

KWCS 31 50 17 35 : 2021

여자설비

2021년 5월 21일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

한국수자원공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설 공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 댐 및 상수도공사 전문시방서와 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 댐 및 상수도공사 전문시방서를 중심으로 해당 부분을 통합 정비한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 개정 (년.월)
K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서	• K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서 제정	제정 (1997)
K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서	• K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서 개정	개정 (2004)
K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서	• K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서 개정	개정 (2008)
K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서	• K-water 댐 및 상수도공사 전문시방서 개정	개정 (2010)
KWCS 31 50 17 35 : 2021	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2021.5)

제 정 : 2021년 5월 21일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 환경부

관련단체 : 한국수자원공사

개 정 :

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국수자원공사

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.2.1 관련 법규	1
1.2.2 관련 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
1.5 요구사항	1
1.6 운반, 보관, 취급	2
1.7 품질보증	2
1.8 자재검수	2
1.9 수량산출 및 대가지급	3
1.10 기타사항	3
2. 자재	3
2.1 규격 및 형식	3
2.2 여자설비 형식	3
2.3 제어기 구성 및 기능	4
2.3.1 소프트웨어	6
2.3.2 하드웨어	6
2.4 여자설비의 보호 및 경보	7
2.5 보조기 구성	8
2.6 MMI 구성	9
2.7 여자시스템 큐비클	10
2.8 여자용 변압기	10
2.9 통전표시 장치	11
2.10 열감지 장치	11

2.11 예비품	11
3. 시공	11
3.1 일반사항	11
3.2 설치	12
3.3 모선접속	13
3.4 차단기 설치	13
3.5 보조기기 설치	13
3.6 안전 사항	13
3.7 시험 및 검사	14

1. 일반사항

1.1 적용 범위

(1) 이 기준은 교류발전기 여자설비의 제작, 설치 및 시운전과 시험에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

(1) 관련 법규는 KWCS 31 50 17 30 (1.2.1)에 따른다.

1.2.2 관련 기준

(2) 관련 기준은 KWCS 31 50 17 30 (1.2.2)에 따른다.

1.3 용어의 정의

내용 없음

1.4 제출물

(1) 수급인은 아래사항에 대하여 제작도면과 관련 자료를 제출하여 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

- ① 외형도 및 설치위치도
- ② 전력계통도 및 제어회로도
- ③ 시험 성적서
- ④ 브러시레스 여자장치의 상세설명 및 회로도
- ⑤ 자동전압 조정장치의 상세설명 및 회로도
- ⑥ 품질보증 특수사항
- ⑦ 여자기 기술규격서
- ⑧ 여자기 운전보수 지침서

1.5 요구사항

(1) 온도 및 지진계수

① 온도는 표 1.5-1을 참고하고, 상세한 사항은 공사시방서를 따른다.

표 1.5-1 온도

구 분	최 고	최 저	비 고
발전기실 내부	○○℃	○○℃	

② 지진계수 : KDS 17 10 00 (4.2) 및 공사시방서에 따른다.

(2) 구성품

① 여자설비의 구성품은 운전에 충분한 기능을 가질 수 있도록 하여야 한다. 주요 구

성품은 수급인이 세부 도면을 작성하여 공사감독자의 승인을 얻은 후 제작 및 설치를 하여야 하며, 기본사항은 아래와 같다.

- 가. 제어기(controller) : 발전기 단자전압 제어를 위한 디지털방식 제어기
- 나. 정류기(rectifier) : 사이리스터
- 다. 보조기기 : 차단기 설비, 계자전류 아이솔레이트(isolator), 초기 여자설비(field flashing)
- 라. 여자용 변압기

1.6 운반, 보관, 취급

- (1) 운반, 보관, 취급은 KWCS 31 10 21 (1.10)에 따른다.

1.7 품질보증

- (1) 수급인은 아래 항목을 기술하고 보증하여야 한다.

- ① 교류여자기

- 가. 형식
- 나. 설비에 적합한 주파수의 상한치[Hz]
- 다. 설비에 적합한 주파수의 하한치[Hz]

- ② 여자전류

- 가. 무부하 정격전압시[A-dc]
- 나. 0.9 역률 과여자, 정격출력 및 정격전압시[A-dc]
- 다. 연속 최대여자전류[A-dc]

- ③ 자동전압 조정설비

- 가. 형식
- 나. 설비에 적합한 주파수의 상한치[Hz]
- 다. 조정기에 감응하는 전압의 최소변화(부동대)[%]
- 라. 무부하에서 최대선로 충전용량을 차단 후 안정적인 고정자 단자전압을 얻는데 필요한 최대시간[sec]
- 마. 전압조정소자의 형식
- 바. 발전기 병렬운전이 안정되도록 발전기 정격출력에 대한 %로 표시한 외부변압기 최소리액턴스[%]
- 사. 정격출력을 차단할 경우 발전기 단자의 최대전압상승(속도상승효과포함)
 - (가) 전압조정 장치가 동작 시[%]
 - (나) 전압조정 장치가 없을 경우[%]

1.8 자재검수

- (1) 제작자는 자재 현장 반입 전에 공사감독자의 검수를 받고 반입하여야 한다.
- (2) 검수 항목은 규격, 구조 등의 육안검사 및 제품의 일련번호 확인을 한다.

(3) 세부사항은 KWCS 31 10 21 (2. 자재) 에 따른다.

1.9 수량산출 및 대가지급

(1) 수량산출 및 대가지급은 KWCS 31 10 21 (1.15)에 따른다.

1.10 기타사항

(1) 기기의 라벨, 도장, 방습, 방부, 방폭처리 등은 KWCS 31 10 21 (2.1)에 따른다.

2. 자재

2.1 규격 및 형식

(1) 규격 및 형식은 공사시방서에 따른다.

2.2 여자설비 형식

- (1) 여자설비는 제어기(controller), 3상 전파 위상제어정류기(3 phase full-wave controlled rectifier), 초기여자설비(field flashing system), 계자스위치, 각종 보호장치, 사용자연계장치(MMI), 운영프로그램 및 기타 부품으로 구성되어야 하며, 정지형 디지털 방식으로 각 발전기에 공급되어야 한다.
- (2) 자동전압조정장치는 자동전압조정기 및 수동전압조정기로 구성되며 현장 및 원격제어가 가능하도록 필요한 부속설비를 갖추어야 한다.
- (3) 여자장치의 모든 설비는 자립형 금속 철재 큐비클에 내장되어야 하며 인출형 플러그인 모듈 구조이어야 한다.
- (4) 여자전원은 기존의 여자용 변압기를 통하여 공급하여야 한다.
- (5) 기동 시 초기 여자전압은 축전지로부터 공급하여야 한다.
- (6) 여자기 출력전원의 계자 공급은 기존의 브러시(brush)와 컬렉터 링(collector ring)을 이용한다.
- (7) 여자시스템은 초기속응여자(HIR) 방식이어야 한다.
- (8) 발전기 정격단자전압 조건에서 공칭 반응(nominal response)를 2.0 이상으로 설계하여야 하고, 수급인은 이에 대한 상세설계 데이터를 제출하여야 한다.
- (9) 여자 시스템의 정상전압(ceiling voltage)는 기존의 여자변압기 2차 측을 참고하여 결정하되, 최소값을 N.R 2.0 이상을 만족할 수 있도록 전부하 계자전압의 1.6배 이상이 되도록 설계하여야 한다.
- (10) 수급인은 이러한 N.R 및 정상전압이 발전기 로터(rotor) 및 여자용 변압기의 설계에 영향을 미치지 않음을 입찰제의를 제출 시에 설계계산 시트(sheet)로 제출하여 입증하여야 한다.
- (11) 발전기 단자에서 돌발단락 사고 시 지장이 없어야 하며 정격전류의 150 %에서 30초 이상의 과전류 내량을 가져야 한다.

2.3 제어기 구성 및 기능

(1) 제어기는 디지털 방식으로 구성하되 디지털 제어기에 필요한 각 기능별로 하드웨어가 분리된 모듈 형식이어야 하며, 각 하드웨어는 어떤 방식이든 국가표준(industrial standard)을 따라 설계된 것이어야 한다.

2.3.1 소프트웨어

① 응용프로그램은 실시간 운영체제를 가지고 세부기능별로 모듈화 되고 적용 도구(tool)는 사용자가 쉽게 접근할 수 있고 수정이 가능한 개방형 구조이어야 하며, 각 세부기능은 아래와 같은 특성을 가져야 한다.

가. 초기화기능 : 하드웨어 및 소프트웨어를 초기화하는 기능

나. 제어기능 : 자동전압조절기, 수동전압조절기, 부족/과여자제한기 등 제어 및 제한 기능

다. 보호기능 : 과전압보호기, 과전류보호기 등의 보호기능

라. 진단기능 : 운전이력저장 및 각종 검사를 통한 자기진단을 수행하는 기능

마. 통신기능 : 제어기와 MMI간의 통신을 수행하는 기능

② 자동전압조절기(AVR)

가. 자동전압조절기는 여자시스템의 정상(normal) 운전 모드(mode)로 동작하여야 하며, 전원 인가 시 자동으로 설정되는 운전 모드여야 한다.

나. 자동전압조절기는 어떠한 운전 조건에서도 발전기의 단자전압을 정격단자 전압의 90~110 %까지 제어 가능하여야 한다.

다. 발전기 단자전압은 어떠한 변화에도 신속히 연속적으로 응답하여야 하며, 정상 상태에서도 헌팅현상 없이 $\pm 0.1\%$ 이내에서 규정전압을 유지해야 한다.

라. 전부하 차단 시 정격속도의 40 %의 최대 순간 속도상승에 부합되는 주파수 이내의 어떤 속도에서도 안전하게 운전할 수 있어야 하고, 정격속도의 120 %에서 2분간 견디어야 한다.

마. 정격부하의 순시차단이나 정격속도의 140 %에 해당하는 과속도의 연속운전에 기인한 과전압에 대해 자동전압조정기는 순시 출력전압 변화를 3초 이내에 부하차단 이전전압의 +30 %로 제한하여야 한다.

바. 발전기의 회전속도와 전압이 각각 $\pm 5\%$ 변화 시에도 운전에 지장이 없어야 한다.

사. 자동동기투입장치로부터의 전압조정신호를 수용할 수 있어야 한다.

③ 수동전압조절기능

가. 수동전압조절기의 제어범위는 정격계자전류의 20 %~120 %까지 제어할 수 있어야 하며 이 범위는 설정 가능하여야 하고, 이 운전범위에서의 제어 정밀도는 $\pm 5\%$ 를 유지하여야 한다. 또한, 어떤 사고에 의하여 주차단기가 오픈(open)되고 무부하 상태로 운전될 때 발전기 단자전압을 정격전압으로 유지하여야 한다.

④ 자동추종기능(with balance meter)

가. 자동전압조절 모드에서 갑작스러운 수동전압조절 모드로 전환시 발생할 수 있는 범프(bump)를 방지하기 위해 수동전압조절기는 자동전압조절기의 출력을 자동 추종하는 기능을 보유하여야 하며, 이러한 추종의 결과는 MMI시스템 상에 널 밸런스 계량기(null balance meter)의 형태로 나타나야 한다. 이때, 모드(mode) 변경(change)시 범프 전압이 최대치는 5% 미만이 보증되어야 한다. 이러한 추종에 대한 요구사항은 자동에서 수동으로, 수동에서 자동으로 전환 시 동일하게 적용된다.

⑤ 부족여자제한기능

가. 자동운전 모드에서 발전기의 운전점이 과도하게 진상영역으로 이동되는 것을 방지할 수 있는 기능이 제공되어야 한다. 부족여자 제한기의 제한선은 다수개의 점에 의하여 연결되므로 발전기의 동작은 경보로써 표시되어야 하며, 운전자의 조작이 없을 경우 자동으로 안전한 영역으로 운전점을 이동시키는 기능을 보유하여야 한다.

⑥ 과여자제한기능

가. 여자시스템에는 여자기 및 발전기 계자권선을 과전류에 의한 과열로부터 보호하기 위한 과전류 제한 기능을 가져야 한다. 과전류 제한기는 발전기가 계통으로부터 분리되어 있을 때와 계통에 병렬운전중일 때 동작하는 분리된 제한기로 구성되어야 하며, 제한기의 동작은 운전자에게 경보로 나타나야 한다. 제한기의 동작은 여자시스템의 최고 출력이 필요할 때 지정한 시간만큼 충분히 최대출력을 낼 수 있도록 시지연 상수를 설정 가능하여야 한다.

⑦ V/Hz 제한기능

가. V/Hz 제한기능은 발전기의 주파수가 일정값 이하로 감소할 때 이에 비례하여 발전기의 단자전압을 감소시키는 동작을 하여야 하며, 이러한 감소의 형태는 비례형이 되어야 한다. 제한기의 동작은 운전자에게 경보로 나타나야 한다.

⑧ 자동무효전력조절장치 및 자동역률조정장치(AQR/APFR)

가. 자동무효전력조절장치 및 자동역률조정장치는 자동전압조절기의 참조값을 바꿈으로서 동작하는 방식이 되어야 한다. AQR 및 APFR의 동작에 의하여 발전기 단자 전압이 과도하게 변동하는 것을 방지하기 위하여 제어기에는 불감대(dead band) 및 단자전압 변동율을 조절하기 위한 설비가 제공되어야 한다.

⑨ 무효전력 보상기능

가. 제어기는 발전기간 무효전력 분담율을 제어하기 위한 기능이 제공되어야 하며, 보상범위는 ±5% 이상이어야 한다.

⑩ PT고장 검출기능

가. 제어기에는 발전기 PT의 고장을 검출하기 위한 기능이 포함되어야 하며, PT의 고장이 검지될 경우 제어기는 경보를 발생시켜야 하며, 즉각 수동전압조절기 모드(mode)로 절환 되어야 한다. PT의 고장이 해소되지 않았을 경우 수동전압조

절기에서 자동전압조절기로의 절환은 방지되어야 한다.

2.3.2 하드웨어

(1) 제어기는 신뢰성이 입증된 상용보드를 사용하고 가능한 한 최신의 디지털 기술을 적용할 수 있어야 하며 아래 사항은 기본적으로 적용하고 시스템을 구성하기 위해 필요한 부분은 추가할 수 있다.

- ① 중앙처리장치 보드는 충분한 연상능력 및 향후 필요한 시스템의 기능향상에 대비하여 충분한 기억장치를 내장하고 있어야 한다. 중앙처리장치는 여자시스템 또는 기타 다른 제어설비용으로 공급된 실적을 갖는 상용의 제품이어야 하며, 수급인은 이러한 사실에 대하여 국내외의 공급 실적을 증명하여야 한다.
- ② 디지털 입력보드는 여자시스템 내부 또는 발전소의 기기 사이에 계전기의 접점입력을 처리하기 위한 역할을 수행하여야 한다. 디지털 입력보드의 각 입력점은 서로 분리되어야 하며, 각각은 절연됨으로써 한 개의 입력점에 발생한 서지(surge) 전압에 의하여 다른 입력점이 영향을 받지 않도록 하여야 한다. 디지털 입력보드점의 절연 앰프(amp) 또는 포토커플러(photo coupler)에 의한 방식이어야 하며, 수급인은 절연방법 및 절연 등급(level)에 대하여 상세하게 기술하여야 한다.
- ③ 디지털 출력보드는 여자시스템 내부 또는 발전소 기기간에 계전기 접점을 출력하는 역할을 수행한다. 디지털 출력보드는 보드내에 계전기가 설치된 방식이어서는 아니되며, 반드시 전압출력을 통해 보조판넬 또는 기타 판넬에 설치된 인터포징(interposing) 계전기를 동작시키는 방식이어야 한다. 수급인은 디지털 출력보드에 대하여 각 채널(channel)의 정격이 인터포징 계전기와 올바르게 매칭(matching)이 됨을 증명할 수 있도록 채널의 유도성 부하에 대한 용량과 각 인터포징 계전기(interposing relay)에 대한 데이터(data)를 제출하여야 한다. 디지털 출력보드의 각 채널은 서로 절연되어야 하며, 절연방식은 절연 앰프 또는 포토커플러 방식이 될 수 있다.
- ④ 아날로그 입력보드는 제어기의 외부로부터 아날로그 형태의 신호를 입력 받는데 사용된다. 아날로그 입력보드의 각 채널은 채널별로 분리된 A/D 컨버터가 설치되어야 하며, 1개의 A/D 컨버터에 발생한 고장으로 인해 다른 A/D 컨버터가 영향을 받지 않는 형식이어야 한다. A/D 컨버터의 해상도는 제어정밀도를 충분히 만족할 수 있는 해상도를 가져야 하며, 적어도 12Bit 이상이어야 한다. 각 채널의 절연 수단으로 절연 앰프 또는 포토커플러를 사용할 수 있다.
- ⑤ 카운터/타이머보드
 - 가. 제어기로부터 발생하는 제어출력은 디지털 펄스(pulse) 방식이어야 하며, 이를 위해 카운터/타이머 보드가 사용되어야 한다. 카운터/타이머 보드는 정류기를 구성하는 6개의 사이리스터(thyristor)를 구동하기 위한 6개의 출력을 각각 분리하여 발생시킬 수 있어야 한다. 분리된 각각의 출력은 서로 절연되어야 하며, 절연방식으로 절연 앰프 또는 포토커플러를 사용할 수 있다.

⑥ 통신보드는 여자시스템 제어기와 MMI간의 디지털 방식의 통신을 위하여 사용된다. 통신보드는 제어기와 로컬 MMI 시스템(local MMI system) 및 중앙제어실에 설치될 원격 MMI 시스템(remote MMI system) 간을 연결하는 네트워크(network)와 발전소에 추후 설치될 SCADA 시스템(SCADA system)과 연결할 네트워크로 구성되어야 하며, 위 두 네트워크는 서로 분리될 수도 있고 통합하여 구성하여도 무관하다. 여자시스템 내에는 추후 기기간의 통신영역 확장을 위하여 반드시 이더넷(ethernet)과 TCP/IP 프로토콜(TCP/IP protocol)을 지원하는 하드웨어 및 소프트웨어에 대한 설비를 갖추어야 한다.

⑦ 이중화된 전원공급장치

가. 여자시스템을 구성하는 전원공급장치는 전원공급장치 자체뿐만 아니라 전원도 이중화하여야 하며, 수급인은 이를 위해 필요한 상세한 용량과 함께 기초자료(source)를 공사감독자에게 요구하여야 한다.

(3) 경보 및 보호

① 여자설비의 보호는 이상 또는 고장의 범위와 특성에 따라 두 가지로 분류해야 한다.

가. 중고장 또는 이상이 발생하면 여자설비는 트립되고 관련 발전설비는 비상정지되어야 한다.

나. 고장 또는 이상이 심하지 않는 경우 고장난 설비는 발전기 여자설비의 차단 없이 계통으로부터 분리되고 경보를 발해야 한다.

다. 여자시스템은 다음과 같은 항목의 보호기능을 갖추어야 한다.

- (가) 과/부족 여자 보호(on/off-line)
- (나) V/Hz 보호
- (다) 상 불평형 보호
- (라) 계자상실 보호
- (마) 계자접지 보호(동작감도 설정 및 테스트 기능)
- (바) 공급전원 고장보호
- (사) PT 고장 보호

라. 보호 및 경보용 모든 항목은 여자큐비클에 설치된 그룹경보기에 지시해야 하며, 일부 항목은 주제어실 경보기 패널에도 표시하여야 한다.

2.4 여자설비의 보호 및 경보

- (1) SCR을 사용한 3상 전파상 제어 정류기(full-wave phase controlled rectifier)로 소프트웨어(software)를 사용한 네거티브 포싱(negative forcing) 기능이 가능해야 한다.
- (2) 정류기의 설계정격은 발전기 전부하 계자전류의 130 % 이상에서 연속운전이 가능하도록 설계되어야 하며, 수급인은 이에 대하여 입찰제의를 제출 시 설계계산서를 통하여 증명하여야 한다.
- (3) 정류기는 강제 공랭식이어야 하며, 냉각용 팬은 작동 모듈(operation module)과 대기

모듈(standby module)로 구분된 2중화 방식이어야 하며 외함의 전면부에는 양 모듈 간의 운전을 절환시킬 수 있는 스위치가 설치되어야 한다.

- (4) 팬(fan)용 모터는 모터의 운전에 의한 진동을 방지할 수 있는 형식이어야 한다.
- (5) 각 팬의 정상동작 유무를 검지할 수 있는 설비(예, 풍량센서(air flow sensor))가 설치되어야 하며, 이러한 센서는 모터의 로터(rotor)축에 부착되는 기계방식이어서는 안된다.
- (6) 운전 중 팬의 고장이 발생하면 자동으로 준비(standby) 상태로 팬으로 운전이 절환되어야 하며, 이러한 상황은 경보로서 운전원에게 알려져야 한다.
- (7) 정상운전 중 두 팬이 동시에 고장이 날 경우에도 경보 후에 여자시스템은 계속 운전되어야 하고 냉각공기의 부족으로 인하여 사이리스터(thyristor)의 온도가 상승할 때 운전정지 되어야 한다.
- (8) 정류기 입력단에 시스템 보호용 AC 차단기(AC breaker)와 DC 출력단에 DC 절연체(DC isolator)를 설치하여야 하며, AC 차단기의 경우 제어전원이 상실되었다 하더라도 수동 개방할 수 있는 설비가 설치되어야 한다.
- (9) 각 정류기는 AC 라인 필터(line filter)가 설치되어야 한다.
- (10) 정류기의 각 사이리스터의 입력 또는 출력단에는 과전류에 의한 손상을 방지하기 위한 퓨즈(fuse)가 설치되어야 하며, 퓨즈는 반도체 보호용 속단형이 사용되어야 한다.
- (11) 각 퓨즈의 상태는 퓨즈에 설치된 퓨즈상태 표시장치에 나타나야 하고, 퓨즈가 손상되었을 경우에는 경보를 통하여 운전원에게 알려주는 수단이 있어야 한다.
- (12) 각 정류기에는 서지(surge)성 전압으로부터 SCR을 보호하기 위한 서지흡수장치가 설치되어야 한다.
- (13) 각 정류기의 최고온도 부위에는 온도감시용 센서가 설치되어 경보 및 여자시스템 정지신호를 발생시키는 수단이 제공되어야 한다.
- (14) 각 정류기에는 개별 사이리스터의 정상여부를 판단하기 위한 기능이 설치되어야 한다.
- (15) 제어기로부터 전달되는 사이리스터용 점호신호는 노이즈로부터 강한 광펄스 방식으로 전달되어야 한다.
- (16) 각 정류기 관널의 전면에는 각 정류기의 운전상태를 일목요연하게 나타낼 수 있는 미믹 보드(mimic board)가 설치되어 각 사이리스터의 운전상태, ACB의 상태, DC 절연체(DC isolator)의 상태를 나타내어야 하며, 레이아웃(lay-out) 및 표시정보에 대해서는 공사감독자로부터 사전 승인을 받아야 한다.
- (17) 정류기반은 대전력의 전류를 흘릴 수 있는 버스(bus)와 사이리스터 방열에 충분히 견딜 수 있는 구조이어야 하며, 전기적 절연특성 및 안전이 우수한 기계적 구조이어야 한다.
- (18) 냉각팬은 방열체(heat sink) 상부에 설치하여 신뢰성이 확보되는 구조로 제작하여야 한다.

2.5 보조기 구성

(1) 크로우바 회로(crowbar circuit)

- ① 각 여자시스템의 보조기능은 과전압으로부터 계자를 보호하기 위한 크로우바 회로를 포함하여야 한다.
- ② 크로우바 회로는 과전압 검출을 위한 센서부와 계자를 단락시킴으로서 과전압 상태를 해소하기 위한 단락회로부로 구성되어야 한다. 단락회로부는 동작의 신뢰성을 확보하기 위한 양방향(back-to-back)형태로 조립된 사이리스터로 구성되어야 한다.
- ③ 크로우바에 사용되는 사이리스터는 충분한 역전압 내력을 가져야 하며, 위 전압에 대하여 공사감독자로부터 관련자료를 첨부하여 승인을 득하여야 한다.
- ④ 크로우바의 과전압 검출장치는 발전기 계자권선의 고전압 시험전압 보다 낮은 전압에서 동작하여야 하며, 운전 중 폴 슬립(pole slip)에 의하여 발생한 서지 전압으로부터 발전기 및 여자시스템 자체를 충분히 보호할 수 있는 수준이어야 한다. 수급인은 여자시스템 설계 시에 발전기에 발생할 수 있는 폴 슬립 전압을 계산하고 이를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

(2) 필드 방전 레지스터(Field Discharge Resister, FDR)

- ① 필드 방전 레지스터는 여자시스템의 정상정지 또는 비상정지 시 발전기 계자내에 포함된 에너지를 열로 소모하므로써 이로 인해 ACB 접촉자 또는 기타 여자시스템내의 기기들이 손상을 입는 것을 방지할 수 있게 설계되어야 한다. FDR의 용량은 계자의 에너지를 최대한 빨리 소모할 수 있도록 설계되어야 하며, 정상운전 중 FDR에 전류가 흐를 경우 어떠한 경우에도 여자시스템은 반드시 운전정지 되어야 한다.

(3) 초기 여자(field flashing) 회로

- ① 직접여자 방식의 초기전압 확립 회로로 발전소의 DC 배터리(DC battery)를 사용하여야 한다. 초기 여자 회로는 배터리 전원을 사용하는 기존 설비들의 운전에 영향을 주지 않도록 최소한의 용량이 되도록 설계하여야 하며, 필요한 용량의 데이터(data)를 제출하고 이에 대한 협의 이후 제작하여야 한다.

(4) 축전압 억제기

- ① 정류기의 출력단에는 사이리스터의 점호에 의한 스파이크 전압에 의한 발전기 회전자축에 축적되는 전압을 억제하기 위한 축전압 억제기가 설치되어야 한다.

2.6 MMI 구성

- (1) MMI는 제어기 패널의 전면부에 부착되는 로컬 MMI와 주 제어실에 설치되는 리모트 MMI로 구성하며 제어기와 MMI간에는 이중화된 통신포트를 내장한 디지털 통신방식으로 구성하고 향후 SCADA 시스템(SCADA system) 구축 시 통신 인터페이스(interface)를 위해 프로토콜(protocol)을 개방하여야 한다.
- (2) 리모트와 로컬 MMI는 동일한 하드웨어 및 소프트웨어가 사용되며 아래와 같은 기능 이상을 가져야 한다.

- ① 사용자 명령 수행
 - ② 제어기 한도(parameter) 설정
 - ③ 제어기 운전정보 및 이력 표시
 - ④ 제어기 시험
 - ⑤ 시스템 정보
- (3) MMI 시스템은 자체 전원공급장치를 내장하여야 하며, NEMA 4방식으로 설계되어 별도의 냉각설비가 없이도 정상운전이 가능하여야 한다.

2.7 여자시스템 큐비클

- (1) 여자시스템 큐비클은 모든 필요 요소가 설치된 다음과 같은 구조이어야 한다.
- ① 큐비클은 방진용 받침을 설치하여 바닥에 부착하고 내부에 방습용 히터(heater)와 조명등을 설치한다.
 - ② 모든 케이블은 큐비클 하부면을 통하여 인입되거나 인출되어야 한다.
 - ③ 양방향 접근이 가능하도록 전면과 후면에 잠금장치가 있는 도어를 설치하여야 한다.
- (2) 여자시스템 큐비클에는 특성 시험을 위하여 다음과 같은 별도의 시험단자를 설치하여야 한다.
- ① 초기 여자 접점(field flash contactor), 보조접점(a접점)
 - ② AVR 출력(output)
 - ③ 계자 전류(field current)
 - ④ 계자 전압(field voltage)
 - ⑤ 발전기 단자전압
 - ⑥ 스텝(step) 입력단자
 - ⑦ OEL 접점
 - ⑧ UEL 접점
 - ⑨ V/Hz Limit 접점
- (3) 여자시스템 큐비클 도장은 방청도장을 2회 이상 한 후 K-water 색상기준을 준하여 도장하여야 한다.

2.8 여자용 변압기

- (1) 규격 및 형식
- ① 규격 및 형식은 공사시방서에 따른다.
- (2) 성능
- ① 여자설비의 운전을 위해 충분한 용량을 가져야 하며, 전압조정기의 전 운전범위를 수용할 수 있도록 고압측단자에 정격용량 탭을 설치하여야 한다.
 - ② 저압권선은 1차 권선과 적절히 차폐되어야 하고 차폐설비는 확실하게 접지하여야 한다.

- ③ 변압기는 조정 가능한 경보접점을 갖춘 온도지시계를 포함한 표준부속설비를 갖추어야 하며 공사감독자의 승인을 받아야 한다.
- ④ 온도계의 접점은 상시개로, 이상 시 폐로형이고, 비접지이며 직류 110 V에 적합해야 한다. 모든 접점은 외부 회로와의 접속용 단자대를 설치해야 한다.
- ⑤ 여자변압기 회로 보호용으로 과전류 비율 차동계전기 설비를 설치하고 모든 접점은 외부회로의 접속을 위해 단자대까지 배선을 해야 한다.
- ⑥ 여자 변압기는 큐비클에 내장하여야 한다.

2.9 통전표시 장치

- (1) 각 반의 모선 및 케이블 설치개소 중 주요 부분에 대해서는 전원 통전상태를 근무자가 쉽게 알 수 있도록 통전표시장치를 설치하여야 한다.

2.10 열감지 장치

- (1) 모선 및 케이블 설치 개소 중 접촉부의 이상발열 여부 감시가 가능하도록 다음과 같은 해당개소는 열감지 튜브 또는 열감지 테이프를 부착하여야 한다.
 - ① 모선, 간선의 접속부
 - ② 단면적 6.0 mm² 이상의 케이블 단말부
 - ③ 주요 기기의 연결부로서 육안 점검이 용이한 곳
 - ④ 기타 전기적 발열에 의한 사고 발생이 우려되는 곳

2.11 예비품

- (1) 사이리스터 정류기(thyristor rectifier) : 1조
- (2) 제어 장치(또는 PCB module) : 종별 1조
- (3) 전원 공급 장치(power supply unit) : 종별 1조
- (4) 제어요소(relay, diode, contactor류) : 종별 1조

3. 시공

3.1 일반사항

- (1) 여자설비의 시공일반은 KWCS 31 60 10 (3. 시공)에 따른다.
- (2) 기기 주위의 보유거리는 전기설비 기술기준에서 정하고 있는 거리 이상을 확보하고, 또한 유지관리 공간을 고려하여 반주위에는 검사를 위해 800 mm 이상의 공간을 확보해야 하나 협소한 공간을 확보해야 하나 협소한 공간임을 고려 설계도면과 같이 설치해야 한다.
- (3) 변압기의 발열 등으로 실온이 상승될 염려가 있을 경우에는 환기 구멍 또는 환기장치 등을 설치하여야 한다.
- (4) 습기 또는 결로 등에 의한 절연저하의 염려가 있는 경우에는 스페이스 히터(space

heater)를 구비하여야 한다.

- (5) 케이블 트렌치의 설치는 KEC 232.24에 따른다.
- (6) 이 기준에서 언급하지 아니한 설치일반사항은 KWCS 31 10 21 (3. 시공)에 따른다.
- (7) 수배전반 내에는 도어개방 시에 점등되는 조명을 설치하여야 한다.

3.2 설치

- (1) 설치면의 수평도를 조사하고 심한 요철부분은 연마하여 수평면이 되게 하고 설치 면을 깨끗하게 청소하여야 한다.
- (2) 설치장소의 기초는 콘크리트 바닥에 별도로 공급되는 찬넬베이스를 고정하고 찬넬베이스 위에 배전반을 설치한다.
- (3) 찬넬베이스를 콘크리트 바닥에 고정할 때는 앵커(anchor) 볼트를 박거나 혹은 콘크리트 바닥에 매입되어 있는 철근에 용접하여 견고히 고정한다. 콘크리트 바닥이 수평이 되지 않았을 경우는 라이너 플레이트(liner plate)를 고이는 방법 등으로 찬넬베이스 상면은 정확히 수평을 유지하도록 한다.
- (4) 외함 설치시 하부에 뚫려있는 고정볼트용 홀(hole)과 찬넬베이스 상면에 테이핑(tapping)되어 있는 홀(hole)이 맞도록 배전반 위치를 조정하고 별도로 공급하는 볼트로 고정한다.
- (5) 2면 이상이 열반될 경우는 외함끼리 접촉되는 면의 프레임(frame)에 뚫려 있는 홀에 별도로 공급되는 볼트를 끼우고 너트로 단단히 고정한다.
- (6) 외함 설치 시 외형도에 표시된 배열순서에 맞추어 설치하며 제어 스위치(control switch), 표시등, 계측기(meter)류 등과 이 배전반 표면에 돌출된 기기에 손상이 가해지지 않도록 주의하여야 한다. 외함은 기초볼트와 일시적으로 가조립한 상태에서 조정하여 일렬로 설치한 다음 완전히 고정하여야 한다.
- (7) 설치한 후 이후에 외함 내부 및 외부를 청소하고 설치 시 손상이나 파손된 부분이 있는지를 점검하여야 한다.
- (8) 배전반을 설치하기 위해 내장물을 제거했을 시 설치 완료 후 즉시 제자리에 부착한다.
- (9) 내장기기의 설치
 - ① 각 기기는 설치도면에 따라 조립, 고정하여야 한다.
 - ② 기기설치 시는 다음사항을 점검하여야 한다.
 - 가. 모든 CT의 2차 측은 저항계를 사용하여 회로상태가 완전한지 조사할 것. (CT의 2차 측을 개방해 두면 위험함.)
 - 나. 각 계전기를 수동으로 동작시켜 성능에 이상이 없는지 확인할 것. 즉, 각 계전기가 설계도면에 따라 해당되는 차단기만 트립시키는지 여부를 조사할 것.
 - 다. 각 계기의 스케일(scale)이 도면에 표시된 계기용 변압기의 비율과 합치되는지 확인할 것.
 - 라. 모든 기기의 외관상 재점검하여 내부결선에 이상이 없으며 부족하거나 망실된

부분은 없는지 또한 외부로부터 이물이 들어가 전기적으로나 기계적으로 고장을 일으킬 염려는 없는지 확인할 것.

마. 모선이 가압되고 난 후에는 각 계기의 상태를 확인할 것. 직산전력계의 디스크는 지정된 방향으로 돌아야 할 것이며 전류계와 전압계는 절환스위치의 위치를 변경하면서 확인할 것.

바. 배전반이 완전 가동된 후에는 제작자가 보낸 도면을 한 번 더 검토하여 현장 작업결과 차이가 있으면 즉시 수정하여 원도를 수정하도록 해야할 것.

3.3 모선접속

- (1) 외함열반 설치 후 상호 연결되는 모선은 모선 1단에 부착되어 공급도는 연결 모선을 이용하여 6각머리 볼트로 접속한다.
- (2) 볼트는 모선크기에 따라 조임개소 및 볼트크기가 다르므로 볼트머리에 맞는 스패너(spanner) 등의 공구를 사용하여 단단히 조여야 한다.
- (3) 조임 상태가 헐거우면 접촉저항에 의한 과열의 우려 및 운전 중 진동에 의해 서서히 풀릴 수 있다.
- (4) 볼트 조임이 완료되면 볼트머리와 모선을 매직 등으로 마킹하여 볼트풀림의 상태를 관찰할 수 있도록 한다.
- (5) 접지모선은 반이면 하단에 설치되어 있으면 열반 시에는 반드시 모선 2단에 부착되어 있는 연결모선을 이용하여 양쪽 배전반의 접지모선을 접속한다.

3.4 차단기 설치

- (1) 차단기가 운반도중 외상을 안 받았는지 조작기구나 아크슈트에 이물이 들어가지 않았는지, 내부 부속이 빠지거나 없어진 것은 없는지, 보관을 잘못하여 녹이 쏘고 습기가 차지는 않았는지를 조사 확인하여야 한다.
- (2) 차단기를 인출입시켜서 이상 유무를 점검한다.
- (3) 수동조작
 - ① 투입 핸들(closing handle)로 차단기를 투입해 본다.
 - ② 수동으로 차단기를 트립시킨다. 이때 트립(trip) 동작이 신속한지를 면밀히 관찰하여야 한다.
 - ③ 차단기를 배전반에 결합시킨 후 다음 사항을 점검한다.
 - 가. 이때 전면 금속차폐와 콤파트벽 사이가 꼭 물려야 한다.
 - 나. 차단기를 로컬(local) 및 중앙제어실의 조작스위치로 시험하여 이상이 없을 것.
 - 다. 각 계전기를 동작시켜 제대로 트립 되는지 확인할 것.

3.5 보조기기 설치

- (1) 모든 기기 및 기타 설비는 보조기기 공급자 추천 및 K-water의 관련지침에 따라 설치되어야 한다.

3.6 안전 사항

- (1) 사용 장비는 사전에 손상부위, 작동상태가 확인되어야 한다.
- (2) 홀(hole)에 부품을 끼우는 작업은 압착사고, 이동작업은 걸려서 넘어지는 사고 등이 발생하지 않도록 안전에 유의한다.
- (3) 협소한 공간, 주변 돌출부가 있는 곳, 이동 시 간섭의 우려가 있는 장소에서는 경계표시를 하여 사전 확인을 할 수 있도록 한다.
- (4) 중량물 취급 시 중량물 밑으로 작업자가 통행하거나 상주하지 못하도록 한다.
- (5) 발전기 등 중량물 취급 시 제품의 손상 또는 낙하사고가 발생하지 않도록 사전예방에 만전을 기하여야 한다.
- (6) 협소한 장소에서의 기기 조립 및 설치 시에 인원통제를 해야 하며, 주변기기와의 충돌 대비를 위한 안전모 착용 등 사전 안전교육을 시행한다.
- (7) 볼트(bolt)의 조임 작업 시 압착사고가 없도록 주의하여 작업한다.
- (8) 와이어 로프(wire rope), 새클(shackle)은 사용 전에 반드시 안전성이 확인되어야 한다.
- (9) 작업장 진입로에는 안전 통로를 필히 확보하여 작업자의 자유로운 통행을 보장해야 한다.
- (10) 조립용 부품의 운반 시 안전자세를 취하도록 하며, 작업자 간에 부품을 전달할 때에는 부품의 낙하사고를 방지하도록 사전에 충분한 안전교육을 실시한다.

3.7 시험 및 검사

- (1) 일반시험
 - ① 시험 및 검사항목의 일반사항은 KWCS 31 10 21 (3.1)에 따른다.
 - ② KS 제품이 아닌 것에 대해서는 사용 재료의 모양, 치수 구조 등을 확인하고, 공인기관의 시험성적서 또는 검사증을 제출받아 성능을 확인받는다.
 - ③ 시험 및 검사항목은 다음을 포함하여야 한다.
 - 가. 외관검사, 치수검사
 - 나. 보호형식시험
- (2) 공장시험 및 검사
 - ① 여자기 공장시험 항목
 - 가. 절연저항측정시험
 - 나. 고전압시험
 - 다. 저항측정시험
 - 라. 무부하, 포화특성시험
 - 마. 온도상승시험
 - 바. 전압 오실로그램(oscillogram)
 - ② 각종 성능시험에 대한 시험기준은 KWCS 31 50 17 30 (3.1.5(2)⑥)에 따른다.
- (3) 현장시험 및 검사

- ① 현장입회검사는 KWCS 31 50 17 30 (3.1.5(3)①)에 따른다.
- ② 현장시험
 - 가. 절연저항측정
 - 나. 고전압시험
 - 다. 저항측정시험
 - 라. 무부하 포화특성시험
 - 마. 온도상승시험
 - 바. 전압 오실로그래프(oscillogram)
 - 사. 정류소자 시험
 - 아. 여자기 공극(exciter air gap) 시험

집 필 위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이 현	한국수자원공사	제갈훈	한국수자원공사
문부영	한국수자원공사	송두호	한국수자원공사
설재현	한국수자원공사	장창래	한국수자원학회
손승규	한국수자원공사	최미경	한국수자원학회

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
이명섭	한중	문홍진	문아이앤시

국가건설기준센터 및 건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
이영호	한국건설기술연구원	김세동	두원공과대학교
구재동	한국건설기술연구원	김수길	호서대학교
김기현	한국건설기술연구원	김재철	송실대학교
김나은	한국건설기술연구원	김재호	대전대학교
김태송	한국건설기술연구원	김훈	강원대학교
김희석	한국건설기술연구원	남기범	한국전기기술인협회
류상훈	한국건설기술연구원	박철규	서울주택도시공사
소병진	한국건설기술연구원	신석하	한국폴리텍대학
원훈일	한국건설기술연구원	신효섭	(주)더힐코리아
이승환	한국건설기술연구원	왕용필	한국전기산업연구원
이용수	한국건설기술연구원	유홍국	건일파트너스
이용준	한국건설기술연구원	이복희	인하대학교
주영경	한국건설기술연구원	이봉섭	강원대학교
최봉혁	한국건설기술연구원	이주철	대한전기협회
허원호	한국건설기술연구원	이준규	(주)중민
		장성규	(주)하이텍이피씨
		정영호	한국교통대학교
		조병우	석우엔지니어링(주)
		조휘만	한국토지주택공사
		주강필	SK건설
		최옥만	한국토지주택공사
		표정재	한국전기안전공사
		한석우	국제대학교
		황민수	한국전기공사협회

중앙건설기술심의위원회

성명	소속	성명	소속
김현수	LH	김찬문	한국수자원공사
송춘호	인천국제공항공사	홍언영	(주)세화
신호전	조엔지니어링	주강필	SK건설(주)
이은숙	한국농어촌공사		

소관부처

성명	소속	성명	소속
이상훈	환경부	박찬흥	환경부

KDS 31 50 17 35 : 2021
여자설비

2021년 5월 21일 제정

소관부서 환경부

관련단체 한국수자원공사
34350 대전광역시 대덕구 신탄진로 200
Tel : 042-629-3114(대표전화)
<http://www.kwater.or.kr>

작성기관 한국수자원공사
34350 대전광역시 대덕구 신탄진로 200
Tel : 042-629-3709~3710
<http://www.kwater.or.kr>

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
Tel : 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
<http://www.kcsc.re.kr>