野田; 第15, 17 回海岸工学講演集

3) 入江; 港湾技術研究所報告
第23巻, 第1号

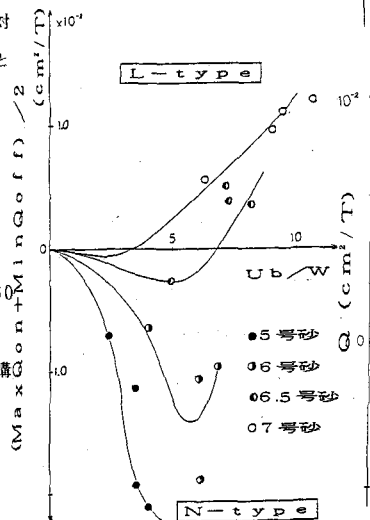


図-2

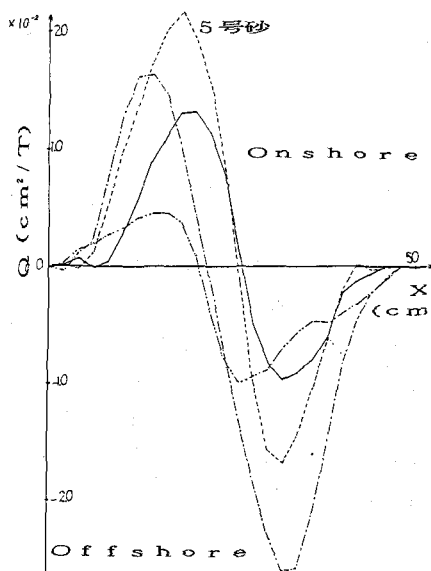


図-1-1

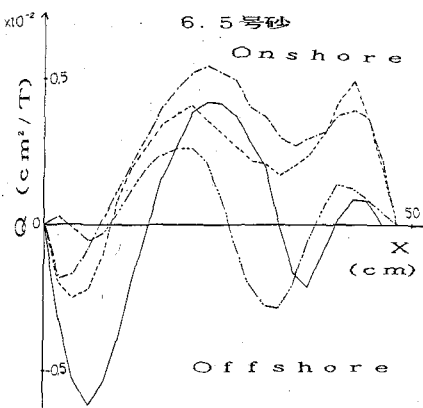


図-1-2

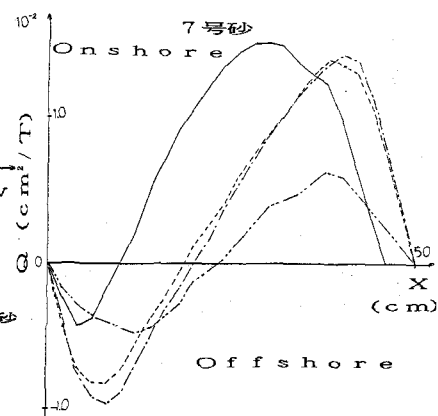


図-1-3