

II-492 漂砂によるコンクリートの摩耗特性

北海道大学工学部	学生員 仙田 昌功
北海道大学工学部	正 員 山下 俊彦
北海道開発コンサルタント(株)	萩山 敏樹
新日本製鉄(株)	佐藤 光一
新日本製鉄(株)	飯屋園義久

1. はじめに

海洋で使用されるセメントコンクリート柱の数が増加している。しかし、波浪条件が厳しい外洋域では、漂砂が激しく使用されるコンクリート柱には摩耗が発生し、大きな肉厚減少が起これと考えられる。漂砂による摩耗現象の理論解析は余り行われておらず、相似則を考慮した実験は現時点では困難であり現地スケールで実験的に調べる必要がある。そこで本研究では実験によりコンクリートの摩耗量分布、及びそれらと流速との関係について調べる。次に浮遊した砂の衝突エネルギーを理論的に求め、実験結果と比較検討する。

2. 実験結果

実験方法の詳細は前論文¹⁾で報告した。流れの条件は周期 $T=7.4$ 秒で一定とし、流速振幅は $u_0=3\text{m/s}$ 、 2.6m/s 、 2.3m/s 、 1.8m/s の4種類とした。流速振幅が 3m/s の時の流れは水深 10m の微小振幅波の底面流速と考えると波高 8.1m の暴浪時の波に相当する。この流れをそれぞれの流速振幅で24時間作用させた。また、時間的な変化を調べるために流速振幅 3m/s の場合のみ、他に12時間、36時間、60時間の3つの条件でも作用させた。底質として比重 $s=2.65$ 、平均粒径 $d=4.0\text{mm}$ の砂を用いた。この砂の表面は滑らかで、比較的球に近い状態である。コンクリート柱は強度 300kgf/cm^2 のものをを用いた。

図-1に摩耗量測定の一例を示す。これは流速振幅 3m/s で24時間作用させた場合のものである。上のグラフが流れの作用前、下が作用後のものである。この2つのグラフの縦方向の差が摩耗量である。

図-2は流速振幅 3m/s の時の最大摩耗量の時間的な変化を角度別に示したものである。最大摩耗量が 1mm ぐらいまでは一定の割合で増加しているが、それ以降は摩耗の割合がおちているのがわかる。これは摩耗量が 1mm を越すと中の粗骨材がむき出しになってくるため摩耗の割合が減るためと考えられる。

図-3は流速振幅 3m/s で24時間作用させた時の摩耗量 δ の分布特性を測定箇所別に示したものである。摩耗量を求める際には、図-1に示したグラフの細かいざざざを滑らかにした。これは前論文¹⁾の裸鋼管の摩耗量の分布特性とよく一致しており、 0° と 30° での摩耗が激しくなっている。最大摩耗量は1日当り約 1mm であった。これは裸鋼管の場合の約40倍である。また、実験終了後の底質表面は上部基準面から数 cm ぐらいのところにあった。

図-4は横軸は流速振幅、縦軸は 0° と 30° の最大摩耗量を流速振幅の2乗で割った値を示している。流速振幅が大きいほど値が大きくなっているとみることができながま

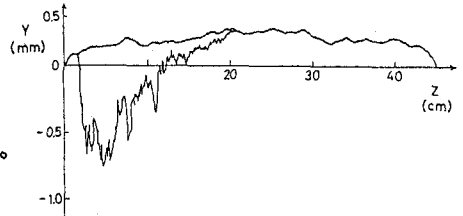


図-1 摩耗量の測定例

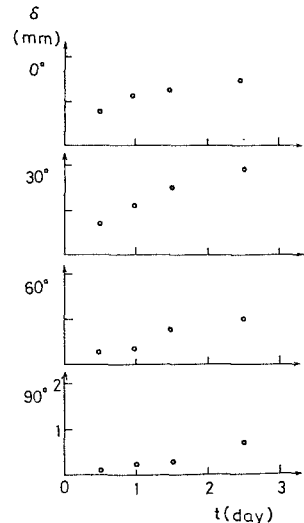


図-2 最大摩耗量の時間的な変化

だ実験ケースが少ないので今後検討が必要である。

3. 砂粒子の特性

設計上最も重要な最大摩耗量は底質表面より数cm上で発生することがわかっている。この位置では、浮遊した砂粒子がコンクリート柱に衝突して摩耗が発生していると考えられる。そこで砂粒子の衝突特性を調べるため、コンクリート柱の前面の流れをポテンシャル流れで近似し、その流れの下で砂粒子の運動を理論的に解析した。また、基本的な衝突特性を調べるために同一水平面内で粒子が運動するものとする。詳細は、前論文²⁾で報告している。

図-5は縦軸に摩耗量に一番影響を与えていると考えられる砂粒子の衝突エネルギーのコンクリート柱への直角方向への成分を流速振幅で無次元化した値をとり、横軸に角度をとったものである。以下この縦軸の値を無次元衝突エネルギーと呼ぶ。流速振幅1m/s以上では30度あたりで最大値をとることがわかる。丸印は流速振幅3m/s、作用時間は24時間の最大摩耗量をとる高さでの円周方向の摩耗量分布の実験値で両者はほぼ分布形が一致している。

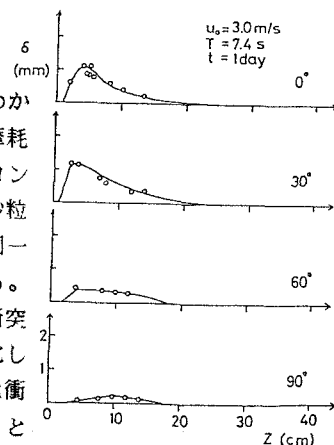


図-3 摩耗量分布

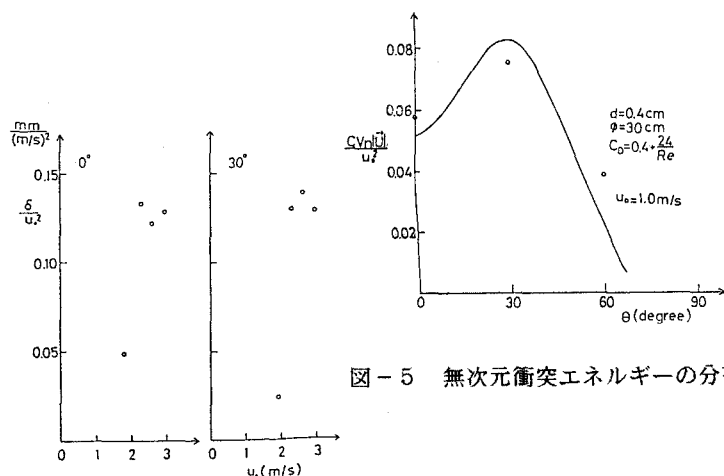


図-5 無次元衝突エネルギーの分布

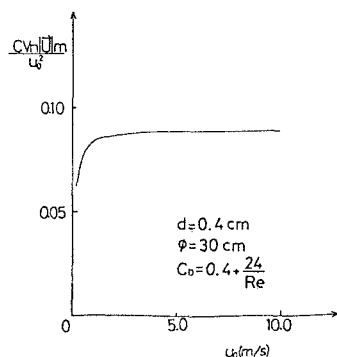


図-6 無次元衝突エネルギーと流速振幅の関係

図-4 摩耗量／（流速振幅）²と流速振幅の関係

図-6は無次元衝突エネルギーの最大値と流速振幅との関係である。これは、流速振幅が2m/sあたりより大きいと約0.085ぐらいで一定値となり、衝突エネルギーが流速振幅の2乗に比例している事がわかる。流速振幅が小さいときに衝突エネルギーが小さくなるのは、砂粒子が水粒子に追従しやすくなり、コンクリート柱に衝突することなく流れていくためだと考えられる。しかし、この計算では砂粒子の濃度は流速振幅によらないとしているので、実験値と現在のところ比較できない。

4. 結論

(1) 粒径4.0mm、流速振幅3m/s、周期7.4秒という実海域暴浪時相当の条件ではコンクリート柱は1日で約1mmとかなり摩耗した。

(2) 摩耗量分布と砂の衝突エネルギーの分布は定性的にはよく一致しており、今後浮遊砂濃度を考慮することにより、定量的関係を把握する必要がある。

参考文献

- 1) 山下俊彦・佐伯浩・浅川典敬・佐藤光一・仮屋園義久：海洋開発論文集 Vol.5 pp.109-112.
- 2) 山下俊彦・仙田昌功・佐藤光一・仮屋園義久：土木学会北海道支部論文報告集 No.47 pp.277-282.