

Assessment of Available Transfer Capability (ATC) considering Real-time Weather Conditions

김 동 민* · 배 인 수** · 김 진 오†
(Dong-Min Kim · In-Su Bae · Jin-O Kim)

Abstract - Total Transfer Capability (TTC) should be pre-determined in order to estimate Available Transfer Capability (ATC). Typically, TTC is determined by considering three categories; voltage, stability and thermal limits. Among these, thermal limits are treated mainly in this paper on the evaluation of TTC due to the relatively short transmission line length of Korea Electric Power Corporation (KEPCO) system. This paper presents a new approach to evaluate the TTC using the Dynamic Line Rating (DLR) for the thermal limit. Since the approach includes not only traditional electrical constraints but also real-time environmental constraints, this paper obtains more cost-effective and exact results. A case study using KEPCO system confirms that the proposed method is useful for real-time operation and the planning of the electricity market.

Key Words : Total Transfer Capability (TTC), Heat Balance Equation, Dynamic Line Rating (DLR), Loadability

1. 서 론

국내 전력산업은 수년 전부터 산업구조를 수직통합체제에서 경쟁체제로 전환하기 위한 구조개편을 진행해 왔고, 이에 따라 전력거래에 참여하는 전력회사들에게 경제성과 효율성이 강조되고 있다. 따라서 발전회사 분리 이후, 전력시장의 완전개방을 고려한 개별 사업자의 최대 이익을 목적으로 하는 연구가 각 분야에서 활발히 이루어지고 있다. 특히 전력시장이 개방되면, 송전선을 안정적으로 운용하면서 동시에 상업적 이용을 극대화하기 위해, 기존에 사용하고 있는 용량에 추가적으로 사용할 수 있는 가용송전용량(Available Transfer Capability : ATC)의 정확한 산정은 매우 중요하다[1]. 이에 따라 전력 선진국을 중심으로 ATC 산정에 관한 연구가 활발히 진행되었으며, 특히 초기에는 연속조류계산법(Continuous Power Flow : CPF), 전력 전송 분배 인자(Power Transfer Distribution Factor : PTDF) 등, 주로 계산속도의 향상을 목적으로 정적 한계(Static limits)만을 고려한 계산기법이 다수 개발되었다[2]-[7]. 이후, 확률론적인 접근[8], [9] 및 동적 안정도 한계를 고려한 산정방법[10] 등 정적 한계로는 표현되지 못한 취약부분을 고려한 다각적인 ATC 연구가 수행되었다. 그러나 이들은 모든 계통에 적용할 수 있는 일반적 방법론에 대한 연구로, 기온, 풍속 등의 기상상태 및 선로의 길이와 같은 계통마다 상이한 고유의

외부요인들은 고려되지 않았다.

따라서 각국의 실제 계통상황에 맞는 실용적인 ATC의 평가가 필요한 시점이며, 이에 본 연구는 새로운 계산 기법의 제안이 아닌, ATC를 실용적인 측면에서 합리적으로 평가하는데 목적을 둔다.

본 논문은 기존의 단일 열적 한계치 적용의 비경제성을 극복하고자 실시간 기상 상태를 고려한 동적 송전용량(Dynamic Line Rating : DLR)을 적용하여 ATC를 계산하는 방법을 제안한다. 이는 국내 실 계통의 사례연구를 통해 다양한 관점에서 그 결과를 비교 분석하였다.

2. 가용송전용량 (ATC)

북미 신뢰도 위원회(North American Electric Reliability Council : NERC)의 정의에 따르면 가용송전용량(ATC)의 계산은 송전선을 안정적으로 운용하면서 상업적 이용을 확대하기 위하여, 기존에 사용하고 있는 용량에 추가적으로 사용할 수 있는 송전용량, 즉 송전계통에 주어진 시간동안 사용하지 않고 남아 있는 용량을 측정하는 것이다[1]. ATC는 다음과 같이 계산 된다.

$$ATC = TTC - TRM - ETC \text{ (CBM 포함)} \quad (1)$$

여기서, 총송전용량(Total Transfer Capability : TTC)은 한 지역에서 다른 지역으로 계통 안전도의 위반 없이 안전하게 송전할 수 있는 최대 송전량이며, 송전 신뢰도 여유도(Transmission Reliability Margin : TRM)는 계통의 불확실성을 고려하여 전력계통의 안정적인 운전의 보장을 위해 필요한 양, 설비편익 여유도(Capacity Benefit Margin : CBM)는 발전설비 신뢰도 기준을 만족시키기 위해 필요한 양, 그리고 ETC는 현재 사용용량을 나타낸다.

† 교신저자, 정희원 : 한양대 공대 전기공학과 정교수 · 공박
E-mail : jokim@hanyang.ac.kr

* 정희원 : 한양대 공대 전기공학과 박사과정

** 정희원 : 강원대 공대 전기공학과 전임강사 · 공박

접수일자 : 2009년 10월 31일

최종완료 : 2010년 1월 14일

2.1 총송전용량 (TTC)의 결정

신뢰성을 보장하며 지역 간 전송할 수 있는 최대 송전용량으로 정의하는 TTC는 계통의 물리적, 혹은 전기적 한계로 제약받게 된다. 일반적으로 송전용량은 그 도체가 허용할 수 있는 전류에 대한 열용량, 송전 선로의 송수전단 전압강하 한계 값 및 계통의 안정도 여유에 의해 제약을 받는다. 따라서 TTC는 결정 시점의 열, 전압, 안정도 한계치의 최소값으로 결정한다.

$$TTC = \text{Min of } \{ \text{Thermal, Voltage, Stability limit} \} \quad (2)$$

그림 1은 식 (1)의 ATC를 계산의 개념과 식 (2)의 TTC를 결정을 위한 제한요소를 표현한 것이다. 그림 1의 경우 TTC는 시간에 따라 안정도, 열, 전압, 열, 안정도, 열 한계의 순서로 제약되고 있음을 알 수 있다.

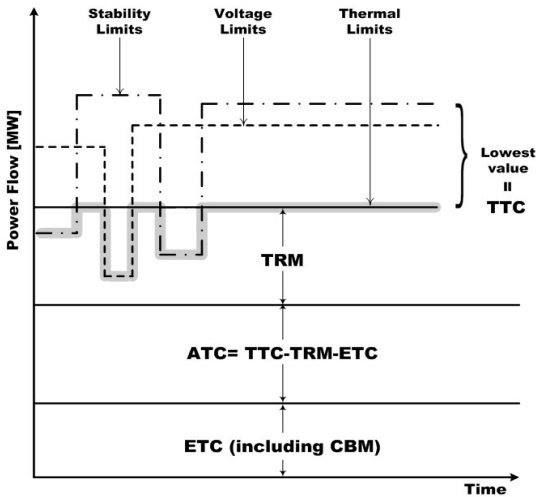


그림 1 ATC와 TTC의 개념도
Fig. 1 Concepts of ATC and TTC

2.2 계통의 불확실성을 고려한 여유용량 (TRM, CBM)

TRM은 계통 운영의 유연성을 확보함으로써 계통상태의 변화로부터 안전하게 계통을 운영할 수 있도록 산정되어야 한다. 따라서 TRM을 고려하기 위해서는 계통에서 발생 가능한 모든 경우를 고려해야만 한다.

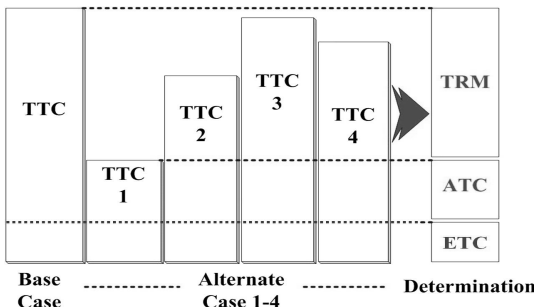


그림 2 TRM의 결정
Fig. 2 Determination of TRM

TRM을 결정하는 과정은 그림 2와 같다. 우선 Base Case TTC와 Alternative Case TTC를 모두 계산하고, 그 중에 가장 작은 값을 갖는 TTC와 Base Case TTC간의 차이가 TRM이 된다.

CBM은 발전설비 신뢰도 기준을 만족시키기 위한 예비력이다. 각 지역은 일정 수준의 발전설비 신뢰도를 유지하여야 하며, 발전설비 신뢰도를 계산하는 방법에는 결정론적 방법과 확률론적 방법이 있다. 결정론적 방법은 가장 큰 발전기의 손실에 대비한 예비용량, 혹은 이미 정해진 특정한 양의 예비용량을 유지하는 방법이다. 확률론적 방법은 일반적으로 사용되는 신뢰도 지수인 Loss of Load Expectation (LOLE) 등을 발전기 강제 고장, 유지보수 고장, 최소 정전 시간, 부하예측 등의 입력데이터를 이용하여 산정한다.

3. 계통상황 및 계절특성을 고려한 ATC 산정

3.1 국내 계통의 송전 선로 특성

본 논문에서는 국내 실 계통에서 ATC를 모의하기 위해, 국내 계통을 수도권과 비수도권 지역으로 구분하여 북상조류를 담당하는 345[kV]급 이상 주요 송전선로 6개를 그림 3과 같이 선정하였다.

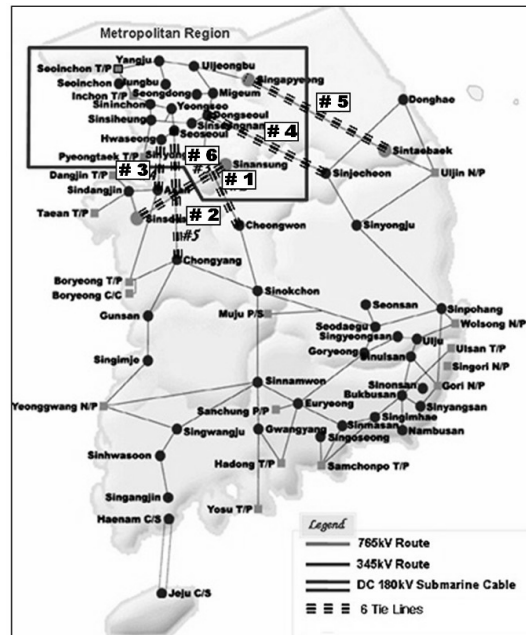


그림 3 국내 계통의 지역구분과 연계선로
Fig. 3 Six Tie Lines between Two Areas in Korea

Loadability 곡선은 개별 선로의 용량을 추정하는데 널리 사용되며 도체의 종류, 선로의 규격 및 송전 전압 등에 의해 차이가 있다. 그림 4는 345[kV]급 송전 선로의 경우 일반적으로 약 80[km] 이하에서는 열용량의 대부분을 송전할 수 있지만 그 이상에서는 전압강하의 유지가 문제가 됨을 설명하고 있다. 또한, 약 320[km]이상의 경우 안정도 여유가 송전용량을 제한하는 주요요인이 됨을 알 수 있다.

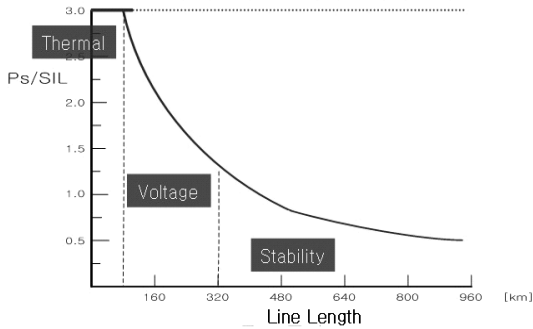


그림 4 Loadability 특성 (345[kV]급)
Fig. 4 Loadability Characteristics (345[kV] class)

그림 3에서 선정된 주요 연계선로의 길이를 고려하면(최대 160km 이하) 안정도 여유 한계치는 송전용량을 제한하는데 큰 영향을 주지 않으며, 전압강하는 Flexible AC transmission system (FACTS)와 같은 무효전력 보상 장치에 의해 많은 부분 보상된다. 따라서 국내 계통은 열적한계치가 TTC 결정에 가장 큰 영향을 준다. 이는 사례연구에서 실 계통의 상황을 고려한 다양한 결과 분석을 통해 구체적으로 다루도록 한다.

3.2 실시간 기상상태 고려한 동적 열용량(DLR) 의 계산

앞서 설명한 TTC의 세 가지 제한요소 중, 열적 한계치는 다른 요소와는 달리 물리적 제약조건이다. 다시 말해, 다른 전기적 제한요소는 계통의 전기적 상황에 따라 변하지만 열적한계치는 주변 환경 즉 기상조건에 따라 변경하여 적용할 수 있다. IEEE STD.748에서 제공하는 송전선로의 열평형 방정식은 다음과 같다[11].

$$I^2R(\theta) + Q_s = Q_R(\theta_C, \theta_A) + Q_C(\theta_C, \theta_A, V) \quad (3)$$

여기서 θ_C, θ_A, V 는 각각 선로의 온도, 기온, 풍속을 의미하며, Q_s, Q_R, Q_C 는 각각 태양복사의 열 이득, 태양복사의 열 손실, 대류에 의한 열 손실을 나타낸다. 이 방정식은 주로 송전열용량(I_{max})의 산정을 위해 식 (4)와 같이 활용될 수 있다.

$$I_{max} = \sqrt{\frac{Q_R(\theta_C^{Critical}, \theta_A) + Q_C(\theta_C^{Critical}, \theta_A, V) - Q_s}{R(\theta_C^{Critical})}} \quad (4)$$

여기서 선로의 허용온도($\theta_C^{Critical}$)는 평형방정식 (3)의 선로의 온도(θ_C)의 자리에 입력되고, 따라서 열용량(I_{max})은 선로에 허용되는 최대온도를 넘지 않는 전류의 양으로 정의된다.

정적열용량 (Static Line Rating: SLR)은 최악으로 규정된 기상조건 및 선로의 한계 허용온도를 식 (4)의 입력 상수로 결정하여 계산된 열용량이다. 그러나 일반적인 기상조건에서도 이 방정식은 항상 성립하므로, 이 기상요소들을 실시간으로 모니터링하여 입력 변수로 활용한다면, 실시간 동적

열용량 (Dynamic Line Rating: DLR)을 계산할 수 있다.

DLR의 계산 기법 및 적용사례는 이미 활발히 연구가 진행되었다[12]-[15]. 본 논문에서는 참고문헌 [15]의 기상 모니터 방식을 활용하여, 매 시간의 DLR을 계산하였다. 그림 5는 아산 T/L의 각 계절 대표일에 대해 SLR과 DLR을 계산하여 매 시간별로 비교한 그래프이다.

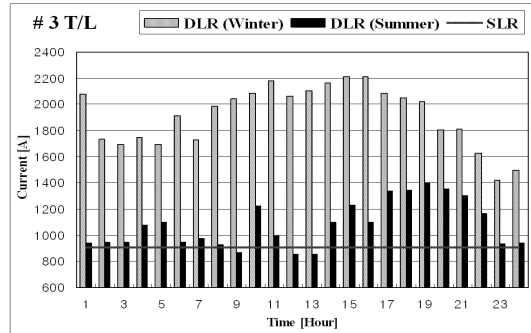


그림 5 열용량의 비교 (아산 T/L)
Fig. 5 Comparison of Thermal Ratings (#3 T/L)

그림 5에서, 겨울철 대표일의 경우, SLR에 비해 DLR은 거의 모든 시간대에서 월등히 높은 값을 보이고 있다. 따라서 송전 용량으로서 DLR을 사용하는 것이 전력 계통운영의 경제성 측면에서 바람직하다. 반면 여름철 대표일의 경우, 일부 시간대에는 현재 적용하고 있는 SLR보다 DLR이 낮은 시간대가 존재한다. 따라서 실 계통에서도 실시간으로 변화하는 기상자료를 이용하여 매시간 변화하는 DLR을 적용하는 것은 전력계통 운영의 경제성뿐만 아니라 안정성 면에서도 유용한 정확한 평가라 할 수 있다.

그림 6은 날씨 효과에 따른 열 정격의 실시간 변화를 설명하기 위해 TTC 산정의 기준이 되는 세 가지 제한요소를 그림 1과 같은 방법으로 표현한 개념도이다.

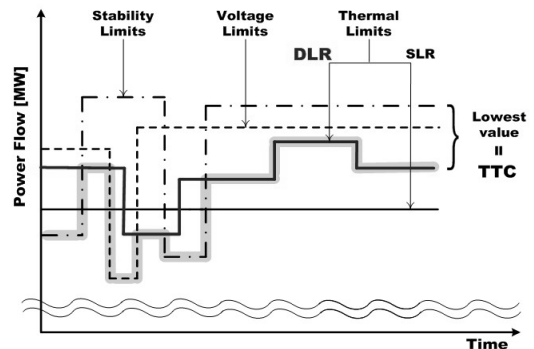


그림 6 기상상태를 고려한 TTC 결정
Fig. 6 Proposed Concept for TTC Determination

결국 매시간 변화하는 기상상태를 고려한 DLR을 ATC 계산에 적용하는 것은 기존의 방법에 비해 실시간 사용 가능한 용량을 정확히 평가하는 방법이 된다.

4. 사례 연구

본 논문에서 제안하는 선로의 길이 및 기상상태를 고려한 ATC 산정 방법의 효용성을 확인하기 위해, 국내 실계통을 이용하여 다양한 기준으로 ATC계산 결과를 분석하였다.

수도권과 비수도권 간 연계선로로 선정된 345[kV]급 이상의 주요 6개 북상선로는 PSS/E(ver.30)를 이용하여 조류 증가를 모의 하였고, 특정 선로 하나가 한계치에 도달하는 시점이 오면, 그때의 지역 간 총 송전량, 즉 6개 연계선로 조류의 총합을 Base Case의 TTC로 결정하였다[16].

4.1 선로 정보 및 모의 조건

TRM 계산을 위한 연계선로 및 각 지역 대표발전 설비의 정보는 표 1과 같으며, ATC 산정결과를 계절별로 비교하기 위해 표 2와 같이 대표시간을 선정하여 모의하였다.

표 1 연계선로 및 지역 대표발전 설비의 정보

Table 1 Information of Tie Lines and Generators

대상 설비	선로명	정격		
		공칭전압 [kV]	SLR [A/bundle]	열용량 [MW]
지역 간 연계 선로	신용인 (#1)	345	917	1086
	서청 (#2)			2173
	아산 (#3)			2173
	신제천 (#4)			2173
	신태백 (#5)	765		7290
	신안성 (#6)			7290

대상 설비	발전기 명	지역	최대 발전량 [MW]
각 지역의 대표 발전기	영흥	수도권	880
	울진	비수도권	1055

표 2 계절별 대표시간에 따른 지역별 발전량

Table 2 Seasonal Information of Generation amount

계절	구분	대표시간	발전량[MW]	
			수도권	비수도권
봄	off-peak	4월 8일 4시	5385.0	35519.0
	peak	4월 8일 19시	9122.0	40493.0
여름	off-peak	8월 8일 5시	3454.0	34997.5
	peak	8월 8일 15시	11617.0	43152.9
가을	off-peak	10월 8일 4시	3227.0	33084.9
	peak	10월 8일 15시	7974.0	40776.4
겨울	off-peak	1월 8일 4시	5453.0	39127.0
	peak	1월 8일 19시	10437.0	43323.2

4.2 단일 열용량 (SLR) 적용 결과

본 절에서는 TTC의 열적한계치에 SLR을 적용하는 기존의 방법으로 ATC를 산정한 결과를 전압강하 보상의 유무를 가정하여 비교한다.

4.2.1 전압강하를 완전 보상하는 경우

본 절은 전압강하를 완전히 보상하여 송전용량이 전적으

로 열용량의 한계치에 의해 결정된다고 가정하였다.

TRM 계산을 위해 고려한 상정사고 항목과 그에 따른 TTC 계산 결과들은 표 3과 같다.

표 3 Alternative Case의 TTC 계산결과 - 봄(off-peak)

Table 3 TTC Results of Alternative Cases in spring (off-peak)

Alternative Case		TTC 계산결과 [MW]
내용	대상 설비	
연계 선로 상정사고	신용인 (#1)	18614.1
	서청 (#2)	13468.9
	아산 (#3)	16499.7
	신제천 (#4)	19121.2
	신태백 (#5)	18461.3
	신안성 (#6)	12192.0
대표 발전기 고장	영흥	18862.1
	울진	19371.6
송전선로 용량 3%감소	6개 연계선로	19085.9

표 4는 표 3의 TTC 계산결과들을 이용하여 산정한 ATC 계산결과이다. 여기서 ETC에 CBM은 포함하지 않았으며, 순수하게 지역간 조류량만을 표현하였다.

표 4 봄 대표일(off-peak)의 ATC 계산결과

Table 4 ATC Results in Spring (off-peak)

TTC [MW]	TRM [MW]	ETC [MW]	ATC [MW]
19739.6	7547.6	8493.6	3698.4

같은 방법으로 표 2의 계절별 대표시간에 대한 ATC산정의 결과들은 표 5와 같다.

표 5 계절별, 시간대별 ATC 계산결과

Table 5 ATC Results using Table 2

계절	구분	TTC [MW]	TRM [MW]	ETC [MW]	ATC [MW]
봄	off-peak	19739.6	7547.6	8493.6	3698.4
	peak	19927.1	6992.7	11320.4	1614.0
여름	off-peak	21109.6	7214.1	9852.0	4043.5
	peak	21231.5	7457.6	10369.7	3034.2
가을	off-peak	19451.5	6956.8	8649.2	3845.5
	peak	20702.3	7021.9	11710.6	1949.8
겨울	off-peak	20460.9	7624.5	8825.9	4010.5
	peak	20502.8	7818.4	11062.5	1621.9

결과를 분석해보면, 모든 계절에서 peak시의 ATC는 off-peak에 비해 상대적으로 작은 값을 알 수 있다. 이는 부하가 집중된 수도권으로 북상하는 조류량(ETC)이 peak시 증가하는 국내 계통의 특성상 자명한 결과이다.

반면 연간 peak인 여름철 peak의 경우 오히려 다른 계절에 비해 ATC 결과는 큰 수치를 보인다. 이는 다른 계절에는 비수도권의 대용량 발전기들에 의해 전국 계통의 부하를 모두 감당하지만, 연간 peak인 여름철 peak의 경우 수도권의 저용량 고가 발전기가 가동되는 점에서 그 원인을 찾을 수 있다. 다시 말해, 연간 peak시 각 지역의 총 부하는 가장

큰 값을 기록하지만, 수도권의 발전량이 다른 시점에 비해 크게 증가하여, 비수도권의 발전량은 그 지역의 늘어난 부하량을 감당하는 데 사용되기 때문에 부상조류의 양은 상대적으로 줄어들고 결국 연계선로에 남아있는 가용용량은 크게 산정된다.

4.2.2 전압보상을 고려하지 않는 경우

본 절에서는 전압강하가 보상되지 않는 경우, 다시 말해 보상장치가 없거나 오동작으로 인해 송전단에서 수전단으로 전압 강하가 그대로 드러나는 경우를 가정한다. 이 경우를 모의하기 위해, 우선 전압강하와 안정도 여유 한계치를 고려하여 선로 길이에 따른 송전용량의 근사치의 계산 결과를 표 6과 같이 나타내었으며[17], 이를 이용하여 Alternative Case의 TTC를 계산하면 표 7과 같다.

표 6 연계 선로의 길이와 송전 용량
Table 6 Length and Capability of Tie Lines

선로명	선로 길이 [km]	열용량 [MW]	송전용량 [MW]
신용인 (#1)	52.574	1086	1086
서청 (#2)	108.371	2173	1265
아산 (#3)	48.184	2173	1910
신제천 (#4)	128.391	2173	1162
신태백 (#5)	154.886	7290	4957
신안성 (#6)	137.37	7290	5467

표 7 Alternative Case의 TTC 계산결과-여름(off-peak)
Table 7 TTC Results of Alternative Cases in summer (off-peak)

Alternative Case		TTC 계산결과 [MW]
내용	대상 설비	
연계 선로 상정사고	신용인 (#1)	15299.4
	서청 (#2)	13243.8
	아산 (#3)	11551.1
	신제천 (#4)	15137.5
	신태백 (#5)	8873.5
	신안성 (#6)	11806.0
대표 발전기 고장	영흥	15009.2
	울진	15324.9
송전선로 용량 3%감소	6개 연계선로	15626.9

표 5에서, 여름 대표일의 off-peak시 지역 간 현존하는 조류량 (ETC)을 살펴보면 9852.0[MW]이며, 표 7의 결과 신태백 T/L 사고시 TTC는 8873.5[MW]이다. 이는 전압 보상장치가 동작하지 않을 경우, 765[kV]급 선로에 상정사고가 발생하면 계통 붕괴의 가능성이 있음을 시사한다.

표 8은 TRM 계산 시 345[kV]급 선로 고장만을 고려하여 ATC를 산정하였다. 이 결과는 4.3절의 DLR을 적용한 ATC 산정 결과와 비교하는데 활용한다.

표 8 계절별, 시간대별 ATC 계산결과
Table 8 ATC Results using Table 2

계절	구분	TTC [MW]	TRM [MW]	ETC [MW]	ATC [MW]
여름	off-peak	16010.7	4459.6	9950.1	1601.0
	peak	16654.5	4226.7	10369.7	2058.1
겨울	off-peak	18012.4	4833.0	8825.8	4353.6
	peak	18061.5	5013.0	11062.5	1986.0

4.3 동적 열용량 (DLR) 적용 결과

본 절에서는 기상상태를 고려하여 겨울철과 여름철 대표 시간의 DLR을 식 (4)를 이용하여 계산하고, 이를 열적 한계치로 적용하여 ATC를 산정한 결과를 분석한다. 표 9는 각 계절의 기상상태를 고려한 열용량 (DLR)을 이용한 ATC 결과를 정리한 것이다. 표 9-(a)는 전압강하의 완전한 보상을 가정한 결과이며, 표 9-(b)는 전압 보상장치가 동작하지 않는 경우를 가정하고, 345[kV]급 선로 고장만을 고려하여 TRM을 계산하여 ATC를 산정한 결과이다.

표 9 계절별, 시간대별 ATC 계산결과
Table 9 ATC Results using Table 2

(a) 전압강하를 완전 보상하는 경우					
계절	구분	TTC [MW]	TRM [MW]	ETC [MW]	ATC [MW]
여름	off-peak	21809.3	7497.6	9852.0	4459.8
	peak	21891.2	7457.6	10369.7	4063.9
겨울	off-peak	25435.2	9634.5	8825.9	6974.8
	peak	25340.6	9435.6	11062.5	4842.5

(b) 전압강하를 고려하지 않는 경우					
계절	구분	TTC [MW]	TRM [MW]	ETC [MW]	ATC [MW]
여름	off-peak	16103.6	4558.4	9952.0	1693.2
	peak	16654.5	4226.7	10369.7	2058.1
겨울	off-peak	18012.4	4833	8825.8	4353.6
	peak	18061.5	5013	11062.5	1986.0

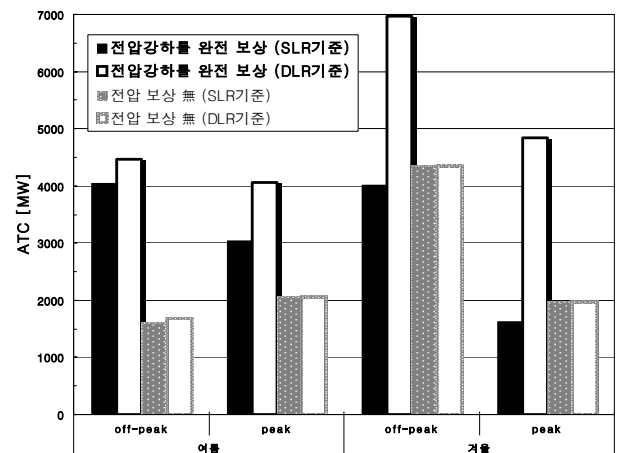


그림 7 ATC 결과 비교
Fig. 7 Comparison of ATC results

그림 7은 SLR 및 DLR 그리고 전압 보상 유무에 따른 ATC 계산결과를 요약하여 정리한 그래프이다. 그림 7에서, 전압 보상장치가 동작하지 않는 경우의 결과를 비교하기 위해 표 8과 표 9-(b)의 결과를 살펴보면, 날씨효과를 고려하여 열용량이 크게 증가 하였지만, 전압강하의 제한에 의해 ATC의 산정결과는 변화가 거의 없음을 알 수 있다. 다시 말해 물리적 용량이 아무리 크게 평가되어도 전기적 제한에 의해 그 만큼을 모두 ATC결과로 환원 못한다. 반면 전압 보상이 완전히 이루어진다고 가정한 표 5와 표 9-(a)의 결과를 비교해 보면, 실시간으로 기상상태를 고려한 ATC의 산정결과는 크게 늘어나며, 이는 선로 운영자에게 경제성 측면에서 유용한 정보가 될 수 있다.

5. 결 론

국내 계통의 송전선로 길이를 고려할 때, 열적 한계치는 총송전용량(TTC) 결정의 주요 제한 조건이 되며, 다른 전기적 제한 요소와는 달리 물리적 환경을 고려하여 선(先) 평가가 가능하다. 따라서 본 논문에서는 기존의 단일 열적 한계치(SLR) 적용의 비경제성을 극복하고자 동적 송전용량(DLR)을 적용하여 가용송전용량(ATC) 산정하는 방법을 제안하였다. 국내 계통의 지역을 구분하고 연계선로의 계절별 실시간 열용량을 산정하여 기존 산정 방법과 비교하여 계절별 추이를 분석하였다. 국내 계통의 사례연구결과 ATC 계산에 실시간으로 변화하는 기상상태를 고려하여 동적 열정격(DLR)을 적용하는 방법은 선로의 가용능력(ATC)을 기존 방법에 비해 실시간으로 정확히 평가할 수 있음을 확인하였다. 또한 다양한 관점의 모의결과를 분석함으로써, 국내 계통의 송전선로에 전압강하의 보상이 이루어진다면 제안하는 방법을 활용하는 것이 경제적으로 매우 유용함을 보였다.

지역 간 전력 거래를 위해 정확한 ATC의 산정은 구조 개편된 전력시장에서 반드시 선행되어야할 연구이며, 본 연구는 국내 계통상황을 고려한 실용적인 ATC 산정의 기반 연구로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

[1] North American Electric Reliability Council ‘Available Transfer Capability Definitions and Determination’, NERC Report, Jun. 1996.
 [2] C. W. Yu and A. K. David, ‘Pricing Transmission Services in the Context of Industry Deregulation’, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 12, No. 1, pp. 503-510, Feb. 1997.
 [3] G. Hamoud, ‘Assessment of Available Transfer Capability of Transmission Systems’, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 15, No. 1, pp.27-32, Feb. 2000.
 [4] G.C. Ejebe, J. G. Waight, M. Santos-Nieto and W. F. Tinney, ‘Fast Calculation of Linear Available Transfer Capability’, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 15, No. 3, pp. 1112-1116, Aug. May. 2000.

[5] X. Luo, A. D. Patton and C. Singh, ‘Real power transfer capability calculations using multi-layer feed-forward neural networks’, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 15, No. 2, pp. 903-908, May. 2000.
 [6] A. B. Khairuddin, S. S. Ahmed, M. W. Mustafa, A. A. M. Zin and H. Ahmad, ‘A novel method for ATC computations in a large-scale power system’ IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 19, No. 2, pp. 1150-1158, May. 2004.
 [7] M.M. Othman, A. Mohamed and A. Hussain, ‘Fast evaluation of available transfer capability using cubic-spline interpolation technique’ Electric Power Systems Research, Vol. 73, No. 3, pp. 335-342, Mar. 2005.
 [8] D. J. Shin, J. O. Kim, K. H. Kim and C. Singh, ‘Probabilistic approach to available transfer capability calculation’, Electric Power Systems Research, Vol. 77, No. 7, pp.813-820, May. 2007.
 [9] W. Li, P. Wang and Z. Guo, ‘Determination of optimal total transfer capability using a probabilistic approach’, IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 21, No. 2, pp. 862-868, May. 2006.
 [10] T. Jain, S. N. Singh, S.C. Srivastava, ‘Dynamic available transfer capability computation using a hybrid approach’ IET Generation, Transmission & Distribution, Vol. 2, No. 6, pp. 775 - 788, Nov. 2008.
 [11] IEEE Standard for Calculating the Current-Temperature Relationship of Bare Overhead Conductors, IEEE Standard, pp.738, 1993.
 [12] D. A. Douglass and A. A. Edris, ‘Real-Time monitoring and dynamic thermal rating of power transmission circuits’, IEEE Transaction on Power Delivery, Vol. 11, No. 3, pp. 1407-1418, Jul. 1996.
 [13] J.S Engelhardt and S.P Babu, ‘Design, Installation, and Field Experience with an Overhead Transmission DLR System’, IEEE Transmission and Distribution Conference, pp. 366-370. Sep. 1996.
 [14] J. K. Raniga and R. K. Rayudu, ‘Dynamic Rating of Transmission Lines - A New Zealand Experience’, IEEE Power Engineering Society Winter Meeting, Vol. 4, pp. 2403- 2409, Jan. 2000.
 [15] D. M. Kim and J. O. Kim, ‘Prediction of transmission-line rating based on thermal overload probability using weather models’, European Transactions on Electrical Power, Published online in Wiley Inter-Science, 2009.
 [16] Shaw Power Technologies, INC., “Online Documentation PSS/E 30 - Users Manual”, Aug. 2004.
 [17] Tiwari SN, Bin Saroor AS. ‘An investigation into loadability characteristics of EHV high phase order transmission lines’ IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 10, No.3, pp. 1264-1270. 1995.

저 자 소 개



김 동 민 (金東珉)

1978년 9월 24일생. 2004년 한양대 전자
전기공학부 졸업(학사). 2008년 동 대학
원 전기공학과 석박사 통합과정 수료.

Tel : 02-2220-0347

E-mail : rlaehdals@hanyang.ac.kr



배 인 수 (裴引洙)

1975년 2월 14일생. 1998년 한양대 전기
공학과 졸업(학사). 2003년 동 대학원 전
기공학과 졸업(석사). 2007년 동 대학원
전기공학과 졸업(공학박사). 현재 강원대 공
학대학 전기제어공학부 전임강사

Tel : 033-570-6347

E-mail : isbae@kangwon.ac.kr



김 진 오 (金鎭喆)

1956년 1월 17일생. 1980년 서울대 전기
공학과 졸업(학사). 1982년 동 대학원 전
기공학과 졸업(석사). 1991년 Texas
A&M Univ. 전기공학과 졸업 (공학박사). 현
재 한양대 전기공학과 정교수

Tel : 02-2220-0347

E-mail : jokim@hanyang.ac.kr