Organization of UDB Mega-float power-plant by simulation(I) シミュレーションによるUDBメガフロート発電プラントの策定(I)

Toru ITO and Sadao UEGUSA

Department of Electrical Engineering ,Tokai University ,
1117 Kitakaname ,Hiratsuka ,Kanagawa ,259-1292 JAPAN
TEL:81-0463-58-1211(EXT.4162)

Fujio SUDA

Department of Electrical Engineering ,Tokai University ,
1117 Kitakaname ,Hiratsuka ,Kanagawa ,259-1292 JAPAN
TEL:81-0463-58-1211(EXT.3417)

(Received 15, November 1999 Accepted 14, March 2000)

The Powerplant of UDB(Ultra Dilytic Battery)Mega-float was considered in anxiety of the energy drain and Environmental Pollution in near future. The simulation resulted in that the electric power of 70% of the Oil and atomic power-plants could be supplied that construction of 100MW and 500MW UDB Mega-floats on 1st and 2nd class river in japan.

Keyword; Natural energy in future, UDB power-plant, Mega-float

I. INTRODUCTION

火力発電に使用する石油資源は40年後、原子力発電に使用するウラン資源は6~70年後に枯渇するであろうとの予測が国連関連機関から発表されている。¹火力発電は現在炭酸ガス排出による地球温暖化現象その他の公害因子であり、また、原子力発電は資源枯渇後も放射性廃棄物により、深刻な負の遺産を残そうとしている。このような現状を前にしてソーラー発電を始めとする自然エネルギー利用の発電方式が、代替エネルギーとして実用化に向け歩み初めているものの、その将来予測に未知な部分がある。そこで我々は、新たな候補として、塩分溶液の濃度差による発電原理を、淡水海を用いた大規模システムに応用しようとする「UDB(Ultra Dilytic Battery)メガフロート発電」を提案し、その実用化プラントを現在構想している。^{2,3}

本報では、実用化に向けてのプラントの各種シミュレーションを行った。

II. OUTLINE OF UDB MEGA-FLOAT POWER-PLANT

そもそもメガフロートと呼ばれる浮体式海洋構造物内にUDB発電プラントを収納しようとする発想は、利用可能な土地確保が困難な我が国の事情を考慮したからであるが、北海道その他地域においては河口付近の陸上に設置するのが建設コストの点で有利であることは当然である。それ以外の地域でUDBメガフロート発電プラントを設置するに場合は、Fig. 1のように河口沖数kmに浮くメガフロート内にUDB素子を収納する。また、陸地からそこに至る浮橋を設置する。この橋を利用して河川水導水パイプを導き、かつ電力・通信ケー

ブルを敷設する。連絡橋は各種交通機関を通す事ができ、また、メガフロート自体は防波堤として活用する事ができる。複数のメガフロートによって囲んだ海域は養漁場として利用することが可能である。また、メガフロート上面は公園、工場、飛行場その他の施設を併設し、発電設備コストを低減する必要がある。

FIG.1. UDB mega-float powerplant 500MW system.

III. ASSUMPTION

A. 100 and 500MW class UDB mega-float power-plant

「UDBメガフロート発電方式」の構成については現在、実用的なプラントはない。従って、そのプラント化にあたっての試案を、メガフロート、変電設備、UDB素子の3つに分け、以下の考察を行った。またここでは、100及び500MW級の2種を仮定した。

メガフロート本体については、メガフロート技術組合が

建設した60m×380m×2mメガフロート規模を骨子にする。⁴

しかし、UDB素子とそれに付帯する電気設備等全てをメガフロート内に収納した場合を考えるうえで以下の問題が生ずる。

メガフロート内部にはUDB発電素子のみでなく、実際には、淡水・海水を引き込むポンプや送電設備などを収納する空間や設備管理のスペース及び浮力に関するスペースが必要である。このため、実験建設中のメガフロートでは容積が小さすぎるので、本プラントのメガフロートは1基あたり1000m×600m×5m、容積1500km³としておく。その理由は長さ1000mのメガフロートであるなら、コンピューター空港として利用可能だからである。D節に詳述するSS-0型フレームを利用するUDB発電素子は1基当り943W、体積11.5m³であるため、100及び500MWUDBメガフロート発電プラントに必要なSS-0型の基数及びその集積体積を算出すると、100MW級では53万基、その集積容積は1,220km³となる。また、500MW級では10.6万基、同6,100km³必要となる。

従って、メガフロート基数では、100MW級で1基、500MW級で4基必要となる。これらはSS-0型フレームを利用するUDB発電素子装置のみをメガフロート内に収納した場合であり、実際にはその他の設備、管理を行うスペースが必要である。仮にガフロート本体1基当りの半分の体積をそのためのスペースに割くとした場合、メガフロートのみの容積は750km³となり、100MWUDBメガフロート発電ではメガフロート1.62基（約2基）、500MWUDBメガフロート発電ではメガフロート8.13基（約8基）分に相当する。

B. Substation equipment

変電設備をメガフロート内に収納する場合、その形態から地下式変電所設備の設計概念が有用であるので、ここでは東京新宿地下変電所設備を参考にする。⁵本変電設備は高さが16.5mあり、そのままでは前述のメガフロート内に収納することは困難である。従って、その対策として、

- (1) 変電設備の構成を大幅に変更して、別途メガフロートに収納可能にする。
 - (2) 変電設備のみを河川付近の地下に埋設し、その地上面を他の利用目的に供する。
- などが考えられるが本稿では(2)の方法を主体に考察する。

C. Dimension and performance of the UDB generator

UDB発電素子の実規模における試算は従来型のDB素子の実規模結果を参考に考察した。^{3,6}

従来型のDB素子は塩水濃度3.5%、コンパートメント数N=200、膜有効面積1m×1mで最大出力30~40W得られる。ここでは、その平均値35Wとして取り扱う。現在日本の水力発電所の平均発電電力8.2MWを発生させるにはこのDB発電素子を23.4万個集積する必要がある、素子のみによる規模は体積にして200×200×19.5m=780km³となる。一方、本研究室で従来型のDB素子を改良したUDB素子はイオン交換フィルター

(IEF)3枚重ね、かつ塩水濃度10%の場合は前記DB方式に比べ、同条件で現在のところ12.5倍の出力増加が見込めるので、素子の集積規模は50×50×25m=6.25km³と縮小可能になる。

D. SS-0 model harness applied to UDB generator

現在大島で脱塩装置として実用化されている大型電気透析装置（旭化成電気透析装置SS-0型）の概要は次の通りである。⁷

イオン交換膜：1.3m×1.3m
その有効膜面積：1.2m²×1.2m
コンパートメント数：300
容積：3.2m×2m×1.8m、11.5m³

DB、UDB発電は脱塩装置の逆の原理を用いることにより発電する。よって、本プラントの発電素子としてSS-0型装置のプレスフレームを従来型DB発電素子のフレームとして流用した場合は以下ようになる。

DB発電素子の膜有効面積は1m²、一方SS-0型の膜有効面積は1.44m²であるので、前記DB発電出力の1.44倍となる。さらに、DB発電素子のコンパートメント数はN=200であり、SS-0型のコンパートメント数はその1.5倍のN=300である。従って、SS-0型フレームを使用した場合のDB発電素子は1.44×1.5≒2.2倍の出力が得られる。前記DB素子の出力は35Wであるので、SS-0型プレスフレームをDB発電素子として用いた場合の発生電力は1基当り2.16×35W=73.5Wの出力が得られる。⁶

さらに、SS-0型プレスフレームをUDB発電素子に適用した場合の発生電力は1基当り73.5W×12.5=943Wとなる。

そして、UDBメガフロート発電プラントの設備として変電設備、UDB素子、そしてメガフロートの3大設備を試算した結果をTable. 1に示す。

TABLE. 1. Volume of UDB power-plant.

	100 MW	500 MW
Substation equipment volume [Km ³]	15.3	76.5
UDB device SS-0 type	106,000	530,000
UDB device SS-0 type volume [Km ³]	1220	6100
Total volume [Km ³] Substation equipment and UDB device SS-0 type volume	1235	6176
Need mega-float (base) Inclusive of workspace	1 (0.81) 2	4 (4.06) 8

D. Arrangement of 100 and 500MW class UDB mega-float power-plant by simulation

現在、放射能の発生を伴う廃棄物処理問題を抱える原子力発電と、40年後に石油が枯渇すると予測されている石油火力に注目し、100及び500MW-UDBメガフロートで代替するシミュレーションを行う。そのシミュレーション基準を以下に示す。

- (1) シミュレーションに用いるのは100、500MW級2種のUDB発電とし、その選択は任意である。
- (2) 配置する河川は1級河川の河口の沿海とし、一部の2級河川も利用する。
- (3) シミュレーションでの総発電出力は平成7年度の原子力、石油火力の合計出力を目標とし、全ての河川を用いる訳ではない。⁸

FIG. 2. Arrangement of UDB mega-float power-plant in Japan.

(5) 日本の全国規模の電力供給方法として、電力系統の保守のし易さや、電力の安定供給の面から分散供給が望ましい。

以上の概念基準として日本地図上にUDB基地の分布させた状況をFIG. 2に示す。FIG. 2の詳細をTABLE. 2に示す。

平成7年度現在の日本の電気設備総出力は203 (GW) である。そのうち原子力発電全体では38.4 (GW)、石油火力発電全体では534 (GW) である。⁸FIG. 2の各河川の沖に100MW及び500MW-UDB発電を建設した場合は次のようになる。

TABLE. 2. Details of simulation.

	hokkai do	tohoku	tokyo	chubu	hokuri ku	kansai	chugo ku	shiko ku	kyushu	total
1st class river	11	12	8	13	12	10	13	8	20	109
2nd class river	4	4	4	0	0	0	0	0	0	12
spare river	4	0	0	0	1	0	0	0	0	7
500mw UDB	4	10 + 4	12 + 4	13	4	10	8	8	16	85
100mw UDB	7	6	0	0	7	0	5	0	4	29
output (MW)	2700	4600	8000	6500	2700	5000	4500	4000	8000	45400

全部を500MW-UDBとして建設した場合500 (MW) × 121基 = 60.5 (GW) となり、これは日本の全電気設備総出力の28.6% である。また石油火力発電の1270%、原子力発電全体の1570% となり、現在の原子力・石油火力合計の65.9% となる。また全部を100MW-UDBで建設する場合は100 (MW) × 121基 = 12.1 (GW) となる。これは日本の全電気設備総出力の5.78% で、石油火力の253%、原子力発電の315% となり、原子力・石油火力合計の140.5% となる。

前記5つのシミュレーション基準による電力出力の合計は45.4 (GW) であり、総出力の22.3%、原子力発電の95.1%、

石油火力発電の118.2% という結果となる。この場合は原子力・石油火力合計の52.7% となる。

IV. CONCLUSION

本報の考察の結果以下の結論を得た。

- (1) 近未来における石油あるいはウラン資源の枯渇と深刻化する環境汚染に対応した「UDBメガフロート発電構想」の全体を示した。
- (2) UDBメガフロート発電実規模プラントの構成はメガフロート、UDB素子、変電設備とし、100MW級プラントおよび500MW級プラントの容積を算出した。
- (3) 以上のプラントを日本の109の1級河川と1部の2級河川に配置してシミュレーションした結果、平成7年度における火力発電と原子力発電の52.7%の総出力が得られる。2級河川を利用することにより、さらに電力の増大が見込まれる。

REFERENCES

- ¹ Oil public corporation homepage (2000)
- ² S. Uegusa 「UDB Mega-float powerplant」 (1998)
- ³ M. Yamamoto 「The Development of the DB electrical generator for the realized plant」 (1998)
- ⁴ Mega-float technical society association 「Mega-float」 (1997)
- ⁵ T. Noguchi 「Energy civil engineering」 Corona Publishing CO. LTD. (1994)
- ⁶ F. SUDA 「Jurnal of Advansed Science Vol. 7」 (1995)
- ⁷ Asahi kasei 「Outline of filtration plant in Osima」 (1994)
- ⁸ Ministry of Internatinal Tarade 「An outline of power a development in Japanese」 Okumurainsatu, Tokyo (1997)

Presented at '99 SAS Intelligent Symposium