

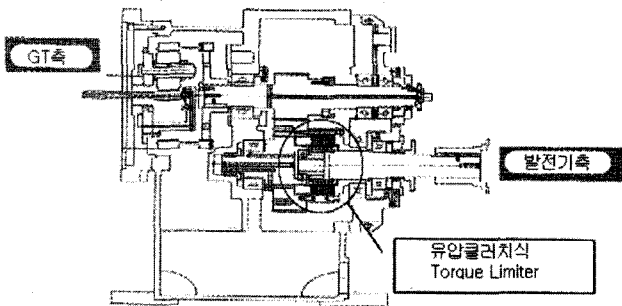
가스터빈에 있어서의 商用停電對策

* 본 자료는 일본 열병합발전센터 자료에서 발췌·번역한 것임

1. 머리말

상용계통과 連系하여 운영하는 가스터빈 (이하 GT라 함) 발전설비에서는 商用 停電事故 등으로 발전기에 발생하는 瞬間過大 Torque로 GT가 손상되지 않도록 보호장치의 설치가 필요하다.

보호장치는 일반적으로 Shear Pin 방식이 채택되어 많은 실적을 갖고 있다. Shear Pin은 과대 Torque가 발생하면 핀이 절단되고 사고 Torque로부터 GT 본체를 분리하여 보호한다. 역시 일단 Shear Pin이 절단되면 「GT의 정지조작→절단된 핀의 제거·새로운 핀의 장착작업→GT의 재가동」과 복구까지의 번잡한 작업과 시간을 필요로 한다. 또한 GT가 정지하므로 전력뿐만 아니라 열원도 없어지므로 복구하는데 까지의 대응이 急先務가 된다.



[그림-1] 실증시험용 Torque Limiter 내장감속기 구조

(주)Hitachi Nico Transmission은 1999년부터 東京가스(주), 大阪가스(주), 東邦가스(주) 4개사 공동으로 Shear Pin을 대체하는 기계보호장치로 정전사고시의 영향을 최소화 하기위한 유압클러치식 Torque limiter를 개발하여 왔다. 그 후 정밀도 향상 등에 지속적인 노력을 하여 2년간에 걸친 실증시험을 거쳐 고정밀도의 Torque limiter를 개발할 수 있었다. 2004년에는 Field 初號機를, 2005년에는 5대의 納品이 결정되는 등 채택이 증가되고 있다. 본고에서 그 시스템에 대해서 보고할 것이다.

2. Torque limiter에 의한 商用停電對策

(1) Torque limiter의 구조

Torque limiter는 각종 Transmission에 장착한 濕式多板式 유압Clutch를 사용하고 있다. Torque의 설정은 Clutch Plate (이하 Plate라 함)의 枚數를 변경하거나 Plate를 누르는 유압을 조절하여 간단히 된다. [그림-1]은 실증시험용으로 제작한 Torque Limiter 내장 감속기의 구조를 나타냈다. 감속기에 내장하여 Torque Limiter Clutch 부분을 Compact하게 장착하고 Package 내에 수납하였다. 물론 Torque Limiter Clutch를 뒤에 붙여 장착하는것도 가능하다.

(2) Torque Limiter의 원리

Clutch는 설정된 Torque 전달용량을 초과한 부하가 걸렸을 경우 「미끄러짐」이라는 동작을 표시하고 「미끄러짐」에 따라 과대한 Torque를 放出하여 설정된 전달용량 이상의 Torque를 反負荷側에 전달하는일은 없다. 이 동작을 Torque Limiter 기능으로 이용하고 있다.

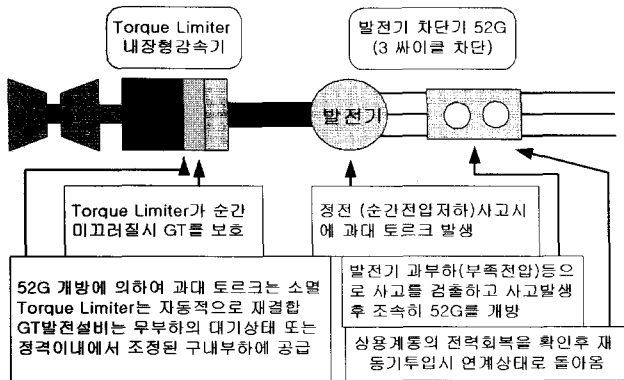
(3) Torque Limiter에 의한 상용정전대책의 특징

[그림-2]는 Torque Limiter를 장입한 GT발전설비의 개략도를 표시한다.

Torque Limiter를 이용한 상용정전대책의 주요한 특징은 아래와 같다.

- ① Torque Limiter는 정전 (순간 전압저하) 시에 발생하는 과대 Torque에 대하여 순간 「미끄러짐」으로 GT에의 과대한 Torque 전달을 막아 보호하지만 미끄러짐의 발생에 수반하여 Torque Limiter Clutch 내부에는 열이 발생된다. 사고 상태를 검출한 발전기 차단기를 차단할시까지의 시간은 통상의 보호시스템으로서 不足電壓繼電器를 凡用 眞空遮斷器 (3 cycle V-CB)와 組合

로 약 200ms 정도를 요하고 이 사이에 과부하 상태가 계속되어 Torque Limiter 는 발열상태로 된다. Torque Limiter의 발열에 충분히 견디는 설계를 하므로써 발전기 차단기에 저렴한 3 cycle 차단기를 채택하는 시스템을 구축하는 것이 가능하다.



[그림-2] Torque limiter가 삽입된 GT발전설비의 개략도

② Shear Pin이 절단되면 GT와 발전기는 연결이 절단되어 Torque의 전달은 되지않지만 Torque Limiter의 경우는 「미끄러짐」은 발생되나 Torque의 전달은 지속되는 상태로 있다. 따라서 사고를 검출하여 발전기 차단기가 개발되어 과대 Torque가 없다면 발전기측은 자동적으로 재결합하여 GT는 운전이 계속되는 상태로 무부하로 대기 또는 발전기 정격 이내에 조정된 구내부하에 給電한다.

3. Torque limiter의 실증시험

Shear Pin을 대신하는 보호시스템으로서 Torque Limiter를 채택여부는 순간 최대부하에 대한 응답이 좋은 Torque Limiter가 미끄러질것인가, 그위에 미끄러짐의 상태가 허용범위로 수습될것인가 이다.

Torque Limiter Clutch는 Plate의 마찰력으로 Torque 전달을 잘 하는 것으로 그의 특성은 Plate의 마찰계수에 좌우되어 마찰계수는

- ① Plate의 재질
 - ② 냉각유의 종류
 - ③ Plate의 面壓
 - ④ 부하가 걸리는 속도
- 등에 의하여 변화된다.

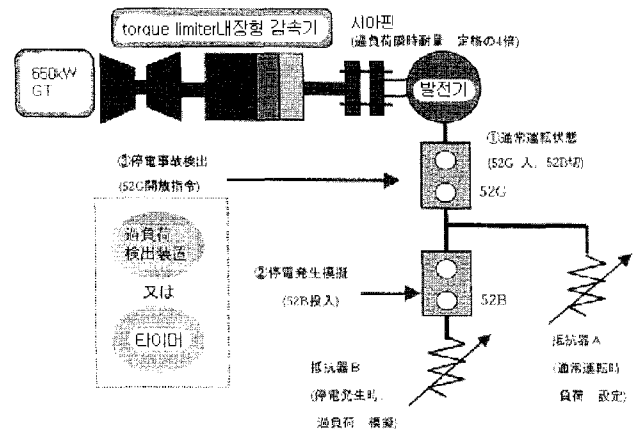
또한 Torque Limiter에서는 미끄러질時의 마찰계수 (靜 μ)와 미끄러질時의 마찰계수 (動 μ)에 큰 차이가 없

는것이 필요하다.

일반적으로 動 μ > 靜 μ 의 관계가 있으나 그 차이가 크면 한번 미끄러지면 Clutch의 전달용량이 급격히 감소되고 부하가 걸려있는 상태에서는 再結合이 되지 않는다.

Torque Limiter는 상기의 여러 가지 조건에 대하여 안정적으로 작동하는것이어야 된다.

2001년과 2002년의 2년간에 걸쳐 川崎重工業 製の 650kWGT의 발전설비를 사용하여 停電模擬試驗을 실시하였다.



[그림-3] 실증시험계통도 및 시험순서

초년도의 테스트에서는 계측된 데이터보다 미끄러짐 Torque의 히터점으로부터 過負荷 瞬間耐量이 정격의 4배정도의 산업용 GT 발전설비에는 충분히 적응 가능한 것으로 판단되지만 고부하 순간 내량이 2배정도 이하의 GT설비에의 적응에 관해서는 정밀도 면에서의 검토가 필요할것으로 고찰되었다.

翌年에도 계속하여 미끄러짐 Torque의 히터점 정밀도 향상 목적의 실증실험을 하였다.

(1) 시험계통에 관하여

실증시험은 전년도와 동일한 설비를 계속 사용하여 시행하였다. [그림-3]은 실증시험의 시험계통을 표시한다.

감속기에 내장된 Torque Limiter Clutch部는 각종의 前段階시험 · 검토에 의하여 개선 시공된것을 장입하여 시험을 실시하였다.

(2) 시험결과에 관하여

시험 파라미터로서는 ①통상운전상태의 부하용량 (저항기 A의 용량), ②과부하운전상태의 부하용량 (저항기 A+B의 용량), ③Clutch 유압을 여러 가지로조합하여 약 100회정도의 정전모의 시험을 실시하였다.

[그림-4]는 Clutch 유압을 파라미터로 하여 탈출 피크 Torque의 흐터짐을 비교한 것이다.

흐터짐의 정도는 개선전의 설정치 $\pm 15\%$ 로부터 개선후의 설정치 $\pm 5\%$ 까지 정밀도가 향상되는 결과를 얻었다.

또한 통상발전운전→과대부하투입→Torque Limiter 「미끄러짐」발생→발전기차단기 개방 (과대 Torque 제거)→발전기측 재가속→대기상태 운전복귀의 Torque Limiter의 작동은 통상 충실히 재현되는 것이 관찰되었다.

일련의 실증시험을 통하여 Shear Pin 대체장치로 개발하여온 유압크랏치를 사용하는 Torque Limiter의 기능, 안정성·재현성, 현행시스템과의 적합성에 있어서 상품화가 가능한것이 실증되고 정밀도의 향상이 실현되어 과부하 瞬間 耐량이 정격의 2배정도 이하의 GT발전장치에도 적용되는것으로 판단되었다.

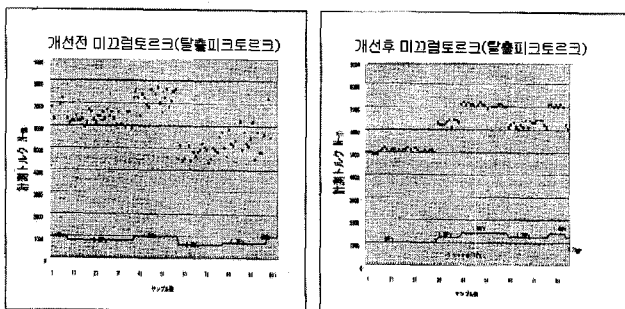
4. FIELD에의 도입

Torque Limiter를 내장한 감속기를 가와사키重工業製 가스터빈 열병합발전설비 PUV15D에 탑재, 이데 시교(주) 依田原工場에 도입 설치하여 2004년 9월부터 가동을 개시하였다.

- 발전기 정격용량/1500kW 4P 50Hz
- Torque Limiter는 감소기 내장형
- 약 1200kW의 부하에서 견디는 시스템을 채택.

본 패키지는 원격감시 Support System이 채택되어 표준 감시 이외에 상용계통의 정전 등으로 Torque Limiter가 작동한 경우의 상세 데이터의 채취가 가능한 시스템을 설치하였다.

[그림-5]는 PUC15D 패키지 시운전시의 모의 저항 부하에 의한 Torque Limiter 작동성능확인 기록차트이다.



[그림-4] 미끄럼 Torque (탈출피크Torque)의 정밀도 개선실시전·후의 “흐터짐” 상태 비교

Torque Limiter 설정치를 2800kW로 설정하여 1200kW의 통상부하상태로부터 3600kW의 과대부하를 투입한다. 과대부하를 걸면 발전기측에 사고상태를 保護繼電器 (부족전압계전기)로 검출하고 3사이클 차단기로 과대부하를 차단한다. 사고발생으로부터 차단기 작동완료까지 0.25초가 소요되고 그간 Torque Limiter는 미끄러지는 상태로 되어 발전기측의 회전은 94.3%N까지 저하, Torque Limiter 작동으로 GT측에는 설정치 이상의 Torque 전달 없이 GT측의 회전은 97%N까지 저하한다.

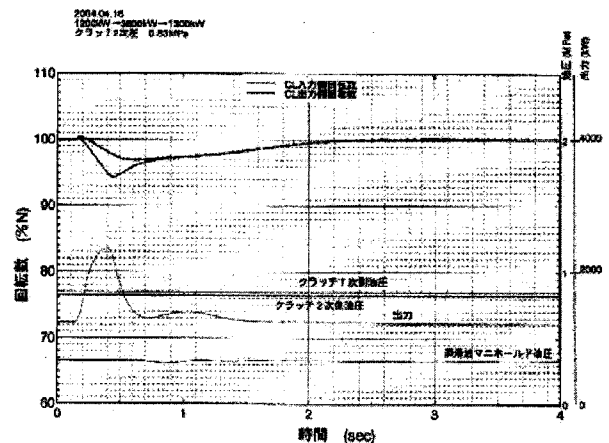
차단기로 과대부하를 차단한 시점부터 1200kW의 통상부하를 걸은 채로 발전기측은 회전상승되어 0.35sec 후에 운전은 계속된다.

(Chart의 출력라인 (발전기 출력이W) 은 고속으로 계속처리가지되지 않으므로 순간의 과대부하의 부분에서는 表示 對應이 되지 않는다.

5. 맺는말

유압Clutch는 동력전달장치에 장착되어 ON-OFF 조작, Half Clutch적인 결합조작, 자동제어·원격조작으로 종래부터 사용되어온 기계장치이다. GT발전설비에서는 과대부하로부터 GT를 보호하는 Torque Limiter 기능을 主眼으로 탑재되어 있지만 본래의 유압Clutch로서의 기능은 그대로 있고 GT의 무부하 기동도 가능하게 한다.

금번 개발한 유압Clutch식 Torque Limiter가 다양한 고객 요구에 대응하여 신뢰성을 높여 Support system에 충실하고 각종 운용의 이용범위를 넓혀갈것을 기대한다.



[그림-5] PUC15D 패키지 시운전데이터/모의저항부하에 의한 Torque Limiter 작동성능 확인