

삼천포 화력발전소 방류수로 및 방류해역의 흐름 관측 및 특성분석

Flow Measurement and Characteristic Analysis in the Effluent Regions of the Samcheonpo Thermal Power Plant(TPP)

조흥연* · 정신택** · 강금석***

Hong Yeon Cho*, Shin Taek Jeong** and Keum Seok Kang***

요 지 : 삼천포 화력발전소에서 냉각수로 이용되고 방류되는 해수를 이용한 소수력 발전소가 삼천포 해역에 건설되고 있다. 본 연구에서는 소수력 발전소가 건설되는 지점, 즉 방류수로 및 방류해역의 흐름을 관측하고 흐름특성을 분석하였다. 방류수로의 흐름은 냉각수 방류량에 의한 영향이 지배적이며, 공간적으로는 냉각수가 합류되는 Weir 상류구간, 합류된 냉각수가 방류수로로 통하여 배출되는 Weir 하류구간, 방류해역으로 구분할 수 있다. Weir 상류지점은 측면에서 유입되는 냉각수로 인하여 유량이 점차 증가하나, 수로의 폭이 증가하기 때문에 수위 변화가 미미한 지역이며, Weir 하류지점은 월류된 냉각수가 사류(super-critical flow) 구간을 거쳐서 수리학적 도약으로 인한 강한 연직방향의 요동을 보이며 방류해역으로 이동하는 구간이다. 한편, 방류수에 의한 영향으로 외해방향으로의 해수흐름이 형성되나 유속은 조위의 승강운동에 크게 영향을 받는 것으로 파악되었다. 또한, 방류해역의 조위는 통영검조소에 비하여 평균조차는 약 10% 크게 나타나고 있으며, 파랑전파에 의한 영향은 미미한 정도로 파악되었다.

핵심용어 : 삼천포 화력발전소, 소수력발전소, 냉각수, 방류수로, 방류해역

Abstract : A small hydro-power plant operated by cooling water discharged from the power plant is under construction. In this study, the flow characteristics of the effluent channel and the outfall coastal zone in which the facilities are constructed have been measured and analysed. The flow pattern is highly dependent on the effluent discharge and clearly classified as these typical areas; the upstream and downstream areas of the weir, and the outfall coastal zone. The discharge and the width of the channel in the upstream area of the weir are increased step by step, so the water level fluctuation is small. The flow overtopping the weir is rapidly changing and has highly vertical fluctuation patterns after hydraulic jump just below the weir. The flow pattern in the outfall zone is directed toward the seaward direction and the velocity is dominated by the tidal level fluctuation. The mean tidal range in this area is about 10% greater than that of the Tongyeong tidal gauging station and the wave effects are negligible because of the sheltering effects of this area.

Keywords : Samcheonpo TPP, small hydro-power plant, circulated water, discharge channel, effluent discharge region

1. 서론 - 연구배경 및 목적

화력발전소 취수구 및 배수구는 설계단계에서 다양한 조건에 따른 수리학적 영향을 검토하여 규모를 결정하게

된다. 주로, 취수량 및 배수량 등을 고려하여 예상되는 최악의 상황(조위조건 및 최대유량 조건, 운영단계의 수로의 퇴적 가능성 등)에서 흐름 영향을 분석하게 된다. 그러나, 대부분의 구조물과 마찬가지로 설계단계에서 검토

* 한국해양연구원 연안개발연구본부(Coastal Development Research Department, KORDI, Ansan PO Box 29, Seoul, 425-600, Korea)

** 원광대학교 토목환경도시공학부(Corresponding Author: Shin Taek Jeong, School of Civil, Environmental & Urban Eng., Wonkwang Univ., Iksan 570-749, Korea, stjeong@wonkwang.ac.kr)

*** 한국전력공사 전력연구원(Korea Electric Power Research Institute, Daejeon 305-380, Korea)

된 내용에 근거하여 설계가 진행되고, 시공이 되고 운영을 하게 되면서 큰 문제가 없는 경우 설계단계의 상황이 운영단계에서 어느 정도의 정확도로 재현되고 있는가? 유사한 구조물을 설계하는 경우에는 기존 설계에서 과도하게 반영한 내용은 없는가? 등에 대한 검토는 매우 미흡한 실정이다. 그러나, 설계단계에서 예상했던 모든 조건이 운영단계에서 재현되지는 않기 때문에 기존의 시설에 추가적인 시설을 반영하는 경우에는 기존의 설계단계와 현재 운영단계의 조건차이를 분석하여 불필요한 고려사항을 제거한 경제적인 설계가 필요할 것으로 판단된다. 설계단계에서 검토·예측된 내용이 운영단계에서 어느 정도 정확하게 반영되고 있는가? 설계의 정확성에 대하여 현재의 관측결과를 토대로 하는 검증검토 연구는 매우 미흡한 실정이다.

본 연구는 삼천포 화력발전소에서 방류되는 온배수를 이용한 수력발전 상용화 사업의 일환으로 추진되었으며, 삼천포 화력발전소 방류수로 해역 연결부에 소수력 발전 시설을 건설하여 발전량 3,000 kW 규모의 상용 발전을 목표로 하고 있다. 따라서, 현재 방류수로의 흐름상태를 보다 정확하게 파악하고 방류수로 하류부에 소수력발전시설을 설치할 경우의 방류수로의 흐름변화 양상을 정확하게 예측하는 과정이 매우 중요하다. 현재 방류수로 및 방류해역의 흐름상태는 방류수로 설계 자료를 이용하여 파악할 수도 있으나, 본 연구에서는 방류수로 주요 지점의 흐름관측을 통하여 흐름특성을 분석하고, 설계조건에 의한 흐름특성과 현재 관측에 의한 흐름특성을 비교·분석하였다.

2. 삼천포 방류수로 및 방류 해역

2.1 방류수로 제원

삼천포 화력발전소 방류수로(총 길이 680 m)는 냉각수가 측면에서 연차적으로 유입되고 있기 때문에 수로의 폭이 점차적으로 증가하는 가변구간과 수위조절을 위한 보(weir) 하류의 고정 폭 구간으로 구별된다. 방류수로의 흐름은 방류량에 따라 수위 및 유속이 결정되고 있으며, 보 하류구간에서는 사류(supercritical flow) 구간 → 수리학적 도약(hydraulic jump) → 상류(subcritical flow) 구간으로 구분할 수 있으며, 방류해역과 연결되는 양상을 보이고 있다(Roberson and Crowe, 1993; 최·지, 1997). Weir 상류, 하류의 가변구간, 고정구간은 각각 446.75 m, 200.25 m 규모이며, 교각지점의 방류수로 저면고(Elevation 기준)는 +0.880, Weir 직하류부 저면고는 +1.000, Weir 정상부

표고는 +2.805, 가변구간 최상류부 끝부분 저면고는 +1.562 m이다. 또한, 교각에서 방류해역으로 연결되는 경사구간(수령거리 18 m) 하류지점의 저면고는 -2.500 m(하류지점에서 15 m 구간 수평 유지)이다. 따라서, 방류수로의 평균 경사는 연결지점, Weir 하류구간 및 상류구간 각각 0.1878, 0.0006, 0.0011로 Weir 하류구간이 가장 완만한 경사를 가지고 있으며, Weir 상류구간은 구간내에서도 상류방향으로 갈수록 경사가 증가하고 있다(한국전력공사, 1994, 1996, 2004; 한국남동발전(주), 2005).

방류수로는 폭이 변하는 가변영역과 폭이 일정한 영역, 방류해역으로 구분할 수 있다. 폭이 변하는 영역과 변하지 않는 영역은 중앙에 설치된 Weir 구조물에 의하여 구분되며, Weir 상류영역이 폭이 변하는 영역이며, 냉각수 방류수로가 배출되는 영역이다. Weir 구조물에서부터 상류방향으로 #1호기, #2호기, #3호기, #4호기, #5호기, #6호기 순으로 냉각수가 수로를 횡단한 관로에서 방류되어 수로 측면으로 유입되며, 방류수로의 최상단부의 폭은 2.5 m, 최하단부(Weir 구조물 직상류 지점)의 폭은 23 m → 28.15 m이다. 방류수로 폭은 2.5 m에서 23.0 m까지 점진적으로 증가하며, #1호기 냉각수 배출지점 하류부에서 28.15 m 확장된다. 이후, Weir 하류부 지점에서는 이 폭을 유지하면서 수로를 따라 방류해역으로 배출된다(Fig. 1 참조).

2.2 방류량 및 가동률 변화

방류수로의 흐름양상은 화력발전소의 운영양상과 밀접하게 관련되어 있다. 화력발전소의 운영은 가동률(운전율)로 파악할 수 있으며, 운전율은 동계(11월~2월; 4개월 기간), 하계(평상시, 동계를 제외한 기간)의 펌프 운전시간자료를 이용하여 산정할 수 있다. 펌프 운전[가동]은 1, 2호기(각 호기당 펌프 2대, 총 4대), 3, 4호기(각 호기당 펌프 2대, 총 4대), 5, 6호기(각 호기당 펌프 4대, 총 8대)로 구분되어 운영되고 있으며, 1, 2, 3, 4호기는 동계, 하계 구분없이 가동하고 있으며, 5, 6호기는 동계에는 호기당 3대, 하계[동계를 제외한 기간]에는 호기당 4대를 모두 운영하는 경우로 구분하여 운전률 100%로 간주하고 있다. 따라서, 가동률이 동계·하계기간에 따라 다르기 때문에 가동률이 100%라고 할지라도, 냉각수 방류량은 차이가 있게 된다. 한편, 펌프가 가동되는 경우와 가동되지 않은 경우의 방류수로 상류지역의 흐름양상은 측면유입의 영향 유·무와 직결되기 때문에 폭 가변구간에서의 국지적인 흐름 교란 정도로 간주할 수 있다.

따라서, 방류수로의 흐름 양상은 냉각수 펌프 가동율과

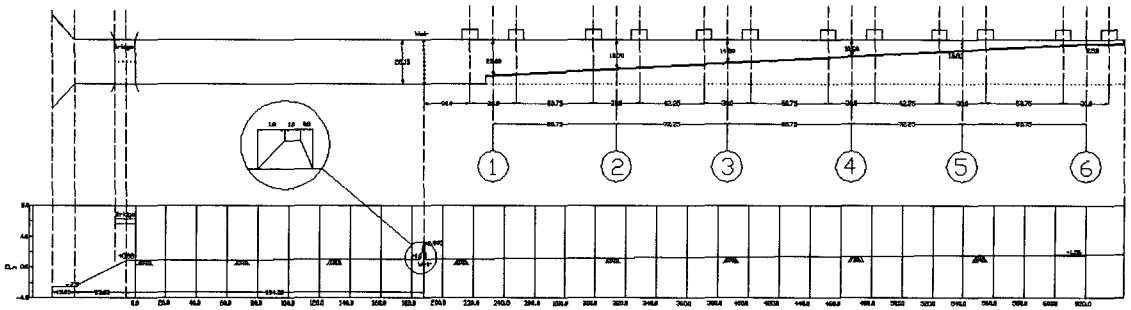


Fig. 1. Specification of the effluent discharge channel in Samcheonpo TPP.

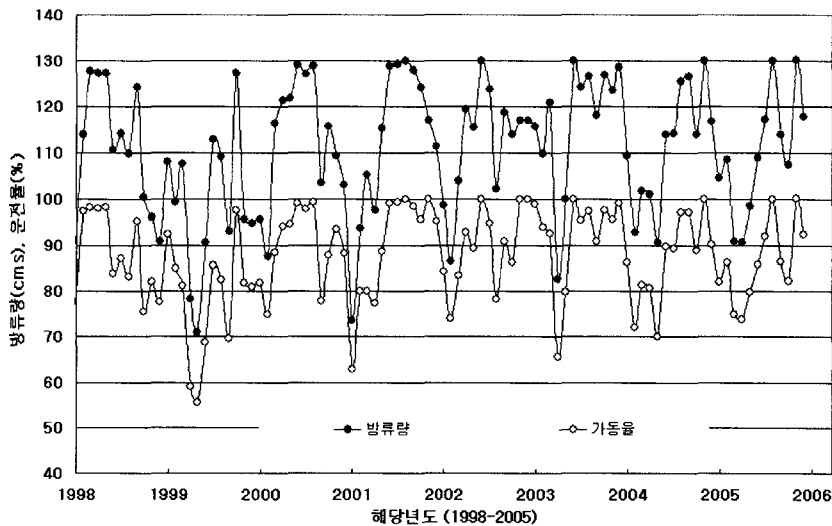


Fig. 2. Monthly change patterns of the effluent discharges (1998-2005).

직결되어 있으며, 가동율이 높을 수록 방류수로의 수위 및 유속이 증가하는 양상을 보이게 된다. 한편, 방류수로 말단부의 방류해역 부분은 조위의 영향이 있으나, 그 영향이 크게 나타나고 있지 않으며, 또한 수위에 미치는 영향이 Weir 상류부로 전달되지는 않는다. 1998년부터 2005년까지의 수량 및 가동율 자료를 분석한 결과, 평균유량 및 가동율은 각각 110.86톤/초, 87.5%, 평균유량 및 가동률의 표준편차는 각각 14.52톤/초, 10.4% 정도로 산출되었다(Fig. 2참조).

3. 방류수로 및 방류해역 수위 및 유속관측

3.1 수위관측 및 분석

방류수로의 수위에 가장 큰 영향을 미치는 인자는 수량(냉각수량)이다. 수량은 발전소 시설점검 및 계절별 운

영조건에 따라 월별로 변화를 보이고 있으며, 냉각수량의 변화에 따라 방류수로의 지점별 수위가 변한다. 방류수로의 수위는 Weir 하단부에서는 사류(射流, supercritical flow) 흐름이 형성되어 조석에 의한 영향이 없기 때문에 특정기간의 종단 수위관측 및 주요 지점의 1일 또는 장기간의 연속관측을 수행하였다. 주요 수위관측결과는 다음과 같다. 종단 수위관측은 전자 Level 장비를 이용하여, 방류수로에 접근이 가능한 횡단교각 및 측면 배수로 지점에서 Pole 막대(Staff)를 수면에 접촉하여 수준측량을 수행하는 방법으로 수면 표고를 측정하였다. 측정하는 중에 발생하는 수면의 교란(turbulence) 범위는 2~3 cm 정도로 현장에서 파악되었으며, 수면접촉 여부는 목측으로 판단하였다. 횡단교각부터 방류해역까지 구간은 접근이 불가하여 측정을 수행하지 못하였다.

수위관측은 초음파 수위계(SLM-800C)를 이용하였으며,

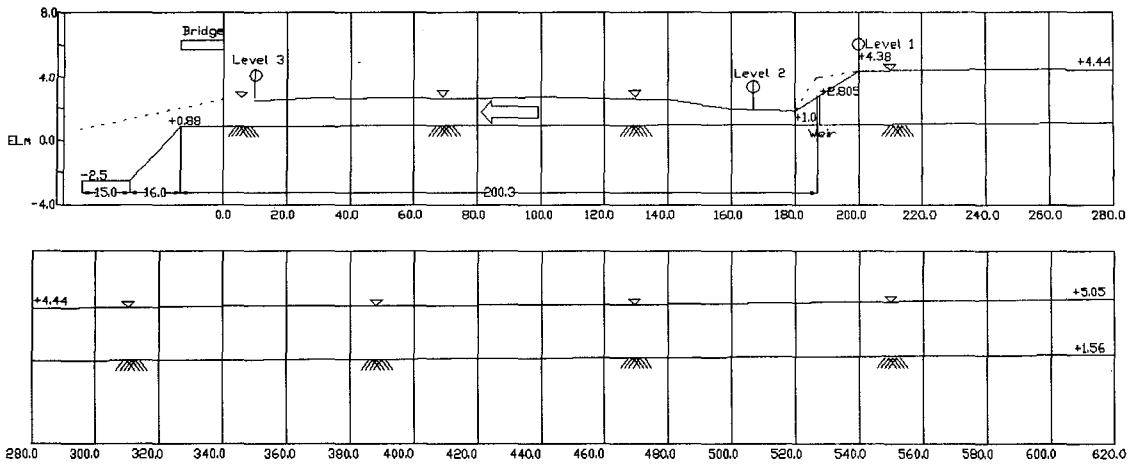


Fig. 3. Longitudinal water level profiles in the discharge channel(2004.11.24).

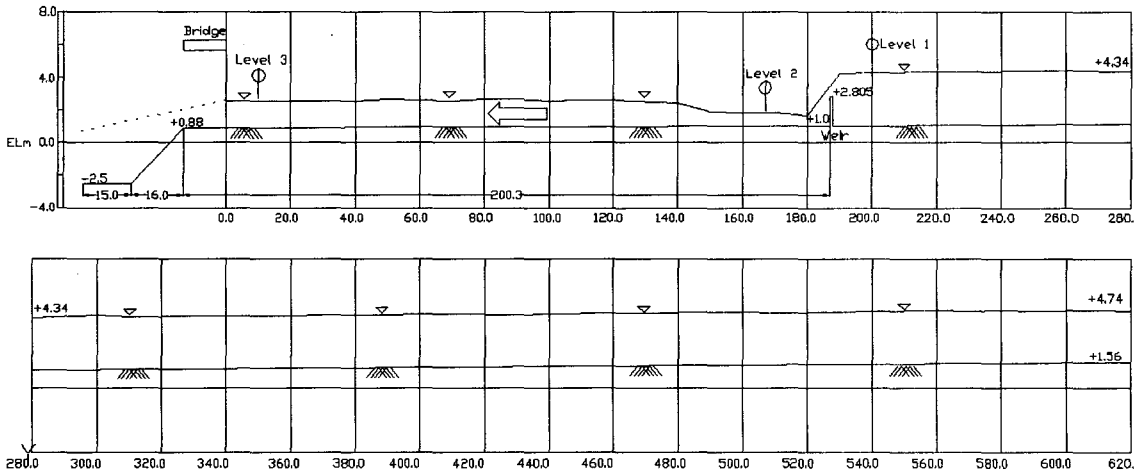


Fig. 4. Longitudinal water level profiles in the discharge channel(2005. 1. 12).

초음파 수위의 표고는 기확보한 수준점(하류부 교각 우안 모서리 나사못 돌출지점; 표고 6.277)을 기준으로 측량한 기계계를 이용하여 산정하였다. 초음파 수위계는 1일 정도 관측시에는 간이거치대를 이용하였으며, 5일 이상 장기 관측시에는 전원공급을 위한 Battery, Solar Panel 시설, Data-Logger 등을 설치하여 운영하였다.

방류수로의 종단 수위 측량은 2004년 11월, 2005년 1월에 수행하였으며, Weir 상류영역의 수위변화는 유량에 따라 차이를 보이고 있으며, 전체적인 변화 양상은 Weir 하류영역에서 크게 나타나고 있는 것으로 파악되었다(Fig. 3, 4).

방류수로 하류구간 교각지점에서 2004년 11월 25일부터 11월 30일까지 측정한 수위변화자료이다(Fig. 5참조).

수위변화 양상에 조위에 의한 영향은 뚜렷하게 나타나고 있지 않으며, 불규칙적으로 수위가 변동되고 있으며, 약 2.7 m 정도에서 2.8 m 정도로 오르락내리락하는 양상을 보이고 있음을 알 수 있다. 수위관측은 초음파 수위계(SLM-800C)를 이용하여 관측하였다.

한편, Weir 상류지점에서 2004년 12월 14일부터 2005년 2월 16일까지 2달 동안 수위변화를 관측·도시하였다(Fig. 6참조). 2004년 12월, 2005년 1월, 2월 각각 월별 방류량은 116, 104, 108 m³/s로 추산되었으며, 방류량이 많은 2004년 12월보다 2005년 1월 상반기 수위가 높은 이유, 1월 하반기의 수위변화 및 2월 상반기의 수위 증가는 월별 방류량으로 분석하기에는 다소 무리가 있는 것

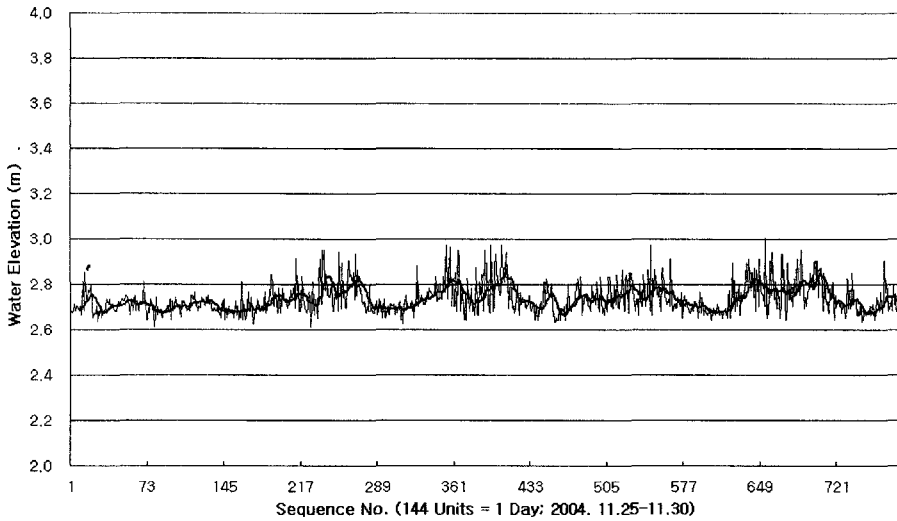


Fig. 5. Water level fluctuation patterns at the bridge pier station.

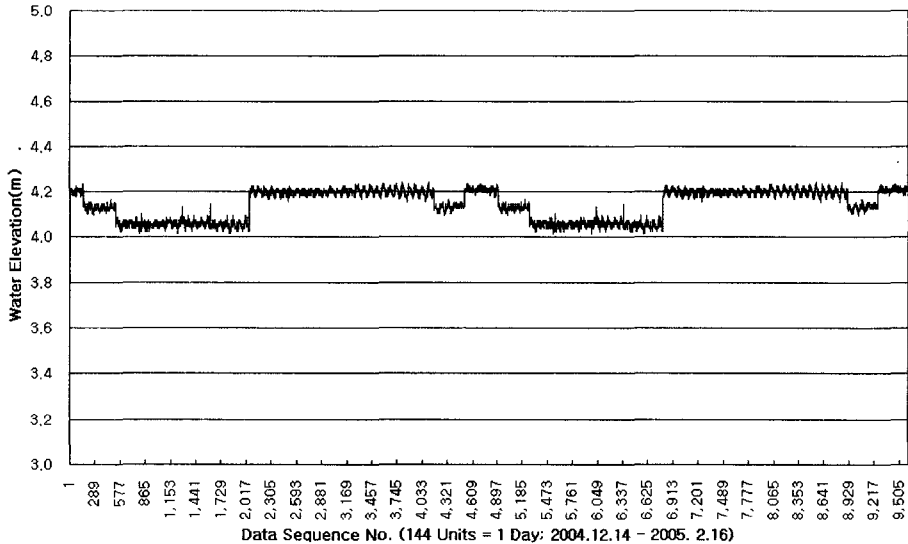


Fig. 6. Water level fluctuation patterns in the upstream point of the weir.

으로 판단된다. 따라서, 방류량에 따른 Weir 수위는 연속 관측한 자료와 일별 펌프 가동자료를 이용한 방류량 자료를 이용하여 추정하는 것이 타당할 것으로 판단된다.

3.2 유속관측 및 분석

방류수로의 유속은 Weir 상류구간의 가변 폭 구간은 접근이 가능하나, 측면에서의 유입에 의한 영향으로 국지적인 교란지점이 있으며, Weir 하류구간의 고정 폭 구간에서는 중앙부 접근이 실질적으로 불가하여 방류수로 안벽

부근 및 교각부분에서 측정을 수행하였다. 측정장비는 일본 ALEC(사)에서 제작한 전자기파(EM) 유속계로, 현장용 유속장비이다. 개수로(open channel)에서의 유속은 지점별로 차이가 나고, 변동성이 크기 때문에 방류수로의 수량을 참조하여 평균적으로 유속이 합당한가를 검토하였다. 유량에 대한 정보가 명확하다면 수위 관측자료를 이용하여 단면적 계산이 가능하기 때문에 국지적인 외류발생이 적은 방류수로에서 비교적 정확하게 유속을 계산할 수 있다. 관측유속은 계산유속의 타당성을 검토하는 차원에서

활용할 수 있을 것으로 판단된다.

유속관측은 수로하류 교량난간에서 EM(전자기식) 유속계로 2004년도 2월 6일, 8월 12일, 11월 24일에 수행하였다. 유속은 3.0 ± 0.5 m/s 정도로 관측되었으나 관측시기에 따라 변동이 크기 때문에 수량 및 수위 자료를 이용하여 추정하는 것이 보다 안정적인 유속을 산정할 수 있는 방법으로 판단된다.

3.3 방류수로 혼합부착 관측 및 분석

방류수로에서의 혼합 부착 두께 문제가 지적되어, 2005년 7월 12일에는 직접 방류수로의 수심을 측량하였다. 설계당시에는 혼합 등 부착패류가 방류수로에 부착되어 약 40 cm 정도의 두께를 형성할 것으로 예측(염려)하여 설계조건을 검토한 바 있다. 방류수로 하류지역에서는 측면안벽에 부착패류 및 해조류가 발견되었으나, 그 두께는 10 cm 이하로 파악되었으며, Weir 상류지역 방류수로에서의 바닥은 육안으로 식별이 곤란하여 1.0 m 크기의 강철봉을 결합하고, 흐름방향에 저항하게 하기 위하여 말단부에 고리를 만들어 로프를 걸어 인력으로 흐름에 강철봉이 방류수로에서 수직을 유지하도록 하였다. 또한, 방류수로 바닥에서의 안정된 착지를 위하여 원판을 용접하여 부착하였다.

강철봉을 이용하여 수심을 직접 측량하고, 설계도면(부착패류가 없는 경우 조건외 도면)을 이용하여 계산한 수심과 측정된 수심 비교, 수면표고와 강철봉의 완벽한 연

직유지(90°)가 곤란한 점을 감안하여 분석한 결과, 바닥에서의 부착패류에 의한 두께는 무시할 만한 정도로 파악되었다. 관측오차를 감안하고, 수심측량으로 감지할 수 없는 부착패류가 있다 할지라도 그 두께는 5.0 cm 미만으로 미미한 정도로 파악되었다. 방류수로의 수온 및 유속은 유생과정을 거치는 혼합의 산란조건에는 부적합한 것으로 파악되었으며(Nybakken and Bertness, 2003), 일반적인 부착패류의 서식조건과 흐름조건에 관한 상세한 해양생물학적인 근거검토는 수행하지 못하였으나, 금회 관측에 의하면 당초 설계조건에서 검토된 40 cm 두께는 다소 과도한 추정(염려)으로 파악되었다.

4. 방류해역의 조석 및 파랑 분석

4.1 조위 및 조류관측 및 분석

삼천포 화력발전소 방류해역의 조위, 조류 분석을 위하여 2005년 7월 31일부터 9월 22일까지 RCM-9, WTR-9 관측장비를 해역에 계류하여 조위와 조류를 관측하였으며, 관측자료는 초당 100톤 규모의 냉각수가 방류되는 해역임에도 불구하고, 조위의 주기성이 뚜렷하게 나타나고 있음을 알 수 있다(Fig. 7, 8참조).

방류해역에서 조류는 조위에 따라 0.6~1.4 m/s 범위의 값을 보이고 있다. 조류 관측지점은 방류해역에서 외해로 연결되는 좁은 수로를 통하여 냉각수가 배출되기 때문에 조위가 높은 경우에는 유속이 작고, 조위가 낮은 경우에

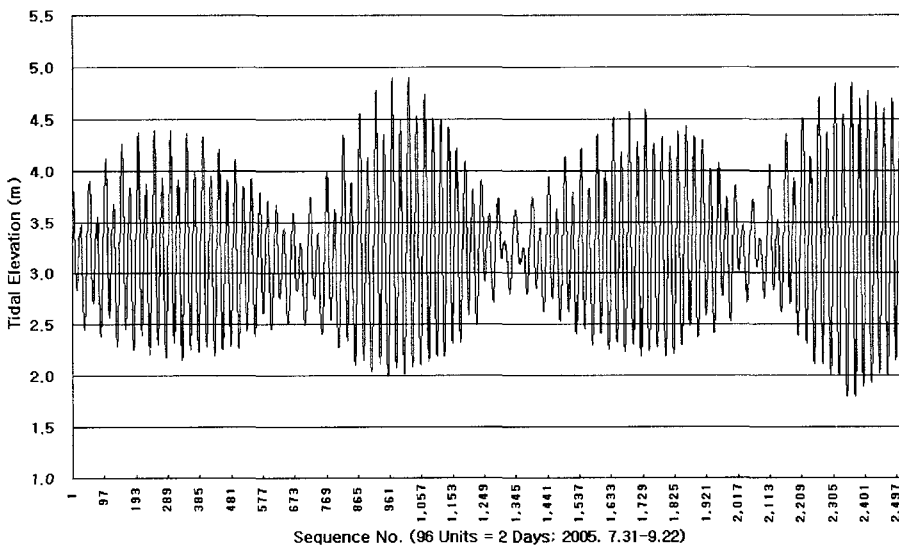


Fig. 7. Tidal level changes in the effluent outfall area.

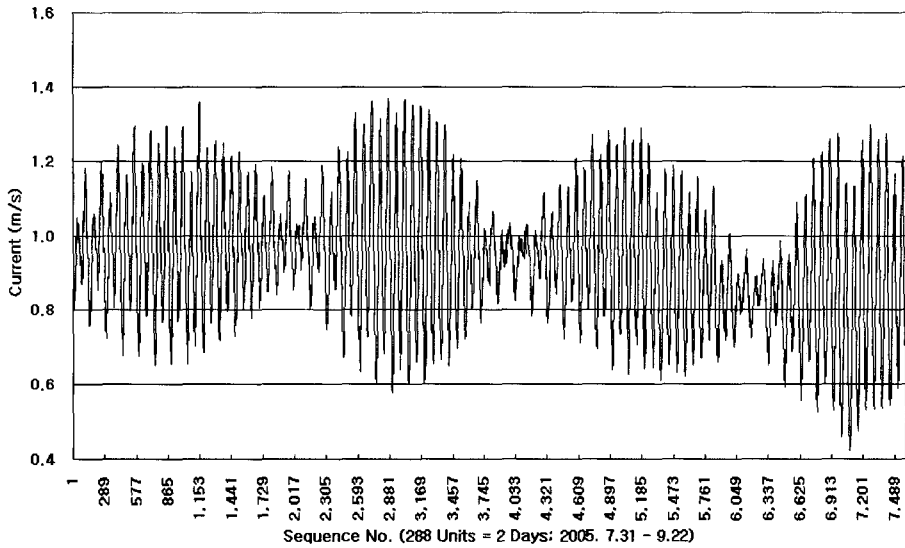


Fig. 8. Tidal currents changes in the effluent outfall area.

는 유속이 커지게 된다. 평균적으로 1.0 m/s 내외의 큰 유속으로 흐름방향은 방류수로에서 배출되는 유량이 크기 때문에 조위와는 무관하게 외해방향으로 일정한 방향을 유지하고 있고 있는 것으로 파악되었다.

삼천포 화력발전소 방류해역의 조위 관측자료를 이용하여 조화분석을 수행하고, 통영 검조소의 동시간대의 조위 관측자료를 입수하여 조화분석을 수행하였다. 삼천포 화력발전소는 통영, 여수지역과 상당한 거리를 두고 있기 때문에 조석현상은 유사할 수 있으나, 그 진폭 및 지각에는 차이가 발생할 수 있다. 특히, 조위는 구조물의 표고(천단고)를 결정하는 과정에서 매우 중요한 요소이기 때문에 1년 이상의 장기관측자료를 이용하여 정밀하게 분석하는 과정이 필요할 것으로 판단되나, 연구목적의 임시

관측소로 정밀한 관측을 수행하는 과정이 수월하지는 않기 때문에 금회에는 30일 관측 자료와 통영검조소 자료를 이용하여 조화분석을 수행하였다. 또한, 통영검조소 자료와 비교분석을 수행하였다.

주요 4개 분조에 대하여 조화분석을 수행한 결과, M_2 , S_2 , K_1 , O_1 성분의 진폭은 통영검조소 자료의 경우, 각각 0.760, 0.439, 0.150, 0.111(m)로 나타났으며, 금회 관측한 삼천포 방류해역에서의 자료에 대해서는 각각 0.883, 0.470, 0.179, 0.126(m)로 나타났다(Table 1참조). 약최고고조위(MSL 기준, Elevation, m)는 주요 4개 분조 반조차의 합으로 표시되므로, 통영검조소, 삼천포 방류해역 검조소 자료를 이용하여 각각 계산하면, 1.460(m), 1.659(m)가 된다. 따라서, 통영검조소 자료를 이용하여 약최고고조위

Table 1. Harmonic and non-harmonic constants in Samcheonpo TPP and Tongyeong tidal gauging stations

항목(지점)	통영검조소	삼천포항/삼천포 화력발전소	삼천포 화력발전소 (방류해역)	삼천포 화력발전소 (방류해역)	통영검조소	
관측기간	1976. 3 ~1977. 2	1967. 9. 28 ~1967. 10.27	2005. 7.31 ~2005. 9.22	2004.1.31 ~2004. 2.16	2005. 7.31 ~2005. 10.27	
분조 (cm)	M2	79.6	94.3	88.3	88.2	76.0
	S2	37.0	41.7	47.0	47.4	43.9
	K1	14.7	16.6	18.0	18.2	15.0
	O1	9.7	12.2	12.6	13.5	11.1
Form factor	0.21	0.21	0.23	0.23	0.22	
MSL	141.0	164.8	165.9	167.3	146.0	
약최고고조위	282.0	329.6	331.8	334.6	292.0	
평균조차	159.2	188.6	176.7	176.3	152.0	

Table 2. Flow measurement item list of the effluent discharge regions in Samcheonpo Thermal Power Plant

관측 항목	관측일시 (관측기간)	관측지점 Code	관측장비/Model	관측간격/자료의 개수	참고사항
수 위	2004. 2.6	방류수로 3개 지점	초음파수위계/ SLM800C	1시간	정점관측
	2004. 8.12				
	2004. 11.24				
	2004. 8.12	방류수로 교각 방류수로 1지점 (Weir 상류)	전자과유속계(사류구간) 전자기과유속계 (ACM200-PD14)	10분 간격	정점연속관측
	2004. 11.24				
	2005. 1.12				
	2005. 5.24				
2004.11.25~11.30	방류수로 교각 방류수로 2~3개지점	전자과유속계(사류구간) 전자기과유속계 (ACM200-PD14)	1시간	정점 관측	
2004.12.14~2005.2.18					
2005.11.16~12.17					
유 속	2004.1.31-2.16	방류해역	RCM-9	10분간격	정점연속관측
	2005.7.30-11.30				
조 위	2004.1.31-2.16	방류해역	WTR-9	10분 간격	정점연속관측
	2005.7.30-11.30				
파 랑	2004.1.31-2.16	방류해역	WTR-9	10분 간격	정점연속관측
	2005.7.30-11.30				

를 계산한 결과보다 절대적으로는 -20(cm), 상대적으로는 통영검조소에 비하여 13.7% 정도 높은 값으로 추산된다고 할 수 있다. 그러나, 현재 사용되고 있는 1.585(m)와 금회 분석한 1.659(m)를 비교하면 7(cm) 정도로 큰 문제는 없을 것으로 판단된다. 그러나, 기존의 삼천포 화력발전소 조위 결정이 통영검조소 자료를 이용하였다면, 금회 관측자료에 의하면 약최고조위는 약 13.7% 정도의 상향조정이 필요하며, 동시에 1년 이상의 장기적인 검조자료를 확보하여 보다 정밀하게 분석할 필요가 있을 것으로 판단된다. 실제 단계(한국남동발전(주), 2005)에서도 조고비 1.19를 적용하였으므로, 본 성과에서의 1.16 과 근접한 값으로 적절한 반응으로 판단된다. 한편, 지각을 분석한 결과는 약 1.6시간 정도(1~2시간 정도) 차이가 나고 있는 것으로 파악되었다.

4.2 파랑 특성 분석

방류해역에서의 조위 관측시에는 파랑(파고)도 인접 지점에서 WTR-9 장비를 이용하여 관측하였다. 방류해역 자체가 섬에 의하여 차폐된 지역이기 때문에 고파랑(large wave) 전파가 차단되어 방류해역에서의 큰 파랑 전파에 의한 영향은 그 영향이 크게 감소하는 것으로 판단된다. 금회, 2005년 하계에 측정된 방류해역에서의 파고는 30 cm 이하로, 평균적으로 10~20 cm 정도의 낮은 파고를 유지하고 있는 것으로 파악되었다.

5. 결론 및 제언

방류수로의 흐름은 방류량에 의한 영향이 지배적이며, 공간적으로는 Weir 지점을 기준으로 냉각수가 합류되는 지점, 합류된 냉각수가 방류수로를 통하여 배출되는 구간, 방류해역으로 구분할 수 있다. Weir 상류지점은 측면에서 유입되는 냉각수로 인하여 유량이 점차 증가하고 있으나, 수로의 폭도 증가하고 있기 때문에 수위 변화가 미미한 지역이며, Weir 하류지점은 월류된 냉각수가 사류(super-critical flow) 구간을 거쳐서 수리학적 도약으로 인한 강한 연직방향의 요동을 보이며 방류해역으로 이동하는 구간이다. 한편, 방류되는 해수의 영향으로 외해방향으로의 흐름이 형성되나 유속은 조위의 승강운동과 더불어 변화하고 있는 것으로 파악되었다. 또한, 방류해역의 조위는 통영검조소에 비하여 평균조차는 약 10% 크게 나타나고 있으며, 파랑전파에 의한 영향은 미미한 정도로 파악되었다.

한편, 본 연구에서 수행된 삼천포 방류수로 및 해역에서의 관측항목 및 자료목록을 정리하여 제시하였다(Table 2참조).

감사의 글

본 연구는 산업자원부 전력산업연구개발사업(과제명: 발전소 온배수를 이용한 1,500 kW급 수력발전 상용화기술

개발, PN-575-00)의 지원을 받아 추진되었습니다. 연구비 지원에 감사드립니다.

참고문헌

Nybakken, J.W. and Bertness, M.D. (2005). *Marine Biology, An Ecological Approach*, Sixth Edition, Chaps. 5-6, Pearson Education, Inc.

Roberson, J.A. and Crowe, C.T. (1993). *Engineering Fluid Mechanics*, Fifth Edition, Chap. 15, Houghton Mifflin Co.

최영박, 지정환 (1997). 최신 수리학, 제7장, 제8장, (주)교학사

한국전력공사 전력연구원 (2004). 화력발전소의 해수방류수를 이용한 수력발전시스템 타당성 조사 연구(최종보고서), 산

업자원부.

한국전력공사 (1994). 삼천포화력 5,6호기 설계기술 용역, 배수구 구조물 기본설계보고서 (최종분), 89700-C411-001 (9-287-C3411-001).

한국전력공사 (1996). 삼천포화력 5,6호기 설계기술 용역, 순환수계통 설계서 (최종분), 87900-C466-001 (0-280-C3316-001).

한국남동발전(주) (2005). 삼천포 소수력발전소 기본설계보고서.

Received November 1, 2006

Accepted November 30, 2006