

케이블의 防災技術

多線케이블화된 케이블이 착화 또는 발화되면 큰 연소력으로 화재가 확대되어 그 전기계통이 파단되고 또한 배선경로에 따라 중요한 설비 등에 연소가 연장되어 간다.

또한 일반적으로 케이블의 피복재료는 연소시에 진한 연기와 유해한 가스가 발생하므로 소화활동을 곤란하게 하여 귀중한 인명 중요한 설비에 다대한 손해를 미치게 될 가능성이 높다.

케이블의 화재는 직접적인 피해와 함께 그에 못지 않은 2차적인 재해를 가져오는 위험성이 내재되어 있으므로 이를 방지하기 위해 각종 대책이 검토, 실시되고 있다.

여기서는 요즘 특히 중요시되고 있는 케이블의 방화대책에 대하여 대표적인 방법을 설명하고 그 설계, 시공의 요점을 해설하기로 한다.

1. 케이블線路의 防火對策

케이블 선로의 방화대책은 표1과 같이 다방면에 서 종합적인 검토가 되고 있다.

최선의 방화대책은 화재를 발생시키지 않는 것이며

(i) 선로설계의 적정화

(ii) 및 그 체코도 포함한 점검, 보수가 중요하다. 그러나 충분하다고 생각될만한 이들 대책을 실시해도 상황의 변화나 예측할 수 없는 사고로 인하여 불의의 케이블 화재가 발생하는 경우가 있으며 과거에도 많은 사례가 보고 되고 있다. 케이블 화재가 발생하면 직접적인 피해는 물론이고 2차적인 재해나 사회적인 영향이 극히 커진다.

〈표-1〉 케이블線路의 防火對策

구 분	항 목
(1) 선로설계의 적정화	① 보호계통의 검토 ② 접지계통의 검토 ③ 케이블 품종, 사이즈의 검토 ④ 배선방법의 검토 ⑤ 지진, 수해대책
(2) 점검, 보수	① 이상점검 (순시) ② 절연진단 ③ 유압, 온도감시 ④ 공사중의 부주의 방지 (용접불꽃, 외상 등)
(3) 케이블의 불연화, 난연화	① 불연 케이블의 채용 : MI케이블 ② 난연 케이블의 채용 : 고난연 케이블 ③ 케이블의 방화보호 : 방재 트래프 (모배매립), 방화시트, 延燒방지도료, 방화 테이프
(4) 케이블관통부의 방화실	① 구획관통부의 방화실 : BCJ 평정공법 ② 洞道, 덕트내의 격벽 : 격벽공법 ③ 盤底등의 방화실 : 방화실材
(5) 화재탐지	① 케이블 이상온도의 탐지, 화재탐지 시스템 ② 화재탐지 : 각종 감지기, 화재탐지설비
(6) 소 화	① 자동소화설비 : 하트, CO ₂ , 스프링클러 ② 소화기
(7) 기 타	① 소동물의 침입방지 : 침입로 폐쇄 ② 방범대책

따라서 차선의 대책으로서
 (iii) 케이블의 不燃化, 난연화
 (iv) 케이블 관통부의 방화 실
 (v) 화재탐지
 의 제대책을 실시하여 화재의 확대를 예방하는 것이 중요하다.
 여기서는 이같은 케이블 화재의 확대 방지대책에 대하여 설명하기로 한다.

2. 케이블 燃燒의 용이성과 高難燃 케이블

케이블 선로에는 비교적 연소가 용이한 것과 그렇지 않은 것이 있다. 먼저 각종 케이블을 연소의 용이성면에서 보면 다음과 같이 대별된다.

- (i) 포리에티렌스케이블
- (ii) PVC시스케이블
- (iii) 고난연 케이블...시스를 고난연화한 것
- (iv) 불연 케이블...MI케이블

케이블 선로로서의 연소의 용이성은 배선되는 장소나 배선방법에 따라 다르다. 배선장소에 대해서는 지중직접매립이나 지중관로 내에서는 어떤 케이블도 延燒의 염려는 거의 없는데 氣中이나 화재시에 축열효과가 발생하는 洞道内, 밀폐 덕트, 피트 내, 굴뚝효과가 발생하는 수직 덕트, 샤프트 내 등은 특히 케이블 화재가 용이한 장소로서 위험하다.

배선방법에 대해서는 한 가닥씩 배선되어 있을 경우(단선배선)와 다선의 케이블이 인접하여 배선되어 있는 경우(다배선)와는 연소의 용이성에 크게 차이가 있다. 위에서 대별한 케이블에 대해서 배선방법별의 연소의 용이성을 일반적인 氣中配線을 상정한 경우로 분류하면 표2와 같이 된다.

또한 케이블의 연소의 용이성은 케이블의 구조나 굵기에 따라서도 다르며 가령 OF케이블은 굵고 열용량이 크고 가장 外層의 PVC피복 등의 직하에 불연성의 금속 시스가 있으며 외부로부터는 연소가 용이하지 않은 케이블이라고 할 수 있다. 또한 내화전선, 내열전선은 연소되어도 규정된 시간은 단

〈표-2〉 氣中配線에서의 케이블 연소의 용이성

	포리에티렌스케이블	PVC시스케이블	고난연케이블	불연케이블
단선배선	×	○	○	◎
다선배선	×	×	○	◎

- × : 연소가 용이하고 延燒도 용이하다
- : 연소되거나 延燒는 용이하지 않다
- ◎ : 연소되지 않는다.

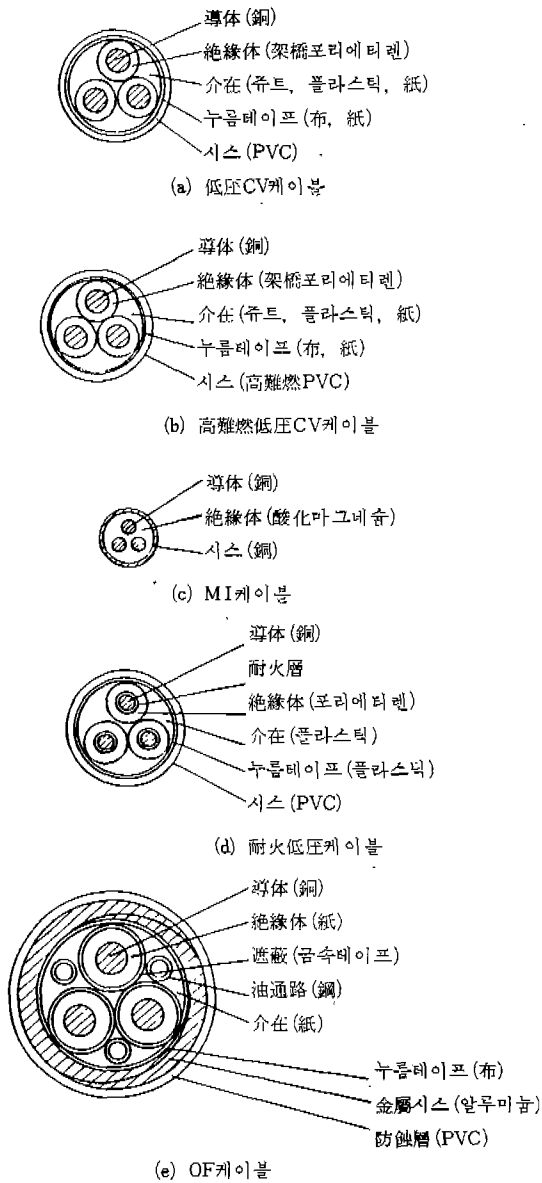
락되지 않고 전력이나 신호를 계속 송신할 수 있는데 연소의 용이성 면에서 보면 표2의 분류 중 PVC시스케이블에 상당하며 다선배선은 비교적 연소가 용이한 케이블이라고 하겠다.

발전소나 제철소 등 대량의 케이블이 집중되는 플랜트 등에서는 다선배선하에서도 延燒방지효과를 발휘하는 고난연 케이블이 사용되고 있다. 고난연 케이블은 주로 최외층의 PVC시스에 고난연화된 재료를 사용하고 있으며 그만큼 통상의 케이블에 비하여 가격이 높아진다. 일반적인 빌딩 등에서는 벽이나 바닥 등의 방화구획이 많으므로 그 관통부분을 확실히 방화처리함으로써 케이블의 延燒 방지대책을 결하고 있다. 따라서 고난연 케이블은 구획관통부가 적고 장구간 다선배선이 되는 플랜트 내의 배선이나 다선집중화가 실시되는 제어반하의 케이블 처리장 등의 배선에 사용되는 수가 많다.

또한 불연 케이블로서는 도체 절연체시스의 모두가 무기질(불연재)로 구성된MI (Mineral Insulated) 케이블이 있으며, 고도의 방재대책을 필요로 하는 건물, 플랜트, 중요문화재 등에 사용되고 있다(그림1).

3. 케이블貫通部の 防火工法

불연 케이블 이외의 범용 케이블은 불꽃에 접하면 유해한 연기를 발하며 연소한다. 연소의 용이성에 차이는 있으나 고난연 케이블도 마찬가지이다. 따라서 케이블이 건축물의 벽이나 바닥을 관통할 경우에는 그 관통부분에서 화염이나 연기의 통과를



〈그림-1〉 各種케이블의 構造

차단하는 것이 방재상 유효하다.

특히 건축기준법에 정하고 있는 방화구획으로서의 벽이나 바닥 등을 케이블이 관통할 경우에는 공적기관에서 성능 평정된 방화공법에서 확실하게 처리할 것이 의무화되어 있다.

또한 최근에는 소방행정상 방화구획뿐만 아니라

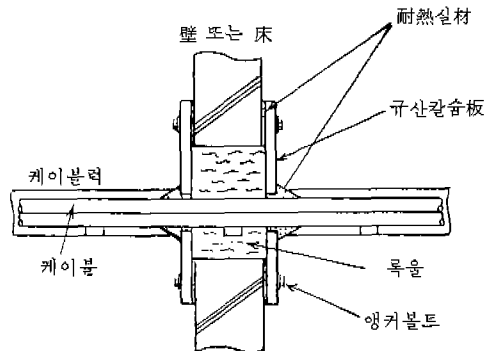
EPS(케이블사프트)내의 케이블床 관통부도 확실하게 방화처리를 실시하는 것이 강력히 지도되고 있다.

또한 구체적으로는 규정시간(통상 2시간)의 내화시험에서

- (i) 유해한 변형, 파괴 및 탈락 등이 없을 것
 - (ii) 화염이 관통하지 않을 것
 - (iii) 반화재측의 케이블이 발화하지 않을 것
 - (iv) 반화재측의 충전재 이면온도가 260℃ 이하일 것.
 - (v) 반화재측의 케이블 표면온도가 340℃ 이하일 것.
 - (vi) 또한 공법 자체가 구조내력상 충분한 안전성이 있을 것
 - (vii) 시공품질이 안정되어 있을 것
- 등을 조건으로 하고 있다.

이들 공법 중 가장 일반적인 것은 벽이나 바닥을 유산칼슘판으로 끼운 그림 2와 같은 방법이다. 이 공법의 가장 중요한 부분은 케이블 주위에 충전하는 내열 실재이며 소정의 치수에 충분히 충전해야 된다.

이 실재는 비경화형이므로 케이블의 증, 개설시에는 용이하게 제거하고 그 작업을 실시할 수가 있는데 작업 후 수복을 소홀히 하면 방화효과가 소실되어 버리므로 매우 위험하다. 따라서 케이블의 증, 개설 작업 후에는 제거한 다른 구성재료와 함께 내열 실재를 원래의 상태대로 케이블 주위에 충분히 충전해야 된다.



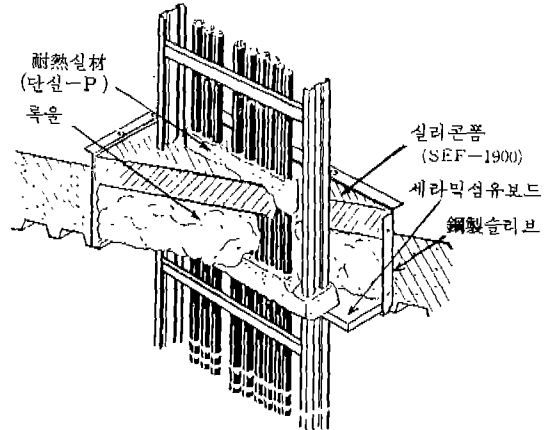
〈그림-2〉 一般工法

최근에는 케이블 배선량 증가와 EPS 등의 소형 화나 스페이스 절약을 위해 케이블의 배선장소가 과 밀해지고 있다. 방화구획 관통부의 조치도 이에 따라 작업성이나 치수를 개선한 공법이 몇가지가 개발되고 있다.

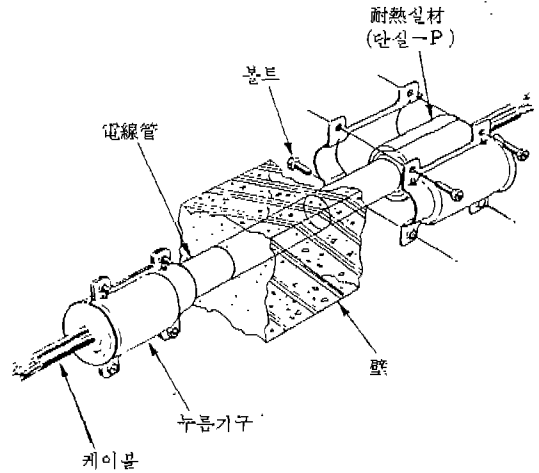
EPS 등의 상관통부에 사용되는 강제 슬리브는 콘크리트 타설전에 가설상판이나 텍플레이트상에 고정 시켜놓고 콘크리트 타설과 함께 개구부를 형성시킨다. 조립식이므로 사용전에는 보관이 편리하고 또한 측면에 앵글 앵커를 부착하므로 콘크리트 타설전의 압력에도 변형되지 않는다. 상이 완성된 후 개구부에 케이블을 관통시키는데 그 후의 방화조치의 작업은 모두 床 위에서 실시할 수 있으며 슬리브(개구)의 범위 내에서 처리할 수 있기 때문에 여분의 장소가 필요 없다는 것과 천정부위의 시공이 필요 없다는 것이 특징이다.

床 위에서 실시하는 방화조치는 그림 2의 일반공법과 같은 재료를 함께 구성한 그림 3 과 같은 공법과 상층의 내화판 대신에 상온발포형의 난연성 실리콘 폼을 주입하는 그림 4와 같은 공법이 실용화되고 있다. 실리콘 폼을 사용하는 공법은 하부 구획판에 커터나이프로 절단할 수 있는 세라믹 섬유 보드를 사용하고 있으며 전동공구는 필요 없으며 먼지, 진동, 소음도 발생하지 않는다.

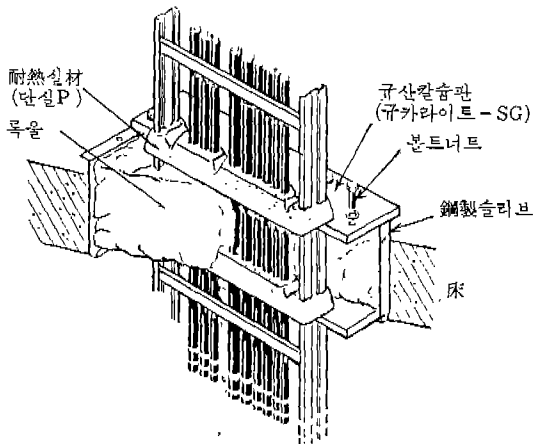
또한 전선관배선의 경우 방화구획 관통부의 전후 각 1m를 불연재로 만드는 것이 의무화 되어 있으



〈그림-4〉 실리콘폼工法



〈그림-5〉



〈그림-3〉

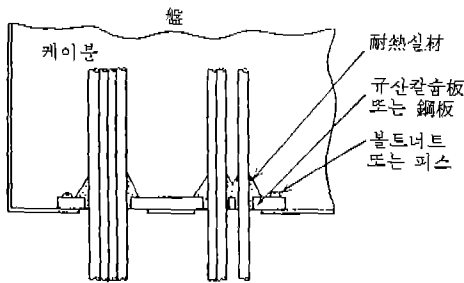
므로 강제전선관(不燒材)의 길이를 전후(床의 경우에는 下上) 각 1m 이상으로 해야 되며 배선 스페이스의 유효이용을 하기가 곤란한 문제점이 있었다. 이 대책으로서 전선관의 길이를 전장 0.2~0.5mm로 축소하고 그 양단부를 내열 실재와 누름기구로 처리하는 공법도 개발되고 있다. 이 공법은 그림 5에 들었다.

한편, 플랜트 내 등에서도 케이블 배선이 집중되는 제어반하의 케이블 처리장(실)등의 배선에 고난연 케이블이 사용되는 것이 많아졌는데 盤底의 관통부분 등은 다시 내화판과 내열 실재로 방화실이 되어 있다. 이것은 케이블 화재에서 발생하는 연기

의 침입을 방지하고 또한 반 내의 트러블을 배선처리장(실)에 전파시키지 않는데 의의가 있다. 이 방법은 일반적으로는 그림 6의 공법이 채용되고 있다.

또한 이같은 대책을 실시할 때에는

- (i) 케이블에 손상을 입히지 않는다.
- (ii) 노출충전부에서의 이격
- (iii) 盤下 등에서 케이블을 끌어당겨 단자에 무리한 힘을 가하지 않는다. 등에 주의해야 된다.



(그림-6) 盤底貫通部の 防火실

4. 既設 케이블의 難燃化 對策

2에서 기술한 고난연 케이블은 대부분의 경우 신설 플랜트에서 채용되고 있는데 기타 대부분의 기설 배선은 통상의 PVC시퀀스케이블이 사용되고 있다. 이 통상의 기설 케이블 선로를 후에 고난연화하는 방법도 각종으로 실시되고 있으며 그 대표적인 것에 대하여 해설한다.

단, 케이블 선로의 연소방지대책은 일반적으로는 3에서 기술한 관통부의 방화처리가 경제적이고 확실한 방법이므로 우선 첫째로 이것을 검토해야 된다. 이어서 케이블이 관통하는 상이나 벽 또는 덕트, 피트가 장구간 없는 경우에 특별한 사정으로 관통부를 실할 수가 없는 경우 및 케이블 관통부의 방화처리를 실시하고 또한 그 범위 내의 케이블을 고난연화할 경우 등에 기설 케이블 선로의 고난연화가 검토된다.

또한 하기의 각종 방법을 부분적(수미터)으로 실시하여 케이블의 연소방지를 기하는 방법도 있는데 洞道나 밀폐 덕트, 피트 내 등 연소시에 열이 축열

되는 장소에서는 부분적인 난연화만으로는 延燒를 방지할 수 없는 수가 있다.

(1) 延燒防止塗料

주로 다선배선 케이블의 표면에 도포하여 난연성의 피막을 형성하여 선로의 연소방지를 기한다. 통상 물로 희석된 도료를 스프레이 또는 솔로 도포한다. 도포 두께는 1~2mm(건조후)이며 두껍게 도포하지 않으면 연소방지효과를 발휘하지 못한다.

대상이 어떤 형상이라도 도포할 수 있는 장점이 있는 반면에 건조 후에는 고화되어 벗겨지지 않는 수가 있으므로 케이블의 중, 개설이 빈번하게 실시되는 선로에의 적용에는 주의를 요한다

(2) 防火테이프

주로 단선으로 배선되고 있는 케이블의 표면에 감아 난연성의 피복으로 하고 선로의 연소방지를 기한다. 통상 고난연성의 고무 또는 플라스틱을 基材로 한 두께 0.7~1.4mm의 테이프이며 신축성이 있으므로 케이블의 열거동에도 추종하며 UF케이블, 특고압CV케이블 등 대용량 케이블에의 적용이 많다. 케이블조인트부 등 테이프가 붙은 부분에서의 적용은 테이프 감기에 착오가 발생하므로 주의를 요한다.

(3) 延燃防止시트

불연재인 글라스크로스를 2중으로 하여 재단, 봉제된 시트이다. 길이 1.5~2m, 폭을 케이블의 배선선수에 맞춘 치수로 함으로써 연속적으로 케이블 선로 전체를 기설의 배선상태대로 싸 수가 있다. 전체를 불연성의 시트로 덮음으로써 선로가 난연화되어 연소방지 효과가 발휘된다. 또한 2중의 글라스크로스 사이에 불연단열재인 세라믹펠트를 끼워 봉제된 종류도 있으며 이것은 연소방지효과뿐만 아니라 케이블의 내화보호의 효과도 발휘된다.

연소방지 시트는 주로 통전에 의한 발열이 없는 통신, 신호 케이블에 적용 되는데 다른 연소방지공법에 비하여 작업성이 좋고 경제적이므로 최근에는 전력 케이블에의 적용도 검토되고 있다. 단, 전력

케이블에 적용할 경우에는 허용전류의 저감이 발생하므로 주의를 요한다.

5. 케이블線路의 火災探知

케이블 선로의 화재를 조기에 탐지하는 것은 조기소화를 하는데 중요하다. 스포트형의 화재감지기나 연기감지기로는 케이블 선로의 전범위로 커버하기 위한 경제성, 동도 내에서의 습기, 통풍의 유무 등에 의하여 탐지, 작동능력이 좌우되는 등의 문제점도 있어 케이블 선로의 화재탐지에는 케이블에 직접 접촉시켜 배선할 수가 있는 전선상의 센서가 편리하다.

이 센서는 화재탐지선이라고 하며 특수금속선의 도체상에 특수 더머플라스틱을 피복한 선심을 2개 적당한 피치로 꼬아 가장 외층에 耐候性이 좋은 테프론시스가 피복되어 있다. 일정한 온도가 되면 절연체인 더머플라스틱이 연화하여 꼬아 놓은 특수금속선끼리가 접촉한다. 2개의 특수금속선 간에 전압(통상DC24V)을 인가해두면 단락전류가 흘러 경보장치의 전류 릴레이를 작동시켜 비저를 울려 표시 램프를 점등시켜 이상고온을 경보한다. 구조, 동작이 단순하기 때문에 오동작이 적고 전용경보장치

를 사용하여 600~1500m 연속길이의 고온탐지를 할 수 있다는 특징이 있다.

또한 케이블에 직접 접촉시킬 수가 있으므로 전력 케이블 등의 과열을 화재에 이르기 전에 탐지하여 조기에 내처가 가능해진다.

단선배선 케이블에는 케이블에 그대로 따라 설치하고 다선배선 케이블에는 표면의 전케이블에 접촉되도록 蛇行시켜 설치된다.

고압 또는 특별고압 케이블에 접촉시킬 경우에는 전기설비기술 기준령에 정하는 바에 따라 교류 300V 이하에서 동작하는 피뢰기 등을 설치해야 되는데 전용 경보장치는 이 규정에 적합하고 또한 전기한바와 같이 장치의 화재탐지선을 접촉할 수가 있다.

이상 케이블 화재확대 방지대책에 대하여 그 사고방식과 그 대표적인 방법에 대하여 해설했다. 케이블 선로의 방화대책은 더욱 사회적으로 중요성이 높아져가고 있으며 케이블에서도 난연성이나 발생가스, 연기의 양을 규제하여 성능을 대폭적으로 개선한 플라스틱 케이블도 실용화 되고 있다. 각종 방화방법도 더욱 새로운 기술의 개발 개량이 계속되고 있는데 실시에서는 각 공법, 재료의 특징을 잘 파악하여 효과적인 설계, 시공을 하는 것이 중요하다. *

(106페이지에서 계속)

게 일반적인 것이 못됩니다. 신체는 再生補修라는 기능이 있으므로 그러한 물질이 소모되어 가는 것만은 아닙니다.

(2) 代謝產物說: 리프스틴이라는 물질을 대표적으로 들 수 있습니다. 세포대사의 결과 발생한 물질로서 이것이 축적되어 세포의 기능이 쇠퇴한 결과 노화되어 간다는 학설입니다. 이외에도 칼슘·아미로이드 등이라는 물질도 장기에 침착하여 세포가 노화되어 간다는 설입니다.

(3) 스트레스學說: 일생에 받은 스트레스가 집적한 결과 個체가 지니고 있었던 적응의 에너지가 소비되어 疲憊期에 접어들었을 때, 노화가 시작된다는 학설입니다.

(4) 架橋結合說: 신체를 만들고 있는 세포의 蛋白質의 분자간에 콜라겐이라든가 엘라스틴이라는 물질이 들어감으로써 담백체가 활력을 잃게 된다는 학설입니다.

(5) 體細胞突然變異說: 신체의 세포는 분열을 반복하고 있는데 이 세포분열 때 유전자로서 DNA이라는 것이 있다는 것은 잘 알려진 사실이라 하겠으나,

이 DNA에 손상이 일어나, 그것이 이어져 변화가 축적되면 노화가 일어난다는 학설로서 지지자가 많은 학설입니다.

이외같이 노화의 원인에는 여러가지 학설이 있어 한마디로 말하기는 어려운 것입니다. *