

## 22.9[kV]계통 영상전류 과다발생에 관한 연구

이정환, 변두균, 김창범  
한국수자원공사 합천댐사무소

### A Study On Excessive Existence Of Zero Current In 22.9[kV] Line

Jung Whan Lee, Doo Gyoon Byun, Chang Beom Kim  
Korea Water Resources Corp, Hap Chun Dam

#### 1. 서 론

합천 제2수력 발전시스템은 22.9[kV]Line으로 제1수력에 송전, 제1수력 변전소를 거쳐 한전D/L로 송전한다. 제2수력 발전전원으로 제1수력 소내부하를 부담하기 위해 External Supply용 변압기를 가압하면 제2수력 발전기 출력, 제1수력 소내부하의 크기등 주변상황과 무관하게 영상전류가 상존하고, 특히 겨울철 심야시간대에는 더욱 증가하여 지락 보호계전기인 251N의 동작으로 제2수력 발전기 Trip사고가 빈번히 발생함에 따라 설비 운용에 문제점이 되는 영상전류 과다발생에 대하여 원인을 분석하고 그 대책을 강구해 보고자 한다.

#### 2. 본 론

합천수력은 제1수력과 제2수력이 연계 운영 되는 관계로 타발전소와 상이하게 설비가 구성되어 있다.

##### 2.1 합천수력의 소내전원 확보(그림2-1참조)

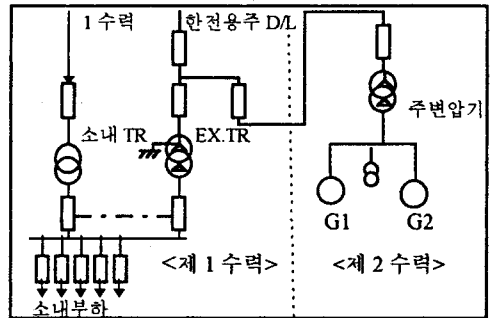
합천수력의 소내전원 확보방식은 침두부하를 담당하는 제1수력과 달리 상시 발전소인 제2수력이 설치되어 있는 관계로 제1수력 발전여부에 따라 두가지 방식으로 제1수력 소내전원이 확보된다.

##### 2.1.1 제1수력 발전정지시

제1수력 소내부하를 위하여 제2수력에서 송전된 22.9[kV]전압을 EX. TR(22,900/440[V])을 통하여 강압하여 사용한다.

##### 2.1.2 제1수력 발전시

제1수력 소내부하는 제1수력에서 공급하는 13.2[kV]를 소내TR(13,200/400[V])로 강압하여 사용하고 제2수력 소내부하는 제2수력 발전전압(3,300[V])을 강압하여 사용한다.



[그림2-1] 소내전원 확보방식

##### 2.2 22.9[kV]계통의 보호시스템

송전선로의 보호를 위하여 여러 가지 보호계전기를 이용하고 있다.

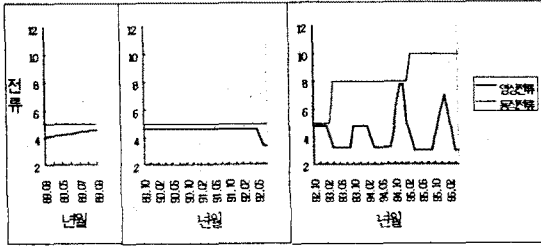
종 류	기 능	설정 tap
251Rr, 251Rt	22.9 [kV] line 보호	6 [A]
251Er, 251Et	22.9 [kV] line 보호	4 [A]
227A, 227B, 227C	22.9 [kV] line 보호	80 [V]
264	22.9 [kV] line 보호	30 [V]
251N	22.9 [kV] line 보호	1 [A]
251Tr, Ts, Tt	22.9 [kV] line 보호	6 [A]

[표2-1] 22.9[kV]계통 보호계전기

##### 2.3 영상전류 해석 및 보호방식

##### 2.3.1 영상전류의 유형별 분석

합천수력 22.9[kV]계통의 영상전류의 유형을 연도별로 크게 3가지로 나타낼 수 있다.

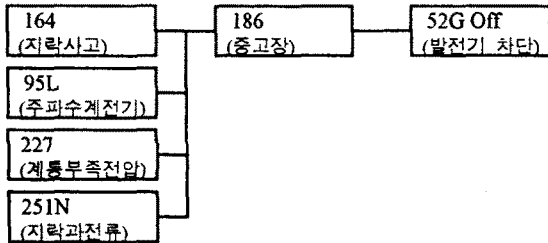


A B C

[그림2-2] 22.9[kV]계통 영상전류의 유형

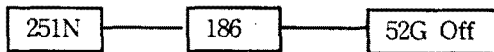
A부분은 89.3월 준공시부터 89.9월까지의 현상으로써 계전기 동작횟수는 15회로써 실질적인 지락사고가 대부분이며 다음과 같은 제어과정을 거쳐 발전기가 Trip된다.

한전측 계전기 동작 : OCR, OCGR  
공사측 계전기 동작제어



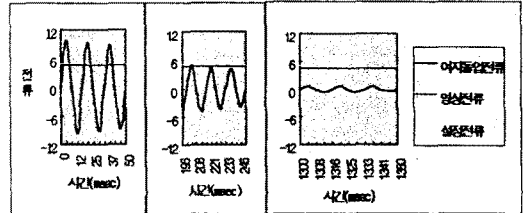
A부분 기간동안 영상전류가 점차적으로 상승했다고 보는 이유는 준공시에는 차단기 조작시 251N계전기가 동작하지 않았지만 89.10월이후 차단기 조작시 영상전류로 인하여 간혹 251N계전기가 동작하였기 때문이다.

B부분은 89.10월부터 92.10월까지의 현상으로써 계전기 동작횟수는 연간15회로써 대부분 제1수력 소내부하를 제2수력 발전전원으로 수전중 제1수력 발전을 위해 주차단기 투입 후 2~3초 경과 후 동작한다.



원인으로는 변압기충전시 발생하는 여자들입전류로 판단되며 여자들입전류에 의한 시간별 유입전류 크기를 그래프로 나타내면 아래와 같다. 그런데 변압기 여자들입전류는 변압기 충전시 위상이나 주변조건에 따라

크기와 지속시간이 변하므로 이를 개선하기 위해서는 운영 근무자들이 조절할 수 있는 조건인 무부하 투입등을 실시하고 또 여자들입전류는 일시적인 현상이므로 계전기 Lever를 조정하여 변압기 여자들입전류가 어느정도 지속되더라도 계전기가 동작하지 않도록 함이 설비보호에 유익하다.



[그림2-3]여자들입전류에 의한 유입전류 크기 C부분은 92.10월부터 문제점 해결시까지 발생하는 현상으로써 대부분이 차단기 조작이나 22.9[kV]계통에 지락사고없이 251N 계전기가 동작하므로 이를 해결하기 위하여 다음과 같은 작업을 실시하였다.

가. 제2수력 발전기 점검

제2수력 발전기를 각 호기별로 정지시키고 영상전류의 변화를 측정한 결과 발전기 정지전,후 영상전류의 크기가 동일하여 제2수력 발전기의 영향이 없는것을 확인하였다.

나. 22.9[kV]계통의 점검

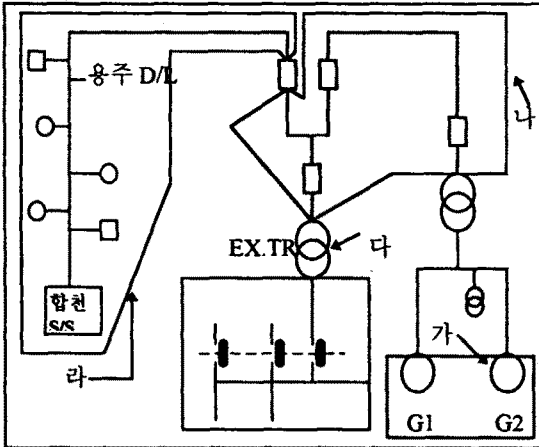
합천댐 22.9[kV]선로에서 승압된 전압이 한전선로로 송전될때까지의 구간이며 이 구간의 모든 접지계통을 Floating하고 각 부분의 절연저항 측정, 각부 애자 점검청소, CT 및 GPT결선상태 점검결과 양호하였다.

다. External TR 점검결과 양호하였다.

라. 한전선로(용주D/L)측 점검

22.9[kV]계통 251N계전기의 동작이 22.9[kV]계통의 문제인지 EX.TR 자체의 문제인지를 확인하기 위해 EX.TR용 차단기를 on-off하면서 영상전류를 확인한 결과 차단기의 On-Off와 관계없이 영상전류가 발

생하므로 22.9[kV]계통의 문제인 것으로 확인되었다.



[그림2-4] 22.9[kV] 계통도

### 2-3-2 상불평형 조정

한전측 용주선로의 부하가 R,T상에 비해 S상이 작아 R상→S상:115[kW], T상→S상:135[kW]의 부하 상조정 작업을 2차에 걸쳐 실시하여 선로상의 영상전류를 약3[A]정도 줄일 수 있었다.

### 2-3-3 운영개선 방안

합천수력의 22.9[kV]계통은 수전을 전용으로 하는 우리 공사의 타발전소와 다르게 송전과 수전을 겸하고 있는 시스템으로서 변압기 결선방식(Y-Δ)에 의하여 영상전류의 검출이 확실하게 이루어지고 있다. 그러나 이러한 선로불평형에 따르는 영상전류의 검출로 제2수력 발전기의 Trip이 잦아 계전기의 원래 목적인 설비보호보다 설비에 가중한 손상을 입히고 있고 한전선로의 주 배전계통인 용주D/L의 부하증가(전년대비 2배 증가)시 배전계통의 상평형이 완벽할 수 없으므로 영상전류가 항상 3[A]이상 상존하고 있어 부하불평형으로 인한 251N계전기의 동작을 배제할 수 없는 실정이다. 또 한전에서 부하증설시 상별로 정확한 부하분배가 힘들어 편중 증설되므로써 부하증가가 이루어질때마다 부하불평형이 발생하므로 향후

계통의 세밀한 관찰과 한전과의 긴밀한 협조가 지속적으로 필요하다. 그러므로 합천댐에서는 영상전류 변화추이를 상시감시하여 251N계전기 동작시점(10[A])이전에 한전과 협조 후 지락 및 상불평형 조정작업을 신속히 하여 불필요한 계전기 동작을 줄임으로써 발전신뢰도 증진과 발전설비 보호에 만전을 기하고자 하며, 현재 공사가 추진중인 소수력의 주변압기 결선방식이 22.9[kV] Y-Δ이므로 영상전류로 인한 지락과전류 계전기 동작으로 발전기 Trip문제가 타발전소에서도 제기될 우려가 있으므로 22.9[kV]발전계통의 보호설비 제어시스템에 근원적인 해결이 요하는 것으로 판단된다.

## 3. 결 론

합천 제2수력의 22.9[kV]계통 영상전류 과다발생에 대한 문제는 준공이후 지속적인 과제였다. 용주D/L 부하 불평형 문제를 해결하면서 22.9[kV]계통 영상전류 과다발생에 대한 문제 또한 해결되었다. 용주D/L은 한전소유 자산이지만 우리 공사의 송전선로라는 공통된 인식아래 한전과의 상호기술교류와 원활한 유대관계가 문제점 해결에 큰 도움이 되었고, 251N계전기로 인한 제2수력 발전기 Trip현상이 거의 없어지게 되므로써 발전신뢰도를 증진시켰고 양질의 전력을 공급할 수 있게 되었다. 현재 공사 내에서 추진중이거나 계획중인 소수력 발전소의 계통방식이 합천 제2수력과 유사하여 동일한 문제가 제기될 우려가 있으므로 본 내용이 22.9[kV]계통 보호설비 제어시스템에 도움이 되었으면 한다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 한국전기연구소, "전력부하 불평형 보상장치 개발연구", 1993년도