

# 水中放流管の水理模型実験について

東北電力(株)女川原子力発電所建設所 ○伊藤 裕  
正員 氏家久芳  
草 剛

## 1. はじめに

当社、女川原子力発電所において、温排水の放流方式として海底布設管を使用した水中放流方式を採用した。女川での水中放流方式は、温排水を鋼管2条で導き、水深10mの所から海域に放流する構造となっている。放流管を設置する海域は、北東に開けた外洋に面し、海底勾配が沖合で急に大きくなる。そのため、放流管付直で波が碎波し、予測できない波力、衝撃力および掃流力等が構造物に作用することがある。したがって、放流管の安全性を検証する目的で、水理模型実験を実施する方法をとった。ここでは、当発電所の水中放流管構造型式の決定に至る水理模型実験結果を述べるものである。

## 2 実験概要

実験は、寸法34m×5m×高さ1.2mの三次元水槽を使用し、模型縮尺をフルードの相似則に従い実施した。実験縮尺は表-1に示す。また、使用した造波機の諸元は表-2に示す。実験波としては不規則波(ブレードシュナイダー型)を使用した。

波高は、 $H_b = 5.5\text{m}$ 、周期は、 $T_b = 1/4\text{sec}$ 、波向きは、危険側を想定し、放流管法線より $45^\circ \sim 0^\circ$ の範囲内とした。作用時間は、女川を通過した低気圧を参考に、現地時間で12時間とした。

海底勾配は、-7.0m以浅で $1/226$ 、-7m以深は $1/15$ とした。

これらの条件で、図-1に示す2通りの標準断面を基本とし、被覆材の重量および形状を変えて安定性の検討を実施した。

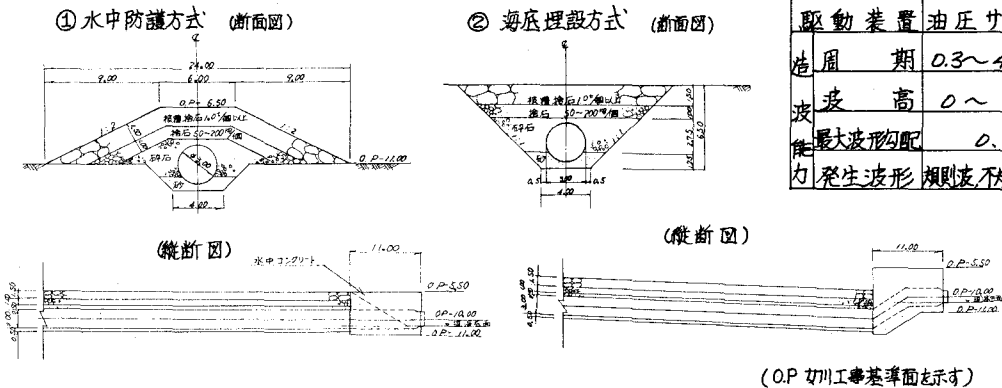
表-1 実験縮尺

| 項 目 | 縮 尺                    |
|-----|------------------------|
| 波 高 | $1/40$                 |
| 周 期 | $\sqrt{1/40} = 1/6.32$ |
| 重 量 | $1/40^3 = 1/64000$     |
| 流 速 | $\sqrt{1/40} = 1/6.32$ |

表-2 造波機諸元

| 名 称     | 三次元水槽造波機   |
|---------|------------|
| 造 波 形 式 | ピストン形式     |
| 駆 動 装 置 | 油圧サーボ      |
| 造 周 期   | 0.3~4.0秒   |
| 波 波 高   | 0~30cm     |
| 能 力     | 最大波形状配 0.1 |
| 発生波形    | 規則波 不規則波   |

図-1 水中放流管先端部標準断面図



## 3 実験結果

### (1) 水中防護方式

被覆材として、 $1\text{t}$ 被覆石、 $2.3\text{t} \sim 12.4\text{t}$ 方塊ブロック、 $4\text{t} \sim 16\text{t}$ 型ブロックの組合せ、および、被覆材天端高を変えて実験したが、図-2のとおり、全てのケースにおいて安定性に欠けた。しかし、実験結果より次のことが判明した。

①被覆材としては、相互のかみ合せ効果が全くない方塊ブロックが非常に不安定であった。

②被覆材天端高は、高くなるほど安定性が悪く、被覆材の重量を大きくしても、天端が高くなると大きな波力が作用して不安定であった。被覆材天端高とそれに作用する波力の関係を定量的に把握するのは困難であるが、碎波の卓越する $-8.0\text{m} \sim -10.0\text{m}$ 付近では巻波が発生して波峰が水中に打ち込む現象が起こり、天端高が高くなるほどこの打ち込みによる衝撃力が大きく作用し被災を受けやすくなるものと考えられる。

## (2) 海底埋設方式

被覆材としては、水中防護方式で結果が良かった1<sup>st</sup>被覆石を用い、天端高(基部)、波高、潮位等を変えて実験した。この結果については、いずれも安定と判定したが、次のことが判明した。

①波高の大きさにより、碎波帯の移動が生じたが、顕著な被災は認められなかった。しかし、基部の被覆石は、波高が大きい程乱れが大きくなった。

②基部の被覆石天端高と海底面と同一の高さ( $-3.0\text{m}$ )と海底面から突出させた場合( $-3.0\text{m} \sim +1.5\text{m}$ )とについて実験した結果、海底面から突出させた場合の方が、被覆石の移動が認められた。これは、汀線付近の表面流速が速くなり、この流れの掃流力により被覆石が岸側に移動堆積したものと考えられる。

これらの結果、海底埋設方式が水中防護方式に比べ安全であることが判明した。これは、碎波帯で巻き波型碎波が発生しても被覆材の天端高が低いため巻き波の海底への打込力の影響が少なく床掘による拘束力も大きかったためであると考えられる。したがって、当社女川原子力発電所においては海底埋設方式を採用し、被覆材としては1<sup>st</sup>被覆石を使用した。また、基部被覆石の安定性向上のため、12.5型アブロックを使用し離岸堤を設置した。これについての安定性および反射波、回折波の影響についても実験したが、影響は認められなかった。

なお、女川で実際に施工し

た断面図を図-3に示す。

図-3 水中放流管 (縦断面図)

## 4 おわりに

当社女川原子力発電所においては、実験結果より海底埋設方式を採用し、水中放流管工事を実施した。し

かし、工事に先だっては、様々な安全性、経済性および施工性の検討をくりかえし実施した。

この結果、女川原子力発電所水中放流管は、昭和58年1月に完成し、それ以降安全に機能を果たし、当社における電気の安定供給に大きく寄与し続けている。

