

電力系統의 發電效率 向上과 信賴性에 관한 研究*

(Reliability and Effectiveness of Electric Power Generating Systems)

金 永 輝**

Abstract

Frequency and duration method is a well known model in the generation reserve requirement planning area. In this paper, the model is used to measure the effect of increased failure rates of individual generating units on the capability of power system.

1. 緒 論

1962年 부터 시작된 數次에 걸친 經濟開發 5 個年計劃의 推進에 의한 工業化와 農漁村의 段階的인 電化事業에 따른 급격한 電力需要의 증가에 힘입어 우리나라의 電力系統은 1977年 8月 現在 設備容量 600萬 kw 들 超過하는 龐大한 시스템으로 發展하기에 이르렀다. 이와 같은 複雜한 시스템에서 일어나는 發電設備의 빈번한 事故停止(故障)現象은 電力系統의 供給能力을 低下시킴으로서 消費者에게 安定된 電力의 供給을 阻害할 뿐만 아니라 發電設備의 稼動率 低下에 따른 固定費의 增加와 빈번한 發電設備의 停止, 始動에 소요되는 發電用燃料의 消費로 電力原價를 上昇시키는 중요한 要因이 되고 있다. 이러한 理由 때문에 電力系統의 信賴性分析問題는 最近에 와서 電力系統分野의 중요한 研究課題로 등장하고 있다. 電力系統의 信賴性에 관한 初期의 研究(참고문헌 1, 3, 6)는 주로 發電系統을 計劃하는 과정에서 合理的인 豫備發電容量을 결정하는 문제에 局限되어 있었으나 研究가 進展됨에 따라 現在에 와서는 送電 및 配電系統까지도 包含하는 綜合的인

信賴性 모델을 수립할 수 있는 段階로 發展하기에 이르렀다.

Hall, Ringlee 그리고 Wood의 Frequency and Duration method(참고문헌 4, 5)는 發電系統을 對象으로 한 代表的인 信賴性 모델로 이 모델은 過去에 사용되던 Loss of Load Method와 Halperin-Adler의 Frequency and Duration method(참고문헌 6)를 더욱 發展시킨 것으로 생각할 수 있다. 이 모델은 發電設備와 有用性(availability), 故障의 頻度와 期間 그리고 故障으로 인한 出力不可能한 容量(cumulative capacity outage)의 算出을 可能하게 함으로서 豫備發電容量의 合理的인 決定근거를 제공해 주고 있다.

發電系統의 信賴性을 높이고 發展效率을 向上시키기 위해서는 效果的인 設備保全을 실시함으로써 發電系統을 構成하는 각 發電設備이 事故停止率(failure rate)을 最小로 維持하는 것이 무엇보다도 重要하다. 發電關係의 專門家들에 의하면 效果的인 設備保全을 위한 年間 保全費는 發電設備의 建設費의 約 2% 정도가 되는 것으로 알려지고 있다. 그러나 우리나라의 경우 韓電의 關係資料에 의하면 發電系統의 設備保全을 위해 年間 投入되는 費用은 發電設備의 建設費의 約 1%에 不過한 것으로 나타나고 있다. 이러한 結果로 우리나라의 發電設備의 事故停止率은 外國의 경우에 비해 훨씬 높은 實情이다. 本研究의 目的은 Hall, Ringlee, Wood

* 본연구는 1978년도 문교부학술연구조성비에 의하여 이루어진 것임.

** 高麗大學校

의 Frequency and Duration Method를 利用하여 發電系統을 構成하는 各 發電設備의 事故停止率의 增加가 系統全體의 電力供給 能力에 어떠한 影響을 미치는 가를 測定해 보자는 데 있다.

2. Frequency and Duration Method

Frequency and Duration method(참고문헌 4,5)는 大략 다음과 같이 要約된다.

發電設備과 같이 故障이 나면 修理를 하여 다시 稼動시킬 수 있는 設備에서 故障率(failure rate)과 修理率(repair rate)이 時間에 관계 없이 일정할 경우에는 그 發電設備의 狀態(state), 즉 發電設備가 出力可能한 狀態에 있는가 아니면 故障이 난 狀態에 있는가에 關한 model로 Markov Process 등 利用할 수가 있다. 지금 發電設備의 出力可能한 狀態를 "1" 故障이 난 狀態를 "2"로 表示한다면 稼動①→故障修理②의 週期를 반복하는 任意的 發電設備의 稼動狀況에 關한 Markov Process의 transition diagram는 그림 1과 같이 나타낼 수가 있다.

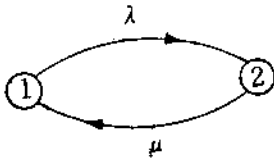


그림 1 2개의 狀態를 가지는 Markov process transition diagram

여기서 λ과 μ는 각각 單位時間(일반적으로 是 日)當의 故障率과 修理率을 나타내며 發電設備의 狀態에 關한 장기적인 豫測에 관계되는 諸般 特性과 λ, μ와 의 사 이에 는 다음과 같은 關係를 成立한다.

$$T=1/f, \text{ 週期}$$

f=頻度(單位時間當 발생하는 稼動→停止의 回數)

$$m=1/\lambda, \text{ 平均持續稼動時間(日)}$$

$$r=1/\mu, \text{ 平均修理時間(日)}$$

有用性(availability)은 發電設備과 같이 修理可能한 設備의 有效性(effectiveness)을 測定하는 중요한 尺度의 하나로 장기적인 有用性의 平均值 또는 正常狀態의 有用性(steady state availability) A는 다음 식으로 定義된다.

$$A = \frac{m}{m+r} = \frac{T}{m}$$

$$\bar{A} = 1 - A = \frac{r}{T}$$

방금 定義한 有用性 A, 위에서 定義한 model의 諸

般 特性 사이에는 다음 關係가 成立한다.

$$\lambda = \frac{1}{AT} \tag{1}$$

$$\mu = \frac{1}{\bar{A}T} \tag{2}$$

$$f = A\lambda = \bar{A}\mu \tag{3}$$

그림 1에서 狀態 "1"을 기준으로 할 때 λ는 狀態 "1"에서 다른 狀態로 稼動하는 rate of departure를 나타내며 μ는 다른 狀態에서 狀態"1"로 移動해 들어오는 rate of entry를 나타낸다. 따라서 그림 1와 식(3)을 參考로 하면 單位時間에 Markov Process가 狀態 "1"에 轉入 또는 轉出하는 頻度 f₁은 다음 식으로 나타낼 수 있으리라는 것을 알 수 있다.

$$f_1 = A\lambda \tag{4}$$

또는

$$f_1 = \bar{A}\mu \tag{5}$$

2臺의 發電設備를 並列運轉하는 경우에는 狀態의 數는 2²=4가 된다. 이 4개의 狀態와 이 경우에 대응하는 Markov Process의 transition diagram을 表 1과 그림 2에 각각 表示하였다. 이 model에서 各 發電設備가 稼動 또는 修理中에 있을 確率은 서로 獨立이다. 表 1의 마지막 欄은 Process가 주어진 狀態에서 다른 狀態로 移動하는 rate of departure를 나타내며 주어진 狀態에서의 平均殘留時間(mean time in residence in a state)은 해당 rate of departure의 逆數가 된다. 또 가령 예

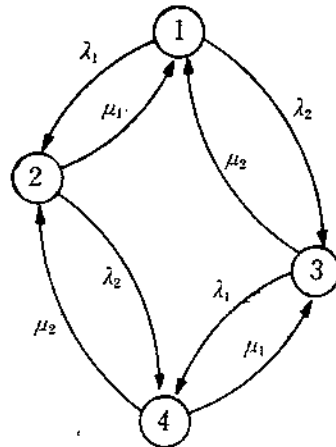


그림 2 4개의 狀態를 가지는 Markov process의 transition diagram

를 들어 狀態"2"로 Process가 移動하는 平均週期는 다음 식으로 주어진다.

$$T_2 = 1/[A_{state 2}(\lambda_2 + \mu_1)]$$

지금 並列運轉을 하는 2臺의 發電設備의 諸般特性

表 1 並列運轉을 하는 2臺의 發展設備의 狀態

State Number	Machine 1	Machine 2	Rare of Departure
1	up	up	$\lambda_1 + \lambda_2$
2	down	up	$\mu_1 + \lambda_2$
3	up	down	$\lambda_1 + \mu_2$
4	down	down	$\mu_1 + \mu_2$

이 表 2와 같이 주어진 경우를 생각하여 보자.

表 2 2臺의 發電設備의 特性

設備 番號	設備容量 (MW)	有用性	r (days)	μ (per day)	λ (per day)
1	20	0.9800	2.040816	0.49	0.01
2	30	0.9800	2.040816	0.49	0.01

이 경우 表 1에서 정의한 4 狀態(出力可能한 容量에 대응하는 有用性 및 各 狀態가 일어나는 平均週期를 計算하면 表 3과 같은 結果가 얻어진다.

表 3 2臺의 發電設備의 狀態와 그 特性

狀態 番號	可能出力 (MW)	A	Rate of Departure (per day)	週 期 (days)
1	50	0.9604	$\lambda_1 + \lambda_2 = 0.06$	52.0616
2	30	0.0196	$\mu_1 + \lambda_2 = 0.50$	102.0408
3	20	0.0196	$\lambda_1 + \mu_2 = 0.050$	102.0408
4	0	0.0004	$\mu_1 + \mu_2 = 0.98$	2551.02

Cumulative-Event Cycle Time

Loss of load probability method에서와 같이 Frequency and duration method에서도 便宜上 電力系統의 有效性을 나타내는 尺度로서는 “어떤 容量의 出力不可能한 狀態가 얼마나 자주 일어나느냐?” 보다는 “어떤 容量 또는 그 以上の 出力不可能한 狀態가 얼마나 자주 일어나느냐?”는 表現方法을 使用한다. 이러한 表現方法을 使用하기 위해서는 各 狀態가 이에 대응하여 “주어진 容量 또는 그 以上の 出力이 不可能한 狀態”를 나타내도록 狀態에 관한 概念을 다시 定義하지 않으면 안된다. 앞에서 考察한 바 있는 2臺의 發電設備을 並列運轉하는 경우를 利用하여 이 새로운 狀態에 관한 概念을 例示해 보면 다음과 같다. 그림 3은 2臺의 發電設備의 例에 관한 2가지 狀態 즉 “exact state”와 “cumulative state”의 關係를 圖示한 것이다. 이 그림에서 狀態를 表示하는 番號 위에 “1”표를 한 것이 “주어진 容量 또는 그 以上の 出力이 不可

能한 狀態” 즉 Cumulative state를 나타내는 狀態番號이며 ○안의 數字는 表 3에 表示된

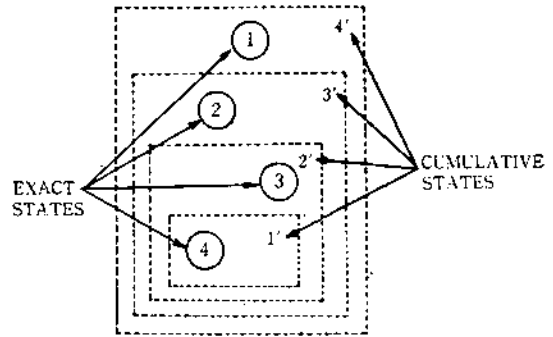


그림 3 EXACT STATE와 CUMULATIVE STATE의 關係

원래의 狀態 즉 exact state를 나타내는 番號이다. 이 그림을 보면 새로운 狀態 1'은 원래의 狀態 4와 같으며 새로운 狀態 2'은 원래의 狀態 3과 4를 包含하는 등의 關係가 成立한다는 것을 알 수 있다.

이러한 結果로부터 狀態 1'이 일어나는 頻度, f_1' 은 다음 式으로 주어진다.

$$f_1' = A_4(\mu_1 + \mu_2) = f_4$$

즉 狀態 1'이 일어나는 頻度は 狀態 4가 일어나는 頻도와 같다. 또 狀態 2'이 일어나는 頻度 f_2' 은 狀態 1'이 일어나는 頻度 f_1' 과 狀態 1에서 狀態 3으로 移動해 들어가는 頻度 $A_3\mu_2$ 를 합한 것 보다 狀態 3에서 狀態 4로 移動해 들어가는 頻度 $A_3\lambda_1$ 만큼이 적으므로 다음 式으로 주어진다라는 것을 立證할 수가 있다.

$$f_2' = f_1' - A_3\lambda_1 + A_3\mu_2$$

이와 같은 結果를 發電設備 여러臺로 構成되는 電力系統의 경우에도 適用할 수 있도록 一般化하기 위해서 지금 exact state k에서의 transition rates, λ_{k+1} 와 λ_{k-1} 를 다음과 같이 定義하면

$$\lambda_{k+1} = \lambda_{k+1} = \text{주어진 크기의 出力이 可能한 狀態 } k \text{에서}$$

$$\text{보다 큰 出力이 可能한 狀態로 移動하는}$$

$$\text{rate of transition}$$

$$\lambda_{k-1} = \lambda_{k-1} = \text{주어진 크기의 出力이 可能한 狀態 } k \text{에서}$$

$$\text{보다 작은 出力이 可能한 狀態로 移動하는}$$

$$\text{rate of transition}$$

一定한 크기 또는 그 以下の 出力이 可能한 狀態가 일어나는 頻度は 式(6)과 같은 순환식(recursive relationship)으로부터 구할 수 있다.

$$f_n = f_{n-1} - A_n\lambda_{n-1} + A_n\lambda_{n+1} \tag{6}$$

여기서 A_k 는 exact state k의 有用性(availability)이고 Cumulative state를 나타내는 f_n, f_{n-1} 에서는 便宜上 “'”표를 사용하지 않고 下部文字로 n, n-1 등을

사용하였다. 마찬가지로 Cumulative state n 의 有用性은 다음 關係式을 利用하여 구할 수 있다.

$$A_n = A_{n-1} + A_k \quad (7)$$

同一한 出力을 나타내는 狀態의 統合

一般的으로 r 개의 發電設備로 構成되는 電力系統에서 統狀態의 數는 2^r 개로 주어진다. 그러나 電力系統을 構成하는 發電設備 가운데에는 設備容量이 같은 것이 여러개 있을 수 있고 또 設備容量이 같지 않은 경우에도 一定 容量의 倍數가 되는 設備가 여러개 있기 때문에 2^r 개의 狀態 가운데에는 그 出力이 同一한 規模의 出力을 나타내는 狀態는 모두 統合할 必要가 있다.

지금 同一한 規模의 出力을 가지는 2개의 狀態를 각각 i, j 라 하고 k 를 同一한 出力을 가지는 狀態끼리 統合된 狀態, 그리고 그 出力 可能한 容量을 각각 C_i, C_j, C_k 라 하던 統合된 狀態 k 의 出力 可能한 容量, 有用性, 그리고 이 狀態가 일어나는 頻度는 다음 式으로 주어진다.

$$C_k = C_i = C_j \quad (8)$$

$$A_k = A_i + A_j \quad (9)$$

$$f_k = f_i + f_j \quad (10)$$

또 狀態 k 로 부터 可能出力이 높은 狀態로 移動하는 rate of departure와 可能出力이 낮은 狀態로 移動하는 rate of departure는 각각 다음 式으로 주어진다.

$$A_k \lambda_{k,p}, k = A_i \lambda_{k,p}, i + A_j \lambda_{k,p}, j \quad (11)$$

$$A_k \lambda_{k,d}, k = A_i \lambda_{k,d}, i + A_j \lambda_{k,d}, j \quad (12)$$

式 (6)~(11)을 利用하여 우리는 電力系統의 exact capacity state와 cumulative capacity state에 관한 諸般 特性을 算出해낼 수 있다.

3. 發電設備의 事故停止率이 電力系統의 供給能力에 미치는 影響

表 4는 假想的인 電力系統을 構成하는 24台的 火力發電設備의 事故停止 및 故障修理에 관한 데이터이다. 이 데이터는 韓國電力이 保有하고 있는 火力發電設備의 事故停止 및 故障修理에 관한 過去의 데이터(참고 문헌 7)를 다소 修正하여 얻어진 것이므로 이 假想的인 電力系統은 그 規模나 設備保全 現況이란 觀點에서 韓國의 實情을 어느 程度까지는 反映하고 있는 것으로 생각된다.

아래에서는 이 假想的인 電力系統에서 각 設備의 事

表 4 假想的인 電力系統을 構成하는 發電設備의 特性

發電設備番號	容量(MW)	λ (day)	μ (day)	A	λ_0 (day)	A_0
1	50	0.116	0.887	0.8783	0.015	0.9824
2	50	0.136	0.239	0.6373	0.015	0.9409
3	100	0.018	0.571	0.8763	0.020	0.9606
4	200	0.085	0.571	0.8704	0.040	0.9501
5	200	0.072	1.481	0.9536	0.040	0.9737
6	175	0.062	0.522	0.8938	0.030	0.9457
7	150	0.067	0.608	0.9007	0.030	0.9323
8	200	0.057	0.574	0.9097	0.040	0.9503
9	125	0.062	0.635	0.9110	0.025	0.9621
10	100	0.054	0.488	0.9004	0.020	0.9663
11	25	0.046	0.539	0.9214	0.0125	0.9773
12	50	0.047	0.316	0.8705	0.015	0.9547
13	250	0.045	0.503	0.9179	0.050	0.9096
14	25	0.040	0.157	0.9666	0.0125	0.9893
15	300	0.048	0.401	0.8931	0.060	0.8698
16	125	0.039	0.452	0.9206	0.025	0.9476
17	25	0.034	0.810	0.9597	0.0125	0.9848
18	150	0.038	0.413	0.9157	0.030	0.9323
19	300	0.032	0.271	0.8944	0.060	0.8187
20	25	0.025	0.901	0.9730	0.0125	0.9863
21	25	0.022	1.005	0.9786	0.0125	0.9877
22	75	0.021	0.182	0.8966	0.0175	0.9123
23	250	0.013	0.277	0.9552	0.050	0.8471
24	250	0.006	0.859	0.9921	0.050	0.9450

$$A = \frac{\mu}{\lambda + \mu}$$

$$A_0 = \frac{\mu}{\lambda_0 + \mu}$$

EQUIVALENT FORCED OUTAGE RATE VS. UNIT SIZE

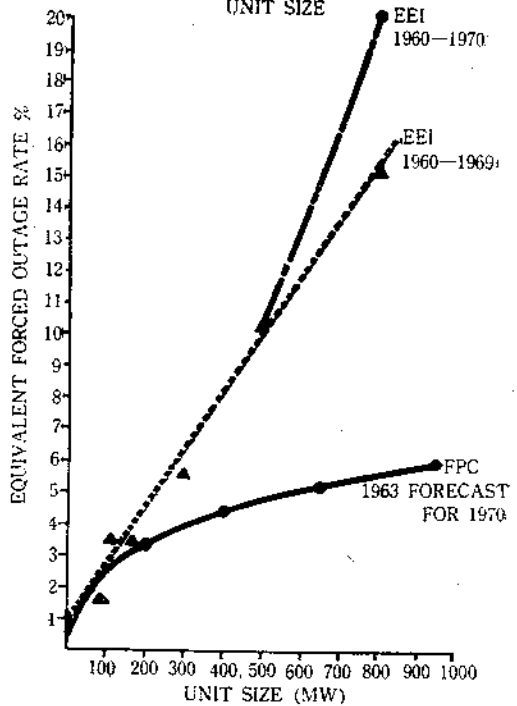


그림 4. 設備容量에 따른 事故停止率

表 5

RESULTS FOR 24-MACHINE SYSTEM

OUTAGE (MW)	EXACT OUTAGE STATES			CUMULATIVE OUTAGE STATES		
	AVAILABILITY	FREQUENCY	CYCLE TIME	AVAILABILITY	FREQUENCY	CYCLE TIME
	(PER DAYS)	(PER DAYS)	(DAYS)	(PER DAYS)	(PER DAYS)	(DAYS)
0	0.242043	0.169430	5.90	1.000000	—	—
25	0.018352	0.027761	36.02	0.757957	1.098967	0.91
50	0.031570	0.033431	29.91	0.739605	1.071206	0.93
75	0.025628	0.024490	40.83	0.708035	1.037776	0.96
100	0.021403	0.027063	36.95	0.682407	1.013287	0.99
125	0.027439	0.034311	29.15	0.661004	0.986224	1.01
150	0.033890	0.042040	23.79	0.633565	0.951913	1.05
175	0.021193	0.028638	34.92	0.599675	0.909873	1.10
200	0.039824	0.057874	17.28	0.578482	0.881235	1.13
225	0.009649	0.016701	59.88	0.538658	0.823361	1.21
250	0.091093	0.104429	9.49	0.529009	0.806660	1.24
275	0.014494	0.026088	38.33	0.437916	0.701232	1.43
300	0.106572	0.113559	8.81	0.423423	0.675143	1.48
325	0.021837	0.035914	27.84	0.316851	0.561584	1.78
350	0.024392	0.038277	26.13	0.295014	0.525670	1.90
375	0.022363	0.034267	29.18	0.270623	0.487393	2.05
400	0.022317	0.037403	26.74	0.248259	0.453126	2.21
425	0.018756	0.031211	32.04	0.225943	0.415723	2.41
450	0.027152	0.546447	21.53	0.207186	0.384512	2.60
475	0.012046	0.021896	45.67	0.180035	0.338065	2.96
500	0.026809	0.046732	21.40	0.167988	0.316169	3.16
525	0.007568	0.016022	62.42	0.141180	0.269438	3.71
550	0.037284	0.055786	17.93	0.133612	0.253416	3.95
575	0.008642	0.018321	54.58	0.096328	0.197630	5.06
600	0.016948	0.028062	35.64	0.087686	0.179309	5.58
625	0.008424	0.016821	59.45	0.070739	0.151247	6.61
650	0.007963	0.16639	60.10	0.062315	0.134426	7.44
675	0.006868	0.014003	71.41	0.054352	0.117787	8.49
700	0.007811	0.016374	61.07	0.047484	0.103784	9.64
725	0.004755	0.010130	98.72	0.039674	0.087410	11.44
750	0.007320	0.015644	63.92	0.034919	0.077281	12.94
775	0.002752	0.006490	154.09	0.027566	0.061637	16.22
800	0.006145	0.012724	78.59	0.024847	0.055147	18.13
825	0.002125	0.005274	186.61	0.018702	0.042423	23.57
850	0.004566	0.006043	110.58	0.016577	0.037146	26.92
875	0.001872	0.004573	218.66	0.012011	0.028106	35.58
900	0.001718	0.004190	238.64	0.010139	0.023532	42.49
925	0.001413	0.003378	269.01	0.008421	0.019342	51.70
950	0.001328	0.003290	30.398	0.007008	0.015964	62.64
975	0.000935	0.002252	444.07	0.005680	0.012674	78.90
1000	0.001162	0.002824	354.08	0.004745	0.010422	95.95
1025	0.000556	0.001344	743.90	0.003583	0.007598	131.62

故停止率의 增加가 系統全體의 電力供給 能力이 어떠한 영향을 미치는가를 評價해 보기로 한다. 그림 4는 美國의 EEI(Edison Electric Institute)에서 調査한 發

電設備의 容量別 事故停止率을 그래프(참고문헌 2)로 나타낸 것으로 本研究에서는 이 그래프의 데이터를 發電設備에 대한 適切な 保全을 實施할 때의 事故停止率

表 6

RESULTS FOR 24-MACHINE SYSTEM

OUTAGE (MW)	EXACT OUTAGE STATES			CUMULATIVE OUTAGE STATES		
	AVAILABILITY	FREQUENCY (PER DAYS)	CYCLE TIME (DAYS)	AVAILABILITY	FREQUENCY (PER DAYS)	CYCLE TIME (DAYS)
0	0.091086	0.113675	8.80	1.000000	—	—
25	0.019262	0.038526	25.96	0.908915	2.027184	0.49
50	0.079524	0.119716	8.35	0.889653	1.988658	0.50
75	0.027058	0.051828	19.29	0.810129	1.868942	0.54
100	0.043225	0.079878	12.55	0.783071	1.817115	0.55
125	0.034371	0.066036	15.14	0.739846	1.737437	0.58
150	0.045250	0.087967	11.37	0.705476	1.671402	0.60
175	0.038480	0.078808	12.69	0.660225	1.583435	0.63
200	0.057354	0.117476	8.51	0.621745	1.504627	0.66
225	0.032262	0.074413	13.44	0.564391	1.387152	0.72
250	0.054713	0.115945	8.62	0.532129	1.012738	0.76
275	0.028333	0.069805	14.33	0.477416	1.196794	0.84
300	0.059093	0.120637	8.29	0.449083	1.126989	0.89
325	0.030784	0.076801	13.02	0.389991	1.006352	0.99
350	0.046138	0.103610	9.65	0.359201	0.929552	1.08
375	0.029303	0.074373	13.45	0.313068	0.825942	1.21
400	0.032296	0.081013	12.34	0.283765	0.751569	1.33
425	0.025451	0.065862	15.18	0.251469	0.670556	1.49
450	0.028878	0.073885	13.53	0.226018	0.604695	1.65
475	0.021417	0.057357	17.43	0.197140	0.530810	1.88
500	0.026315	0.068262	14.65	0.175724	0.473453	2.11
525	0.016695	0.047193	21.19	0.149409	0.405171	2.47
550	0.021124	0.055809	17.92	0.132714	0.357978	2.79
575	0.013349	0.038702	25.84	0.111591	0.302170	3.31
600	0.015721	0.042551	23.50	0.098241	0.263467	3.80
625	0.011068	0.032122	31.13	0.082520	0.220916	4.53
650	0.011347	0.031992	31.26	0.071452	0.188795	5.30
675	0.008686	0.025228	39.64	0.060105	0.156803	6.38
700	0.008242	0.023761	42.09	0.051419	0.131575	7.60
725	0.006354	0.018401	54.34	0.043177	0.107814	9.28
750	0.006352	0.018062	55.37	0.036823	0.089413	11.18
775	0.004535	0.013048	76.64	0.030471	0.071351	14.02
800	0.004603	0.012877	77.66	0.025936	0.058303	17.15
825	0.003199	0.009020	110.87	0.021332	0.045426	22.01
850	0.003095	0.008447	118.38	0.018134	0.036406	27.47
875	0.002247	0.006088	164.25	0.015039	0.027959	35.77
900	0.002002	0.005311	188.29	0.012791	0.021871	45.72
925	0.001537	0.003947	253.37	0.010789	0.016560	60.39
950	0.001294	0.003303	302.77	0.009252	0.012613	79.28
975	0.000985	0.002364	422.95	0.007958	0.009310	107.41
1000	0.000827	0.001996	501.08	0.006974	0.006946	143.96
1025	0.000596	0.001317	759.40	0.006147	0.004950	202.00

의 표준값로 사용하였다. 表 4에서 λ_0 는 이 표준事故停止率을 나타내고 있다.

表 5는 假想的인 電力系統을 構成하는 發電設備의

保全狀態가 滿足스러운 狀態(表 4에서 事故停止率 λ_0 일 때)에 있을 경우의 系統의 電力供給 能力을 Frequency and Duration method를 利用하여 算出한 結果

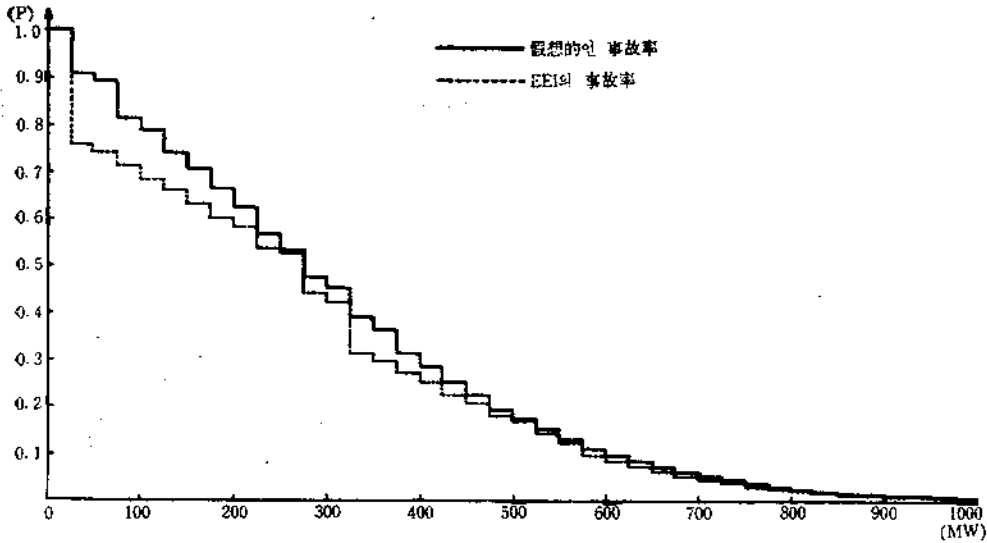


그림 5 假想的인 電力系統의 Cumulative Capacity State

이다. 또 表 6 은 이 電力系統을 構成하는 發電設備의 保全狀態가 現狀(表 4 에서 事故停止率이 2에 해당)과 같을 경우의 系統의 電力供給 能力을 表 5와 같은 方法으로 算出한 結果이다. 그림 5는 系統을 構成하는 發電設備의 事故停止率의 增加가 電力系統의 供給 能力을 어느 程度나 低下시키는가를 판단하기 위하여 表 5와 表 6에서 얻어진 結果로부터 각 Cumulative capacity State이 일어날 確率을 그래프로 나타낸 것이다.

이 그래프를 보면 確率의 水準에 따라 多少의 差異는 있지만 表 4에 提示된 假想的인 電力系統에서 發電設備의 事故停止率의 增加가 表 4의 데이터와 같을 경우 電力系統의 供給能力은 約 50—75MW가 減少된다는 事實을 알 수 있다. 이 結果는 全體의 電力系統의 設備容量의 約 2%에 해당한다. 앞에서는 發電設備가 稼動할 때에는 定格出力을 모두 낼 수 있다는 假정을 하였으나 設備의 部分的인 劣化로 인한 減發까지를 勘案한다면 이러한 數値는 더 增加하리라는 것이 豫想된다.

4. 結 言

電力系統의 發電效率을 向上시키고 높은 信賴性을 維持하기 위해서는 適切한 保全活動을 통해서 系統을 構成하는 各種 設備의 事故停止率을 最小水準에서 維持하는 것이 무엇보다도 중요하다. 保全活動이 잘 이루어지지 않는 경우에는 發電設備의 빈번한 事故停止의 발생으로 電力系統의 供給能力이 低下될 뿐만이 아니

라 빈번한 停止—始動으로 인한 燃料의 낭비를 招來하며 또 低下되는 電力의 供給能力을 補充하기 위해서 餘分の 發電設備를 確保하지 않으면 안된다. 따라서 合理的인 保全活動을 위한 投資規模를 결정하기 위해서는 系統의 電力供給能力을 補充하기 위해서 設備의 增設에 소요되는 費用과 系統의 信賴性 向上을 위한 保全活動이 소요되는 費用間의 trade-off analysis를 實施하여 보는 것이 價値있는 일이라 생각된다.

本 研究에서는 Hall 등(참고문헌 4.5)이 개발한 Frequency and Duration Method를 利用하여 電力系統을 構成하는 發電設備의 事故停止의 增加가 系統 全體의 系統의 供給能力에 어떠한 影響을 미치는가를 假想的인 電力데이터를 使用하여 例示하였다. 그러나 위에서 言及한 trade-off analysis에 이와 같은 方法을 使用하기 위해서는 保全活動에 投入되는 費用과 設備의 事故停止率, 그리고 修理率간의 量的인 關係를 把握하는 것이 중요한 課題로 등장하리라고 생각된다.

參 考 文 獻

1. AIEE Subcommittee Report. "Application of Probability methods to Generating Capacity Problems, AIEE Trans. (Power Apparatus and Systems), Vol. 79, pp. 1165—1182, 1960
2. Billington, R. and J. Kransnodebski, "Practical Application of Reliability and Maintainability Concepts to Generating Station Design," IEEE Trans. PAS 92 (6), 1963

3. V.M. Cook, C.D. Galloway, M.J. Steinberg and A.J. Wood, "Determination of Requirements of Two Inter-connected Systems," *IEEE Trans. PAS Vol. 82 Apr 1963*
4. Hall, J.D., R.J. Ringlee and A.J. Wood, "Frequency and Duration methods for Power System Reliability Calculations: I-Generation System model," *IEEE Trans, IEEE Trans. PAS 87(9), 1968*
5. Hall, J.D., R.J. Ringlee and A.J. Wood, *Power System Reliability Calculations*, The MIT Press, Cambridge, Mass., 1973
6. H. Halperin and H.A. Adler, "Determination of Reserve Generating Capability," *AIEE Trans. PAS. Vol. 77 Aug. 1958*
7. 韓國電力株式會社 經營診斷報告書 高麗大學校 企業經營研究所. 1977. 6.