

II-360 港湾内外の長周期変動を含む波浪の現地観測

東京電力㈱ 正員 藤谷昌弘 正員 今井澄雄
 同上 正員 寺田賢二
 五洋建設㈱ 正員 関本恒浩 正員 清水琢三

1. はじめに

東京電力㈱柏崎刈羽原子力発電所専用港湾の建設に当たっては、安全性はもとより合理的かつ経済的な設計を目的として、種々の水理模型実験、現地調査ならびに数値解析を行ってきた。今後は、荷役の安全性に対する検討など港湾の利用面からの検討や、長周期波のような現行の設計法には十分考慮されていない外力を考慮した港湾の維持・管理面からの検討が必要になると思われる。現在のところ、このような港湾の利用面や維持・管理面からの検討を総合的に調査された例があまりない。そこで本研究では、港湾内外の現地調査を実施して、長周期波を含む波浪が荷役の安全性、港内静穏度ならびに港湾構造物に及ぼす影響を明らかにすることを試みた。本論は、このうち現地調査の概要と港湾内外のサーフビート(周期数分程度の長周期波)の現地観測結果について述べるものである。

2. 現地調査の概要

現地調査は、東京電力㈱柏崎刈羽原子力発電所専用港湾内外を対象として、1989年1月末より3月末までの約2ヶ月間にわたり実施した。調査位置は図-1に示すように港口部、南防波堤堤頭部、南北突堤間、物揚場前面岸壁、1号機側取水口、1号機側取水路開渠および5号機側取水口の7地点、合計21測点である。また、調査項目は、①入射波浪、②港内水面変動、③岸壁前面波浪、④防波堤堤頭部前背面水面変動および⑤5号機側取水口前背面波浪・波力である。表-1に調査項目別の調査内容、調査地点、使用機器、計測頻度をそれぞれ示す。各センサーより得られた信号は、自記式計測器については内蔵カセットテープに、それ以外の計測器については、信号を観測室に有線テレメータで伝送しディジタルデータレコーダーにそれぞれ記録した。調査期間中の波浪状況は、例年に比べ高波浪の来襲する頻度が少なく、2月2日から4日にかけて波高4m弱の高波浪が来襲したものの、その後は波高2m程度の波浪が周期的に10回弱来襲するにとどまった。なお、解析に際しては、1号機側放水口の沖約1.5kmの地点(水深15m)に設置された超音波波高計による定時波高観測記録のうち比較的高波浪の来襲した1987年1月および3月のデータも用いた。

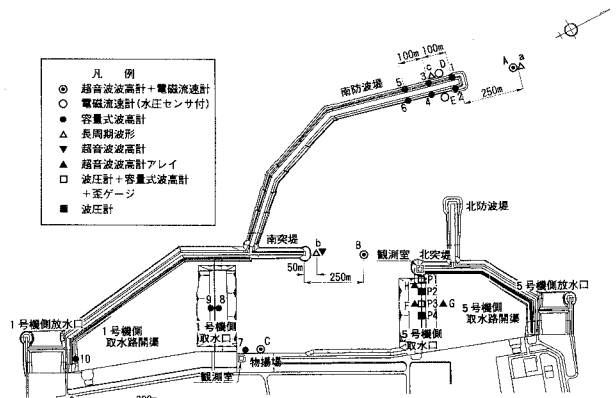


図-1 現地調査位置図

表-1 現地調査項目一覧表

項目	内 容	地 点	使用機器	台数	Δt	頻 度
入射波浪調査	入射波浪の測定	St. A	超音波波高計 電磁流速計	1組	0.5s	20分/2時間
		St. a	長周期波計	1台	1.0s	連 続
港内水面変動調査	港外・港口部水位の測定	St. 1, 2	容量式波高計	6台	0.5s	連 続
	岸壁前面水位の測定	St. 7				
	カーテンウォール前背面水位の測定	St. 8, 9				
	港内耐振動の測定	St. 10	超音波波高計 電磁流速計	1組	0.5s	20分/2時間
	港内波浪の測定	St. B				
岸壁前面水面変動調査	港内長周期波の測定	St. b	長周期波計	1台	1.0s	連 続
	入・反射共存波浪の測定	St. C	超音波波高計 電磁流速計	1組	0.5s	20分/2時間
防波堤堤頭部前背面水面変動調査	防波堤前面波浪の測定	St. 1-6	容量式波高計	6台	0.2s	20分/2時間
		St. D, E	電磁流速計 (水压センサー付)	2台	0.5s	20分/2時間
5号機側取水口前背面波浪・波力調査	防波堤前面の長周期変動測定	St. c	長周期波計	1台	1.0s	連 続
	波圧の鉛直分布の測定	St. PI-P3	波圧計	16台		
	波圧の水平分布の測定	St. PI-P4	波圧計	8台		
	波の応力測定	St. PI-P3	圧センサー	84口	0.5s	10分/2時間
	前背面水位の測定	St. PI-P3	容量式波高計	2台		
	前背面波浪(反射・伝達率)の測定	St. F, G, H	超音波波高計	6台	0.5s	10分/2時間

3. 港湾内外の長周期波の特性

図-2および図-3はそれぞれ港口部(St.A, 水深13m)および定時波高観測地点(水深15m, 1987年観測)における有義波高と周期20秒以上の長周期波成分(以下サーフビートと呼ぶ)の有義波高の相関を示したものである。図中には合田(1975)による実験式も同時に示した。これらの図では入射波高とサーフビートの波高の間には明瞭な相関関係が見られ、観測時期や観測位置および水深が異なるものの、両観測地点でほぼ同様な相関関係を示している。また、入射波高が1m程度では、サーフビートの波高は入射波高の5%程度であるのに対し、入射波高が5mになるとサーフビート波高は入射波高の20%と非常に大きくなっていることがわかる。入射波高1m以下では、サーフビート波高が数cmと小さく測定誤差の範囲と考えられるが、入射波高1m以上のデータについては、サーフビート波高は入射波高のほぼ2乗に比例しておりこのサーフビートは2次非線形干渉による拘束波(Radiation stressによるSet-down波)として存在している可能性がある。図-4は南北突堤間(St.B, 水深7.5m)における有義波高とサーフビートの有義波高との関係を示したものである。St.Bにおける有義波高とサーフビート波高の相関関係は明確でなく、St.Aや定時波高観測地点において強い相関が見られたのとは大きく異なっている。また、非常にばらつきは多いものの、観測データは平均的には合田による実験式と対応している。このような港湾内外でのサーフビートの特性の変化は、防波堤による回折効果に関係していると考えられる。例えば、水深の比較的深いところで非線形拘束波として存在していたサーフビートが、回折による波高の急激な変化によって拘束を解かれ自由波として伝播すると考えることによって説明できるが、これについては別の機会に報告する。

4. おわりに

港湾内外において長周期波を含む波浪の現地調査を実施し、ここでは港湾内外のサーフビートに対する検討を行った。その結果、港湾の内外ではサーフビートの特性が大きく異なることを明らかにした。また、ここで紹介できなかった現地観測結果についても、別の機会に報告する予定である。

参考文献

合田良實(1975): 浅海域における波浪の碎波変形, 港研報告, 第14巻, 第3号, pp.59-106.

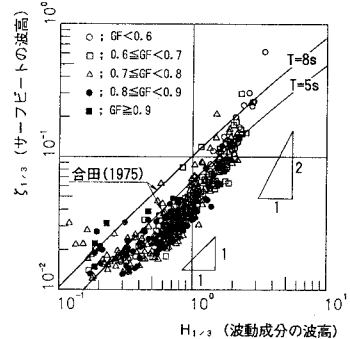


図-2 港口部(St.A)における有義波高とサーフビート波高の相関

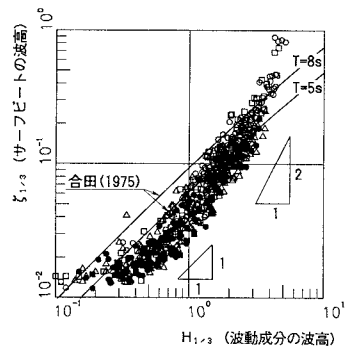


図-3 定時波高観測地点における有義波高とサーフビート波高の相関

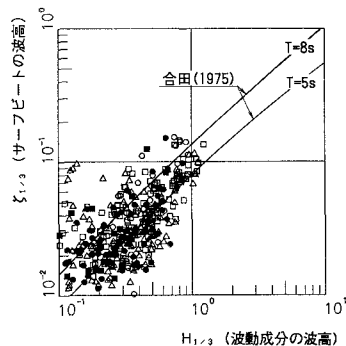


図-4 南北突堤間(St.B)における有義波高とサーフビート波高の相関