

냉각탑 산업의 기술 현황과 발전과제

Cooling tower technology—today and tomorrow

윤 재 호
J. H. Yun
생산기술연구원



- 1955년생
- 열유체공학(열전달)을 전공하였으며 고효율 냉동공조시스템 CFC 대체기술, 환경기술의 개발에 관심을 가지고 있다.

1. 머리말

냉각탑 분야의 눈부신 기술적 성장에도 불구하고 현장에서 운용되는 냉각수 시스템의 만족스럽지 못한 사례는 더욱 늘어가고 있다.

이는 냉각탑의 제조건설과 관리에 보다 더 사려 깊고 완벽하게 검토되어야 할 기술적 항목들은 점점 늘어만 가는데 반하여 사용자와 제조자 모두의 올바르고 확실한 인식이 부족함에 기인된다. 특히, 제조자가 수요의 양적 팽창에 따른 수주 목표에만 연연하고 기술개발을 등한시하거나 개발된 기술의 실제 적용을 기피할 때 필연적으로 나타난다.

냉각탑이 가지고 있는 보편적 기술사항과 특징, 국내 수준의 비교파악, 당면한 문제점과 추구해야 할 발전목표를 통해 냉각탑 산업의 현주소를 파악하고 기대치만큼의 냉각탑 시설을 얻는데 도움이 될 것이다.

2. 냉각탑은 종합적인 공학의 산물

냉각탑은 한번 사용한 냉각용수를 회수하여 재사용 한다는 관점에서 매우 효율이 높고 물을 절약하는 유용한 기계장치이다. 냉방시스템의 효율

을 증대시키는 경제적 고려대상 장치중의 최우선 순위로 부각되고 있다.

물의 온도를 떨어뜨린다는 단순성과 개방적이고 육안에 노출되는 구조적 형태의 특성으로 쉽게 생각되고 안이한 검토의 대상이 되기도 한다. 충분한 검토와 기술적 고려를 등한시하여 건설된 냉각탑은 거의 반드시 불만족스런 결과를 가져왔으며 국내뿐 아니라 국제적으로도 빈번하게 발생하는 사례를 많이 보아왔다. 냉각탑의 일반적 특징은 다른 장치설비와 마찬가지로 종합적인 공학의 산물이다.

열·유체 역학은 냉각탑이 열교환기임으로 필수적이다. 냉각매체인 대기의 감열과 냉각수 일부가 매체인 공기중의 수증기로 증발하여 포함되는 잠열을 동시에 이용하는 열교환을 하게 됨으로서, 열교환부인 충전재의 설계는 이론적 해석만으로 충분하지 않고 형상과 배열에 따라 특성 변화가 심하여 시험을 강요하는 특성을 가지고 있다. 전산유체역학과 기상학은 냉각매체가 대기인 관계로 직접 연관이 되며 주변상황에 따른 토출공기의 재순환 영향이나 타 냉각탑 또는 장치로부터의 간섭효과에 따른 평가와 대응에 있어 기상통계와 컴퓨터 시뮬레이션은 필수적이다. 토목공학과 건축공학은 냉각탑이 지반이나 건축물

에 기초를 두고 구조 역학적으로 안전한 설계를 필요로 하는 건축적 설계구조물 대상임으로 필수적이다. 공기를 강제통풍시키는 송풍장치는 기계 메커니즘에 의하며, 높은 효율의 송풍효율은 소비동력을 절감시켜 성능을 좌우하게 되는 기계공학 목적요소이다. 송풍장치는 진동의 근원이고 수적응과 더불어 소음의 원인이 된다. 소음, 진동, 비산 그리고 백연 등은 냉각탑에서 해결해야 할 환경공학적 공해요소이다. 냉각수의 수질은 주변대기의 오염성분과 냉각수계통내 오염에 따라 크게 달라지며 수처리하는 충전재의 효율저하를 막고 냉각수 순환계통의 부식 및 스케일 방지의 주요한 역할을 하게 된다. 각종 보조장치와 부대 설비는 인간공학적 측면의 편리성과 안전성에 근거하여 설계되어야 하며 냉방시스템 특성의 안전 설계와 자동제어에 적합한 기능을 갖추어야 한다.

이상과 같은 종합적 공학이 필요하지만 냉각탑의 핵심 기술은 열성능·송풍기의 시험장치와 축적데이터, 주요 부품에 대한 재료공학기술과 제조 기술, 단일성과 내구성을 갖는 부품시리즈 설계·제조·시설, 최적설계 프로그램 기술로 압축되고, 설치현장이 있는 특징으로 공사경험과 인적 자원이 냉각탑의 품질을 좌우하는 요소가 된다.

3. 냉각탑의 국내기술 수준

국내 기술수준은 대체로 양호하나 업체별 격차가 상당히 크고 냉각탑 분야별 수준도 상이하며, 관점의 방향에 따라 또는 판단기준에 따라 크게 달라진다. 냉각탑에 대한 일반적 기술자료, 규격, 논문 등 공유하는 자료는 세계화와 정보화에 따라 쉽게 입수할 수 있고 각종 국제전시회나 세미나 등을 통해 최신기술동향을 파악할 수 있으며 상용화된 부품전문제조업체의 기술자료와 설계용역사 및 시험인증기관 등으로부터 목표가 되는 기술수준의 파악은 세계수준급이 되었다. 그러나 아직 국내대학이나 연구기관에서의 관심이 적어 논문이나 연구가 미미하고 공유할 수 있는 자료의 보유 또한 사용자의 극소수, 제조자 일부에게만 일반화되어 있어 저변화가 시급하다. 설

계의 결정체가 되는 최적설계의 컴퓨터 소프트웨어는 미국에서 상용화되었으나 연구실 수준이며, 국내업체 자체로는 시험 데이터를 보유하지 못했을 뿐 아니라 기초계산능력도 많은 업체에서 갖지 못했다. 따라서 사용자 입장에서 선택할 수 있는 최적설계프로그램은 기술제후선을 지속적으로 갖고 있는 회사나 합자회사로 제한된다.

냉각탑 기술에 대한 큰 격차는 위에서 열거한 특징성으로 인하여 제조업체의 규모보다는 전문화와 연구개발의 노력과 성과에 따른다는 것이 국내 냉각탑 산업에서도 증명되었다. 국제적인 냉각탑 제조업체가 대부분 전문제조업체이듯이 국내의 엔지니어링사와 대형그룹제조사에서의 냉각탑 제조는 실패로 끝나고 말았다. 또한 용도상 거래 루트를 쉽게 활용할 수 있는 냉동기 및 공조기기 제조업체에서의 냉각탑 제조도 한계가 뚜렷하고 전문화하지 못하는 한 기술발전이 장애적 역할을 할 것이다. 현재 국내기술의 정점은 실험실 시험, 설계프로그래밍 기술, 성능시험장치보유, 국제적 인증품 생산 등 노출되는 것 외에도 저소음 축류팬의 개발·제조기법은 전문송풍기 제조업체를 훨씬 능가하고 있다. 또한 산학연 개발연구, 해외전문가 초빙, 기술자파견 기술 습득, 제조국산화 등 이미 상당한 기간 기술축적되어 왔다. 백연방지형, 지하설치형 등에 설계프로그램 및 국내제조의 경제적 모델개발도 상위업체에서는 이미 완료되어 있다.

냉각탑을 건설로만 생각하고 당시 가장 저렴한 부품만을 구입하여 건축시공하듯이 설치할 수도 있다. 이러한 냉각탑 설치의 단일성 유지의 장점을 갖지 못하여 사용자는 잠재적으로 부담 있는 설비를 갖게 되고, 종합성능과 내구성에 대한 의문을 갖게 되며 향후 운전관리비에 대한 손해를 입을 수 있다. 또한 이러한 경우에, 사용자로서 최고의 엔지니어링 기술지원을 받는다 해도 제조 기술적 측면에서 본다면 그 기술적 수준은 비교할 수도 없이 낮을 수 밖에 없다.

냉각탑 기술의 개발에 따라 바로 제품화되지 못하는 것이 국내산업의 현실이다. 제조업체의 전략에도 문제가 있을 뿐 아니라 사용자의 요구와 인식에도 기인된다. 예를 들어 충전재 플라스틱

틱의 자기소화성 재질 사용, FRP의 난연성 수지 사용, 노출부위 자외선 방지제 사용 등은 안전 및 내구성 차원에서 보편화 시기가 넘었음에도 불구하고 아직 일반화되어 있다고 말하기 어렵다.

4. 당면 문제점과 발전목표

당면해 있는 냉각탑의 문제점은 기술적 측면보다는 아직도 시장의 구조적 문제에 기인하는 것이 더 많다. 사용자에게 득이 되는 모든 기술적 요구들과 최신키술은 알려주고 사양에 반영되어야 한다. 이미 경험한 공통적 문제점과 잠재적 위험, 그에 대한 개선방향과 기술개발수준은 보다 공개되고 알려져야 한다. 사용자에게 만족스럽지 않은 보편적 문제점인 낮은 열성능, 부품의 낮은 내구성, A/S 불만 등은 이미 알려져 있고 타개할 모든 선택적 방법들이 구비되어 있는데도 불구하고 제조업체들에 의해 제안이 잘되고 있지

않으며 사용자 또한 이를 제한하거나 개선하려 않는다. 과당적 경쟁은 기술적 평가기준을 상당히 흔들고 개발의지를 없애게 한다. 이를 부채질하는 투자비용절감 제일의 구매방식도 지양되어야 한다. 사용자의 보다 적극적인 접근자세가 현재 건설중인 최소기본 수준의 냉각탑을 최고수준으로 유도하게 될 것이다. 대개의 사용자 원인의 실패요인은 무리한 재정계획, 기술적 검토무시, 비전문업체의 선정 등이며 기술적 사항으로는 형식결정잘못, 설계조건결정잘못, 배치상의 문제점, 부품선정잘못 등이 추가 된다. 냉각탑 산업의 중요도와 시장규모에 비해 열악한 학·연의 저변과 기술인력구조의 확충이 시급하며 기술종속을 탈피시키는 기술개발연구와 제조시설투자는 지원과 찬사를 받아 마땅하다.

냉각탑 사용처가 많은 국내 한 현장에 설치된 냉각탑 200여기는 모두 호환성이 없도록 건설되었다. 교체시기에 다다른 요즘 냉각탑 관리에 상당한 어려움을 겪고 있으며 부품조달에도 심각

표 1 상업성을 고려한 전략적 기술개발 방향

항 목	내 용 (과제/배경)
초 소 형 화	- 열교환부(충진재)의 고효율개발이 과제 - 설치면적을 줄이고 원가를 낮추어 경쟁력 제고 - 운전 중량을 줄임으로 건축구조 비용도 절감
내 구 성 강 화	- 내부식성, 고내구성의 재활용 재료 개발이 과제 - 건축물의 고층화로 교체 비용이 상당히 증가하여 고수명의 냉각탑 필요성이 증대함.
초저소음형	- 초저소음형의 축류팬 개발이 과제 - 주상복합 건물, 주거지역 및 건물의 밀집화에 따라 환경 배출기준에 저촉 및 민원 발생으로 필요성 증대
백연방지형	- 자동 콘트롤, dry cooling 방법 개발이 과제 - 백연의 공해문제, 민원 발생으로 시장규모 확대됨.
저 진 동 형	- 팬의 바란싱, 현장 적용기술의 개발이 과제 - 반도체 제조시설등 진동에 민감한 기기, 타 공조기기와의 공진 문제 및 내진형 설계에 필요성 증대
설 계 기 술	- 시험장치, 유체 유동 및 열교환 해석 simulation, 현장 성능 저하요소 해석 등의 software 개발
기 타	- 시험장치의 공동사용, 인증기관의 설립 필요 - 학계에서의 연구 인력 배출 필요 - 기후 조건의 통계 연구

한 문제를 안고 있어 뒤늦게 나름대로의 표준 사양을 제정하고 있으나 실제적으로는 난해하고 어렵다. 이러한 문제들의 많은 잘못은 업계의 공동 노력 부재에 있다고 단언할 수 있다.

사용자를 위한 호환적이고 안전하며 수명을 보장하는 기본사양은 통일되게 제정하여 지킬 필요가 있다. 다행히 공조용 냉각탑 규격과 시험방법의 규격은 KRATRA에서 제정하여 국립기술원에 단체 표준으로 등록하였으나 냉각탑 열교환 성능시험장치의 공동설치 및 사용, 성능시험인증기관의 설립 및 업계공동활용, 시뮬레이션 공동사용, 기술정보의 입수·교환·발표·평가의 공동노력, 산학연 개발활성화로 인재육성 및 저변 확대 등의 공동노력이 절실하다.

5. 맺음말

앞에서 '냉각탑은 종합적 공학의 산물이다'라고 지적하였지만 때때로 우리는 가장 기본적인 바탕을 망각할 경우가 있다. 공학은 인간의 욕구를 만족시키기 위한 기술의 응용이지 기술적 지식 그 자체는 아니다. 이윤추구나 시스템을 완성시키기 위한 도구로서 기술적 지식만을 강조하여 공학은 반드시 창조적이어야 한다는 기본명제를 잊어버릴 때, 국내 냉각탑 산업은 언제까지나 정체를 계속하거나 수입제품과 수입기술에 의존하는 기술종속을 면하지 못할 것이다.