

콘크리트 포장의 온도측정을 위한 i-Button의 소개 및 실용화

박대근* · 서영찬**

1. 머리말

현재 국내에서 콘크리트포장의 온도를 계측하는데 주로 사용되고 있는 온도센서는 thermocouple이다. Thermocouple을 사용할 경우의 계측방법으로는 매 계측시마다 reader기를 사용하는 수동계측과 data logger를 사용하는 자동계측이 있다. 하지만 수동계측의 경우에는 온도측정을 할 때마다 사람이 직접 기록을 해야 하는 번거로움과 시간손실이 따르게 되며, 자동계측의 경우에는 항상 data logger라는 고가의 장비를 현장에 설치해야 한다는 한계가 있다. 또한 온도측정지점의 수가 많다면 여러 대의 data logger가 필요할 수도 있고, 측정지점이 각각 멀리 떨어져 있는 경우라면 data logger까지 연장하기 위한 대량의 thermocouple이 요구되므로 정확도의 신뢰성도 낮으며 비용도 많이 들어가게 된다. 그리고 전원공급이 용이하지 않은 시공현장에서는 자동계측이 어려울 뿐만 아니라, 외부의 환경적 요인으로 인한 오작동의 우려도 있을 수 있다.

반면, Thermochron i-Button(이하 i-Button)에는 자체전원공급장치가 내장되어 있고, interval 설정기능과 data 저장기능 등을 갖추고 있기 때문에 그 자체만으로 자동계측과 무인계측이 가능하다. 이러한 특징을 지닌 i-Button을 콘크리트포장의 온도

계측용으로 사용한다면 매우 경제적인 계측을 할 수 있을 것이다. 본고에서는 i-Button에 대한 소개와 더불어, i-Button을 콘크리트포장으로 실용화하기 위한 방법을 제시하였다.

2. i-Button

2.1. i-Button의 유래

i-Button은 디지털 온도센서의 일종으로, 온도변화에 민감한 음식을 보관하는 냉동창고나 음식물수송차량의 내부에 설치하여 시간에 따른 온도변화를 알아보는 용도로 사용되었다. 사용자의 목적에 따라 온도측정간격을 설정하여 원하는 장소에 i-Button을 설치하면 i-Button은 내부에서 전원을 공급받아 온도 data를 스스로 저장할 수 있게 된다. 그



그림 1. i-Button

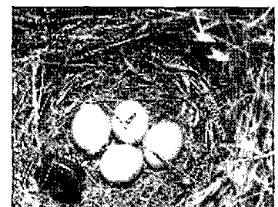


그림 2. i-Button의 적용

* 정회원 · 한국도로교통협회 연구원

** 정회원 · 한양대학교 교통공학과 부교수 공학박사

후, 저장된 data는 언제든지 간편하게 다운로드를 할 수 있도록 되어 있다. 또한 계측과정은 모두 자동으로 이루어지며 사람의 감시가 없어도 가능하게 되어 있다.

그림 1은 이러한 i-Button의 모양과 크기를 보여주는 것이며, 그림 2는 알의 부화온도를 모니터링하는 용도로 사용되는 i-Button을 보여주는 것이다.

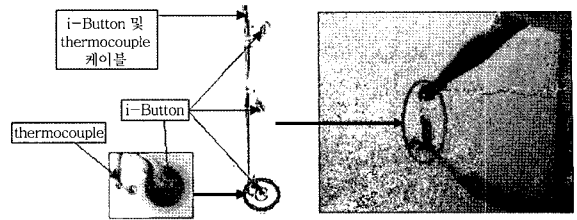


그림 3. 콘크리트포장에 적용된 i-Button(국내)

2.2. i-Button의 특징

표 1은 i-Button의 장·단점을 thermocouple과 비교하여 정리한 것이다.

2.3. i-Button의 실용화 방안

i-Button을 콘크리트포장의 온도계측용으로 적용한 최초의 사례는 2001년 미국의 TxDOT(텍사스 도로국)이며, i-Button을 사용해본 결과 매우 우수하다는 것을 인정하여 앞으로도 지속적으로 사용한다고 한다. 국내의 경우에도 2002년 8월 “중부내륙 고속도로 여주-충주간 제 1공구 시험도로 건설공사 구간”에서 콘크리트포장에 i-Button을 매립하여 온

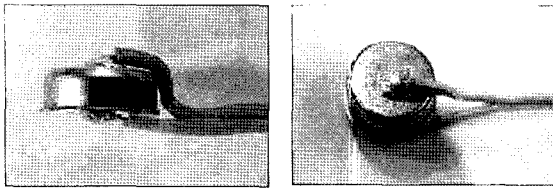
도를 계측하여 만족할 만한 온도계측 결과를 얻은바 있다.

그림 3은 i-Button을 거치대에 거치한 후 콘크리트포장에 매립하는 모습을 보여주는 것인데, thermocouple이 i-Button과 같은 위치에 묶여서 매립한 모습을 확인할 수 있다. 그 이유는 i-Button과 thermocouple의 온도 data를 비교하여 i-Button의 신뢰도를 검증하기 위함이다.

i-Button을 콘크리트포장에 적용하기 위해서는 이와 같은 “거치 작업” 이외에도 “통신선과의 납땜 작업”과 “코팅작업”이 필요하다. 그림 4의 (a)와 (b)는 납땜을 하여 통신선과 연결된 i-Button을 보여주는 것이다. i-Button의 바깥 재질은 stainless steel로 만들어져 있어서 일반적인 납으로는 접착이 되지 않

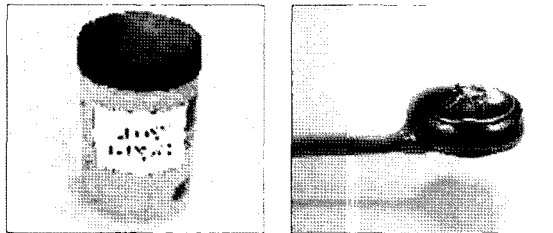
표 1. Thermocouple과 i-Button의 장·단점

	Thermocouple	i-Button
장점	<ul style="list-style-type: none"> • 넓은 측정범위 • 온도계의 비용은 저렴함. 	<ul style="list-style-type: none"> • i-Button 만으로 자동계측과 무인계측 가능 • data 수집이 용이함. • 설치가 용이함. • Software가 무료 • 시계와 달력이 내장 • Interval 설정가능 • 4096bits의 memory 내장 (장기계측 가능) • 내구성이 뛰어남. • 센서 자체 전원내장
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 수동계측시 data 수집이 불편함. • 자동계측을 할 경우 고가의 장비가 필요함. • 자동계측을 할 경우 전원이 필요함. (현장에서는 발전기가 필요함) • 무인계측이 어려움. 	<ul style="list-style-type: none"> • 측정범위가 -30℃~85℃로 한정적임. • 콘크리트포장의 내부에 매립할 때 간단한 작업 (납땜, 코팅, 거치)이 필요함.



(a) 측면 (b) 윗면

그림 4. 납땜 작업



(a) 에폭시 (b) 코팅 후

그림 5. 코팅 작업

는다. 그래서 납땜을 할 때에는 stainless steel용 촉매를 사용해야 한다.

또한 그림 5의 (b)는 통신선과의 납땜작업을 마친 i-Button을 코팅한 모습이다. 코팅에 사용된 재료는 그림 5의 (a)와 같은 일반 에폭시를 사용하였다. 이러한 코팅작업의 목적은 수분이 많은 콘크리트 내부에서 i-Button이 합선되지 않도록 하기 위함이다.

i-Button의 납땜작업과 코팅작업이 끝나게 되면 콘크리트 내부에서의 온도계측이 가능하게 된다. 물론, 이러한 상태로 사용되기도 하지만, 그림 3에서처럼 거치대에 거치하여 콘크리트 슬래브의 깊이별 온도를 계측하기 위한 용도로 사용될 수도 있다.

그림 6은 i-Button과 노트북과의 연결모습을 보여주는 것인데, i-Button을 노트북에 연결시키기 위해서는 어댑터(adapter)가 필요한 것을 확인할 수 있다. 이 어댑터는 i-Button에서 인식된 온도신호를 컴퓨터에 송신하기 위해 필요한 부속품으로 한쪽은 노트북의 RS232 COM port에 연결되고, 반대쪽은 i-Button에 연결된 통신선의 반대쪽인 RJ 11잭과 연결된다. 이 어댑터에는 data 전송을 위한 회로기

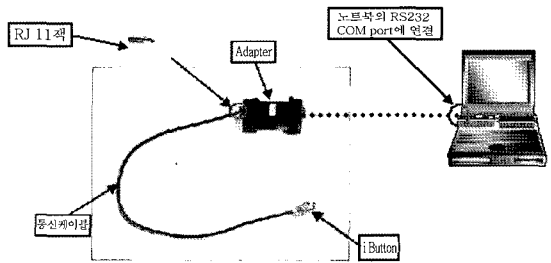


그림 6. i-Button과 노트북의 연결

판이 내장되어 있기 때문에 겉모양만 비슷한 다른 부품을 사용할 경우에는 에러가 발생하게 된다.

2.4 i-Button 프로그램 (Thermochron i-Button viewer, 이하 i-Button viewer)

본 기사에서 명명되고 있는 i-Button의 원래 명칭은 Thermochron i-Button이며, 이 Thermochron i-Button은 수많은 i-Button의 종류 중 하나에 불과하다. 이처럼 잘못된 명칭이 사용된 이유는 Thermochron i-Button이 국내에 도입되는 과정에서 i-Button이란 이름으로 잘못 소개되어서 Thermochron이란 이름의 지명도가 낮아졌기 때문이다.

마찬가지로, i-Button viewer는 Thermochron i-Button을 비롯하여 다른 수많은 i-Button(java-powered i-Button, Monetary i-Button 등)의 viewer를 모두 포함하는 것이다. 즉, i-Button viewer의 내부에는 Thermochron viewer가 포함되어 있는 것이다.

Thermochron i-Button viewer의 기능은 i-Button의 온도측정에 필요한 세부사항(측정시작시간, 측정간격, 다운로드 등)을 조절하는 i-Button 전용 program이며, 실행 초기화면은 그림 7과 같다.

그림 8은 i-Button에 온도 측정간격을 설정하는 화면이고, 그림 9는 i-Button이 현재 어떤 설정으로 온도를 측정하고 있는가를 보여주는 화면이며, 그림 10은 i-Button에 저장된 온도 data가 i-Button

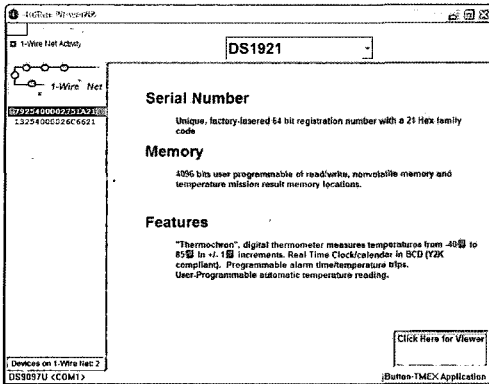


그림 7. i-Button viewer의 초기화면

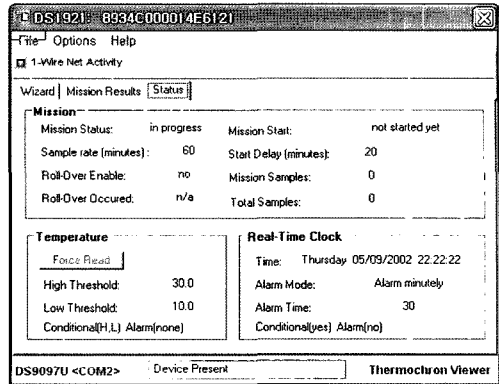


그림 8. 온도 측정간격 설정화면

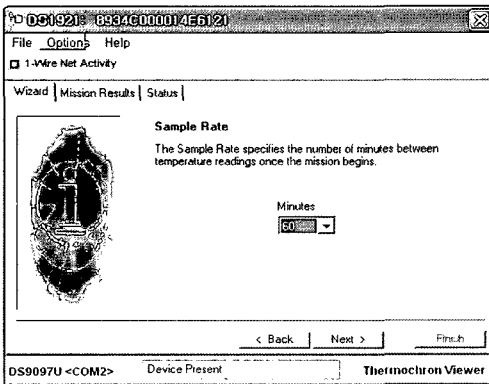


그림 9. i-Button의 실행상태

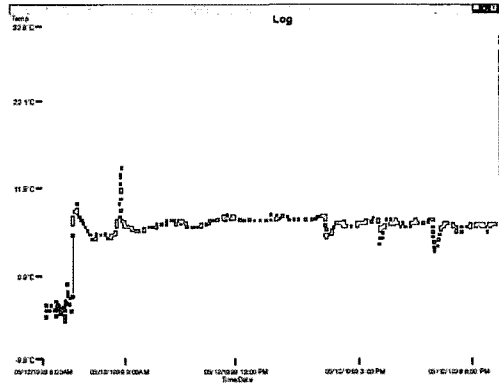


그림 10. 시간 - 온도 그래프

viewer를 통해 그래프로 출력되는 모습을 보여주는 것이다.

2.5 i-Button의 구매방법

i-Button을 구매할 수 있는 방법은 다음과 같은 두 가지 방법이 있다.

- (1) 대행업체를 통한 구매
 - AMERIX KOREA
(02-423-9623, www.amerix.co.kr)
- (2) 온라인 주문에 의한 구매
 - <https://store.ibutton.com>

3. 맺음말

i-Button의 가장 큰 장점은 다른 장비의 도움 없이도 콘크리트포장의 온도를 자동으로 계속할 수 있으며, 시공현장에서도 무인계측이 가능하다는 것이다. 가격측면에서도 thermocouple과 비교하여 볼 때 상당히 경제적이다. 이러한 장점을 지닌 i-Button이 콘크리트포장의 온도계측용으로 실용화되어 사용된다면 계측에 투자되는 비용이 상당량 절감될 수 있을 뿐만 아니라, 보다 정확하고 많은 양의 온도 data를 간편하게 수집하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.