

II-109

深海電力貯蔵プラント

三菱重工神戸造船所原子力建設部伊方建設事務所 正会員 森重晴雄

1. 概要

深海電力貯蔵プラントは、原理的に、水の位置エネルギーを利用した揚水発電と類似であり、深海に沈められたタンク内外の圧力差を利用したものである。夜間の余剰電力を使ってタンク内の水をポンプでタンク外に排水し、昼間に、タンク外の海水をタンク内に注水して水車を回して、発電を行うものである。本プラントの構成は、主に、ポンプ、発電機の設備を有する発電設備と深海の圧力に耐え得る大空間を有するタンクとから成っている。本論文では、深海600m～1000mにおいて水圧を利用した10万～110万KWクラスの連続5時間の発電を行えるプラントを想定した。

2. 発電の原理

図-1に示すように⑨のバランスタンクに海水を注入して、本プラントを海底に着底させる。蓄電時に⑧のポンプを使って、①のタンク内に貯まった海水を本プラントの外界に排水する。その際に使用された電力が、タンク内外の圧力差エネルギーに変換されて、貯蔵される。発電時において、空間となっているタンクに外界の高圧水を注入させて⑥のベルトン水車を回して水力発電を行う。本プラントと地上の変電設備とは、海底ケーブルで結ばれる。本プラントの通常サイクルは、夜間の余剰電力で、蓄電を行い、昼間の電力ピーク時に発電をする。定期検査は、バランスタンク及びタンク内の海水を排水させて、本プラントを浮上させ、海上において検査、補修を行うものである。

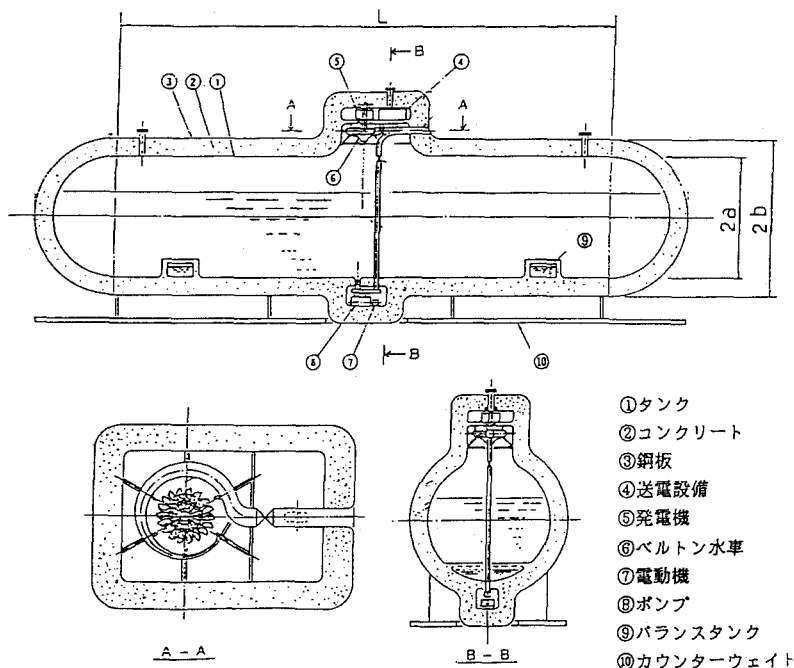


図-1 深海電力貯蔵プラント概念図

3. 発蓄能力

タンクの外形図を図-1に示す。円筒部長さ L 、内径 a 、外径 b の円筒形とすると、水圧 P におけるタンク容量 V に、蓄積される圧力のエネルギー E は、式(1)に示される。

$$E = PV \cdots \cdots \text{式(1)} \quad V = \pi a^2 L + \frac{4}{3} \pi b^3 \cdots \cdots \text{式(2)}$$

電気出力 W は、発電効率 η 、発電時間 T とすると、式(3)に示される。

$$W = \eta E / T \cdots \cdots \text{式(3)} \quad \text{単位換算} \quad 1 \text{ kw} = 101.97 \text{ kgm/sec}$$

4. タンク構造

タンクは、図-1に示す様に、鋼板製の二重円筒間に高強度コンクリートを充填した構造である。

構造計算は、厚肉円筒構造を用いた。荷重は、コンクリートで、負担するものとする。鋼板部分は、コンクリート部分が圧倒的に占めているので、強度部材として評価せず、海水からのシールと、コンクリート打設時の型枠として使用する。

5. 設計例

設計3例を表-1に示す。その詳細の設計諸元及び解析結果を表-2に示す。

Case1では、高強度コンクリートの設計強度は、10万回の繰返し疲労試験データに基づいて試算している（参考文献1）。5万tの船台で製作可能であり、電気出力13万KWが得られる。

Case2, Case3は、現在既には、強度1000kg/cm²以上を有する高強度コンクリートが開発されているが、疲労試験データが得られないので、強度1200kg/cm²の採用を前提とした。

Case3は、100万tの船台で製作可能であり、電気出力116万KWが得られる。

尚、本プラントは何れのCaseも船台で鋼板部分を製作し、機器電気設備を搭載し、進水させ海上にて、セメントタンカーより供給を受けてコンクリートを充填することとしている。

表-1 設計例

段 階	内 容	コンクリート 設計応力	船台能力	電気出力
Case1	高強度コンクリート600kg/cm ² を使用する	340kg/cm ²	5万t	13万KW×5時間
Case2	高強度コンクリート1200kg/cm ² の採用前提	600kg/cm ²	5万t	34万KW×5時間
Case3	Case2に加えて100万tトックで建造する	600kg/cm ²	100万t	116万KW×5時間

表-2 各Caseの設計諸元及び解析結果

	Case1	Case2	Case3
内径 a (m)	24	24	42
外径 b (m)	30	30	50
円筒長 L (m)	200	200	400
コンクリート強度 F (Kg/cm ²)	688	1200	1200
コンクリート設計応力 (Kg/cm ²)	340	600	600
鋼材板厚 (mm)	0.02	0.02	0.02
耐圧能力 P (Kg/cm ²)	61.2	108.0	88.3
潜水深度能力 (m)	600.0	1,058.8	865.9
主応力 σ (Kg/cm ²)	340	600	600
空体積 V ()	4.1959E+05	4.1959E+05	2.5257E+06
エネルギー E (Kgm)	2.5679E+11	4.5316E+11	2.2307E+12
発電時間 T (SEC)	18000	18000	18000
発電効率 η	0.96	0.96	0.96
電気出力 W (KW)	1.3431E+05	2.3701E+05	1.1667E+06
全体鋼材重量 (t)	13,466	13,466	44,393
コンクリート物量 ()	256,895	256,895	1,131,821
全体重量 (t)	604,323	604,323	2,647,583
浮力 (t)	678,212	678,212	3,663,203
コンクリート打設前喫水 (m)	3.1	3.1	3.6
コンクリート打設後喫水 (m)	48.3	48.3	65.7

喫水は、機器電気設備を搭載していない状態で円筒の最下端から水位までを示す。

5. 謝辞

大阪大学名誉教授前田幸雄先生から本研究に、多大の御指導、御鞭撻を頂きました。本プラントが世にできることにより、お礼にかえることができればと祈念しています。

6. 参考文献

1. 無収縮グラウト材「ユーロックス」および「タスコン」、「タスコンセメント」を使用したグラウトモルタルの諸物性試験結果報告書

平成3年5月20日

株式会社 小野田

開発研究所