

## 自動車用 空氣調和

### Airconditioning of Automobile

盧 相 舜\*

Sang Soon Nho

自動車는 人間-機械의 一體感을 느낄 수 있는 가장 우수한 運送手段으로서 一般大衆에게 認識되고 있다. 앞으로 自動車技術의 發展과 더불어 이 높은 評價는 먼 將來까지도 維持될 수 있을 것이다. 이 훌륭한 乘用車의 居住空間의 快適環境을 造成하는 것이 自動車 空調의 使命이며 最近에 와서 自動車의 快適性 追究에 따른 技術의 進歩는 顯著하다.

#### 1. 空氣調和에 關한 環境條件

##### 1-1. 溫熱的 環境條件

人體는 体温을 一定하게 維持하는 機構를 갖고 있어서 體內에서의 熱發生과 周圍의 溫熱的 環境條件에 따라 体温調節 機構를 作用시켜 均衡을 維持하고 있다.

大體로 肺와 皮膚를 통하여 熱의 放散이 自然의 行하여지고 있으며 이 狀態에서 熱的인 均衡을 얻게 되면 人間은 快適한 狀態에 있다고 말한다. 따라서 快適한 溫熱條件을 생각할 때에는 人體의 放熱作用에 影響이 있는 因子를 모두 考慮할 必要가 있다. 人體의 發熱量, 着衣 狀況 등의 人間側의 因子를 除外하면 主要한 환경 조건으로서 氣溫, 濕度, 空氣의 흐름, 기타의 熱源으로부터의 복사열 등을 들 수 있다. Yaglou 등은 溫度, 濕度 및 風速의 3條件을 여러 가지로 變경하여 溫度에 대한 人間의 感覺이 같은 條

件을 求하여 實効溫度 圖表를 提案하였다. 實効溫度(ET: Effective Temperature)라는 것은 어느 溫度, 濕度, 風速에 있어서의 溫度感覺을 이것과 相等한 溫度感覺을 주는 濕度100%, 風速0의 條件에 있어서의 溫度로 表示한 것이며 安靜時에 快適하다고 느끼는 實効溫度는 冬節에는 17~22℃, 夏節에는 19~26℃의 範圍에 있는 것으로 한다. 美國의 氣象廳에서 提案한 不快指數(UI: Uncomfort Index)는 氣候의 快適도를 空氣의 溫·濕度로 表示한 것이다.

$$UI = 0.72(t + t') + 40.6$$

여기서 UI: 不快指數, t: 空氣의 乾球溫度(℃),  
t': 空氣의 濕球溫度(℃).

우리들의 體感에서는 75 이상은 약간 더운다. 80 이상은 發汗이 있으며 더운다. 85 이상은 견딜 수 없게 더운다로 되어 있다.

많은 研究結果를 종합하면, 精神의 活動 或은 가벼운 勞動에서의 快適溫熱 條件은 Yaglou의 實効溫度에서 17~24℃이며 着衣의 관계로 겨울은 약간 낮은 편이 좋고 여름에는 약간 높은 것이 좋은 結果를 얻을 수 있다. 實効溫度는 送風에 의하여 어느 정도 내릴 수 있으나 過度의 風速은 人體에 部分的으로 過度의 熱放散을 일으키므로 바람직하지 않다. 風速을 3m/s 이하로 억제하고 可及的 많은 風量을 全身에 쬐이는 것이 좋다. 복사열이나 着衣 등의 人間側의 條件을 포함한 종합적인 溫熱環境 評價指標의 하나에 皮膚

의 溫度가 있다. 表 1은 皮膚온도와 人間의 溫熱感覺의 關係를 表示한 것이다. 皮膚의 溫度는 人體의 部位에 의하여 變化하는 範圍가 顯著히 다르며 寒冷時에는 特히 手足의 溫度가 低下하여 局部的인 不快感을 일으키기 쉽다.

表 1. 皮膚의 溫度와 溫熱感覺

平均皮膚溫度	典型的 感覺	
35℃ 以上	不快하게 덥다	
34℃	快適하게 따뜻하다	
31℃ 以下	不快하게 춥다	
30℃	멀리도록 춥다	
29℃	극도로 춥다	
손의 溫度	발의 溫度	感 覺
20℃	23℃	不快하게 춥다
15℃	18℃	극도로 춥다
10℃	13℃	아프고 애린다

溫熱環境 變化의 過度狀態에서는 人體가 熱容量을 갖고 있기 때문에 定常狀態에 이르는 데 어느 程度의 時間을 要한다. 그래서 약간 過度의 逆條件을 주어 過度狀態의 時間을 短縮함에 의하여 人間의 快適을 向上시킬 수 있다. 夏節에 더운 屋外에서 冷房中의 室内에 들어간 경우 定常狀態에서는 너무 낮은 溫度에서도 바로 快適하게 느끼는 것은 잘 經驗하는 일이다. 그러나 溫度差가 어느 限度를 넘으면 人體의 生理的 機能에 異常이 생길 염려가 있다. 着衣가 적고 人體가 급격한 順應을 強要당하는 夏節의 外氣와 冷房室内의 氣溫의 差는 5℃가 適當하다고 말한다. 같은 理由에 의하여 人間은 定常狀態에서는 不快하거나 또는 견딜 수 없는 溫熱環境에 있어서도 어느 時間內이면 그다지 不快하지 않고 許容된다.

自動車の 경우 乘員은 室内에서 나와 短時間內에 乘車하는 일이 많으므로 車內의 溫度가 短時間內에 室溫과 같게 되면 乘員은 着衣를 바꾸지 않아도 不快를 느끼지 않고 지나간다. 自動車用的 冷暖房機器에 있어서 定常에 이르기까지의 時間이 特히 重視되는 것은 이 때문이다.

또 人體는 溫熱環境의 變化에 對하여서는 物理量의 變化보다도 敏感하게 느끼는 傾向을 갖고 있으며 送風에 의하여 涼感을 주는 경우 風速을 不斷히 變化시키면 效果가 크다는 것이 알려져 있다.

1-2. 車室內의 空氣의 組成

人體는 空氣中에서 酸素를 섭취하고 炭酸가스 와 水蒸氣를 排出하고 있다. 따라서 車室內의 空氣의 組成은 人體를 위하여 重要的 環境條件이다. 空氣中에 包含되어 있는 物質中 人體에 對하여 影響이 큰 것은 다음과 같은 것이다.

(1) 炭酸가스

人體는 吸收한 酸素의 80%前後의 炭酸가스를 排出한다. 한 사람이 1分間에 消費하는 酸素量은 人體의 크기에 의하여 다르나 大略 表 2와 같다.

表 2. 人間의 酸素消費量

	每分0 <sub>2</sub> 消費量(cc)	呼吸의 分時容量(ℓ)
絶食하고침대에누어 있을 때	240	6
앉아 있을 때	300	7
서 있을 때	360	8
每時 2 mile의 速度로 걸을 때	650	14
每時 4 mile의 速度로 걸을 때	1,200	26
천천히 걸을 때	2,000	43
最大의 運動時	3,000~4,000	65~100

炭酸가스의 最大許容濃度는 0.5%이나 0.1% 以內로 억제되는 것이 좋다. 따라서 呼吸에 의한 炭酸가스의 發生에 對하여서는 乘員 1人當 0.3~0.5 m<sup>3</sup>/min의 換氣量이 必要로 된다. 乘員이 喫煙할 때 炭酸가스의 發生量이 더욱 增加하므로 喫煙하지 않을 경우의 20% 增의 換氣量이 要求된다.

(2) 水蒸氣

人體는 呼吸에 의하여 大量의 水蒸氣를 排出하게 되므로 換氣 또는 除濕을 하지 않으면 車內의 濕度는 점차로 높아진다. 濕度의 上昇은 實

効溫度를上昇시켜 夏節에는 不快感을 增大할 要因이 될 뿐만 아니라 外氣溫度가 車室溫度보다 낮을 때에는 窓유리를 흐리게 하여 視界를 妨害한다. 그러나 過度의 低濕度는 눈, 코, 목 등의 粘膜에 나쁜 影響을 끼치므로 50~70%로 維持하는 것이 바람직하다.

### (3) 有毒가스

自動車用 機關의 排出가스에는 여러가지 有毒가스가 포함되어 있으나 代表的인 것에는 一酸化炭素와 窒素酸化물이 있다. 近年 各國마다 自動車公害 對策으로 含有率이 制限되고 있으며 毒性이 強하므로 車室內의 侵入에 대한 充分한 配慮가 必要하다. 通風이 나쁜 곳에서 엔진의 運轉이 危險한 것은 勿論이려니와 屋外에서도 排氣管으로부터 漏泄된 有毒가스가 車室內에 侵入하여 睡眠中の 乘員이 死亡한 例가 있다.

### (4) 臭 氣

室內의 構造材料, 乘員의 喫煙, 化粧品 香水 및 體臭 등 各種의 臭氣가 乘員의 快適을 低下시킨다. Yaglou는 白色人種에 關하여 體臭의 不快度와 居住空間의 體積, 換氣量의 關係를 實驗에 의하여 求하였으나 一般적으로 臭氣의 除去에는 극히 많은 量의 換氣가 必要하며 臭氣의 發生을 防止하는 일이 가장 効果的이라고 생각된다.

### (5) 其 他

上記 外에 먼지, 곰팡이, 細菌 등이 空氣調和의 對象이 된다. 특히  $5\mu$  以下の 작은 먼지는 呼吸器系의 障害로 되는 경우가 있다. 高級車에는 유리섬유와 活性炭을 使用한 필터에 의하여 먼지와 臭氣를 除去하는 空氣清淨器를 부설하고 있다.

## 2. 快適한 空調시스템의 條件

### 2-1. 暖房裝置

自動車の 暖房裝置는 熱源으로서 엔진의 發熱을 利用하고 있는 것이 一般의이며 暖房能力은 이 엔진의 發熱量에 影響을 받는다. 最近의 燃費改善은 엔진發熱量을 低下시켜 暖房能力을 내리는 趨勢에 있다. 또 디젤車는 가솔린車에 비하여 低負荷領域에서 燃燒効率が 좋기 때문에 엔

진發熱量이 낮아 디젤車는 暖房能力에 對하여 不利한 傾向에 있다.

이와 같이 엔진發熱量이 낮은 境遇에는 엔진 本体 表面으로 부터의 放熱을 작게 하거나 車室內의 熱損失을 더욱 작게 하는 등 여러가지 方法을 취한다.

앞에서 말한 바와 같이 엔진始動後 快適한 溫度에 이르기까지 時間이 짧을 수록 優秀한 暖房裝置라고 할 수 있다.

이 경우에도 엔진發熱量이 支配的 因子이며 엔진을 포함한 暖房系의 熱容量을 작게 함과 同時에 上述한 바와 같이 熱損失을 작게 하는 것이 有效한 方法이다.

또 暖房이 不充分한 期間은 人體의 皮膚溫度가 가장 낮은 部分에 集中的 溫風을 보내면 生理的인 暖房效果가 있다. 快適한 暖房性을 確保하기 위해서는 暖房能力에 附加하여 車室內의 溫度分布가 重要하다. 各 乘員에 對한 溫度分布는 頭寒足熱型이며 足部와 頭部의 溫度差가  $3^{\circ}\text{C}$  前後가 좋다고 말한다.

따라서 定常狀態에서는 暖房裝置로부터의 溫風은 座席 밑 부근에서 吐出하는 것이 좋다. 座席의 位置에 의한 溫度差는 없는 것이 바람직하나 보통의 乘用車에서는 暖房裝置가 車室의 前部に 있기 때문에 後席의 溫度가 前席의 溫度에 비하여 낮은 경우가 많다. 따라서 前後乘員의 兩者를 滿足시키기 위하여 後席의 발밑에 溫風을 吐出하는 장치를 한 車가 最近 많이 눈에 띄인다. 또 人體는  $1^{\circ}\text{C}$ 의 溫度變化를 感知할 수 있다고 하며 溫度에 대하여서는 敏感하다. 따라서 暖房裝置는 充分히 細密한 溫度調節이 必要하다. 또 送風모우터에 의한 騒音, 異臭의 發生等 2次的인 不快의 原因이 있어도 안된다.

### 2-2. 冷房裝置

自動車에서 冷房裝置의 設置는 夏節의 運轉者의 環境改善에 의한 事故豫防의 觀點에서 바람직하며 最近의 普及率은 顯著하다. 小型車의 경우 冷房裝置의 壓縮機를 驅動하는데 따른 動力性能의 低下나 放熱器의 附着에 수반한 엔진의 冷却性能 不良 등 各種의 制約條件이 있으며 快

適을 위한 가장 重要한 條件은 어떻게 해서 충분한 冷房能力을 確保하는가에 있다.

一般的으로 冷房中에는 濕度の 調節과 空氣의 淨化를 위하여 適量의 外氣를 導入할 必要가 있으나 冷房能力이 充分치 않으면 外氣에 의하여 溫度가 上昇하여 溫度面에서 快適을 유지할 수 없게 된다. 또 壓縮機의 容量이 不充分하여 엔진의 아이들링(idling) 때 冷却器의 溫度가 零度以下로 되지않을 경우 一브 물이 된 水分이 內在한 不純物과 같이 再次 氣化하여 異臭을 내는 경우가 있다.

駢車狀態로부터 엔진을 始動하여 冷房裝置를稼動한 경우나 冷房能力이 不充分한 경우에는 물론, 가슴, 얼굴에 冷氣를 集中시켜 쬐이면 乘員에 涼感을 주는데 效果의이다. 그러나 定常狀態에서는 風速이 높은 冷氣는 人體를 局部的으로 冷却시켜 生理的으로 좋지 못하다.

車室內溫度를 均一하게 하기 위해서는 冷風吐出口의 位置도 重要하며 여러 곳에 나누어서 配置하는 것이 좋다. 적어도 左右와 中央의 3개소에 吐出口를 설치하여 각각 充分한 風量調節機能을 부여하여야 한다. 走行中 한쪽에 直射日光을 받은 일이 가끔 있는데, 이 때에는 日射를 받은 側의 冷氣를 增大하여 복사열의 影響을 줄 必要가 있다. 또 엔진室과의 隔壁이나 排氣管 부근의 바닥 등 加熱되기 쉬운 部分에는 미리 약간의 冷氣를 공급하여 溫度分布를 改善하는 것이 좋다.

### 2-3. 換 氣

換氣의 主目的은 (i) 空氣의 淨化, (ii) 濕度の 調節, (iii) 新鮮한 空氣의 흐름에 의하여 乘員에 涼風感을 준다.

冷房裝置가 되어 있는 어떤 車에서는 (iii)의 重要度는 약간 낮으나 一般的으로 換氣裝置는 上記의 3개目的에 充分히 滿足하여야 한다. 모든 경우에 重要한 것은 充分한 換氣量을 얻을 수 있는 것과 空氣의 流入口는 車體의 空氣壓이 높은 곳에, 또 排出口는 負壓의 곳에 設置하여야 한다.

大體로 車體의 前面과 前而유리의 밑 설치부에 높은 壓力이 發生하여 空氣의 流入口에 適合

한 位置이다. 流入量과 排出量의 均衡도 重要하며 均衡이 나쁘면 車內와 車外에 氣壓의 差가 생기어 귀울림 등의 生理的인 不快의 原因으로 되는 수도 있다. 또 近年 都市에서는 道路混雜 때문에 交通遲滯가 가끔 發生하나 이와 같은 狀況에서는 車體의 前面에 流入口를 설치한 경우 前車의 排기가스가 室內에 侵入하여 乘員에 不快感을 준다. 遲滯狀況에 따라서는 도리어 外氣의 流入을 防止하는 편이 快適上 바람직한 경우도 있으므로 換氣口를 閉塞할 수 있는 構造가 必要하다. 排氣가스의 淨化는 自動車 乘員의 空氣調和를 위하여서도 극히 重要한 問題라고 말할 수 있다. 濕度の 調節에 關하여서는 高級車에서는 冷凍機의 除濕機能을 暖房裝置와 組合하여 濕度調節하는 完全한 空調裝置가 使用되고 있으나 그 밖의 경우는 外氣의 導入量에 의하여 調節을行하므로 換氣量을 調節할 수 있어야 한다.

冷房裝置가 없는 車에서는 空氣의 氣流에 의하여 乘員에 涼感을 주는 方法이 使用된다. 이 경우 充分한 風速과 風量이 얻어질 것과 風向을 調節할 수 있어야 한다. 涼感은 皮膚가 露出되고 있거나 얇은 着衣部分에 대면 效果가 크나 얼굴에 강한 바람을 대는 것은 피하여야 된다.

走行中の 車體空氣의 흐름을 利用한 自然換氣方式에서는 走行速度에 의하여 風速, 風量이 變化하며 走行速度가 낮으면 充分한 效果를 얻을 수 없으므로 最近의 車에는 暖房裝置의 팬(fan)을 利用한 強制換氣裝置를 採用하게 되었다.

### 2-4. 斷熱對策

優秀한 空氣調和를 위한 重要한 2次의 手段에 各種 斷熱對策이 있다. 自動車 車體의 斷熱性은 一般的으로 낮고 空間容積에 비하여 大容積의 冷·暖房裝置가 必要하게 되나 斷熱性 向上을 위한 配慮에 의하여 裝置의 效果를 높일 수 있다. 車內의 非金屬의 艤裝品은 斷熱性에 影響이 크고 특히 바닥에 가는 인슈레이터(insulator)나 카펫(carpet)에 斷熱性이 優秀한 것을 使用하면 效果가 크다. 또 유리는 斷熱性이 낮고 窓이 큰 車일수록 熱의 出入이 많다. 冬節은 充分한 暖房性能을 갖춘 車이면 유리에 의한 放熱에 의하

여 頭部의 溫度가 내려가 좋은 溫度分布를 얻는데 有利하나, 夏節은 太陽의 복사熱의 투과, 유리自體의 熱放散等 冷房에 不利한 條件을 만든다. 太陽 복사열의 透過에 對하여서는 色유리 (tinted glass)가 效果의이며 熱투과율은 투명유리의 약 80%에 對하여 色유리에서는 25% 程度이다. 車體의 色도 太陽熱의 吸收에 影響이 있으며 햇볕 1時間의 駐車에 있어서 白色과 黑色의 루우프(roof)에서 8℃ 以上의 溫度差가 있는 것으로 報告되고 있다.

### 3. 空調裝置의 將來動向

暖房熱源은 排熱利用의 有利點을 갖고 있으나 冷房에서는 動力을 必要로 한다.

現在의 冷凍方式은 거의 蒸氣壓縮式이며 그밖 에 排熱利用에 의한 吸收式, 프레온 터빈等의

方式이 있으나 어느 것이나 成績係數가 낮고 熱源不足에 의한 能力不足, 放熱器過大 等 때문에 實用化에는 많은 難點이 있을 것이다. 各種冷凍方式에 關한 動向을 表 3에 表示한다.

最近 車輛側의 振動, 騒音의 改善은 顯著하며 空調裝置에 있어서도 이 方面의 改良이 繼續되고 있는데도 車輛의 改良에 의한 車室內 騒音레벨의 低下에 相反하여 空調機 稼動時의 騒音이 問題視 되는 경우가 있다. 特히 振動은 車輛의 構造에 의하여 뜻하지 않은 傳達經路로 車室內에 傳하는 일이 있어 車輛마다 慎重하게 對應하여야만 된다.

現在 壓縮機의 主流는 斜板式이나 最近 數年 回轉形으로서 반켈(Wankel), 스크류(Screw)形 등이 發表되고 있다.

한편 可變容量形 壓縮機도 省動力의 觀點에서

表 3 各種 冷凍方式

冷 凍 方 式		一 般 動 向	自 動 車 用	成 績 係 數
熱 驅 動	吸 收 式 冷 凍 機	○ 太陽熱 利用으로서 研究되고, 一部 試驗 實用化되고 있다. ○ 工場 廢熱利用으로 使用되고 있다.	○ 트럭에 適用될 研究를 하고 있다. ○ 乘用車로서는 熱에너지 不足이다.	0.5~0.7
	蒸氣噴射式 冷 凍 機	○ 工場用으로서  특히 低溫 熱源 의  경우에 利用되고 있다.	○ 모델計算程度의 研究를 많이 하고 있다.	0.2~0.4
	랜킨사이클 冷 凍 系 統	○ 太陽熱 利用으로서  많이 研究 되고 있다.	-	0.6~1
모 엔 진 또 驅 는 動	空氣壓縮式 冷 凍 機	○ 航空機의 空調에 採用되고 있다.	○ 美國에서 研究되고 있다.	1~2
	蒸氣壓縮式 冷 凍 機	○ 가장 널리 使用되고 있다.	○ 現在는 모두 이 方式이다.	2~4
蓄 冷	潛熱蓄冷	○ 冷房負荷가  낮을때 蓄冷하고 最大負荷時에 使用하는  패키 지에어콘으로서 商品化되고 있다.	-	0.5~0.7
	化學蓄冷	○ 水素에너지의 擡頭로서 注目 하게 되었다.	○ 水素 엔진車에의 適用이 研究되고 있다.	0.5~0.7
電 子 冷 凍	○ 電子部品の 冷却등 特殊用途 가 많다.	○ 自動車用의 冷藏庫로서 一部 商品化 되고 있다.	0.1~0.3	

研究, 開發되고 있으나 코스트 퍼포먼스 (cost performance)를 充分히 配慮하여야만 된다. 한편 可變速方式도 發表되고 있다.

空調機의 機能部品에는 거의 플라스틱이나 알루미늄이 使用되고 있으며 今後 機器部品の 小形, 輕量化는 急速度로 進展할 것이다.

從來의 空調는 車外의 惡環境으로부터 어떻게 車內의 人間을 保護할 것인가, 快適한 環境을 만들어 줄 수 있을 것인가의 受動形이었으나 今後は 더욱 積極的인 形態의 空調를 要求하게 될 것이다. 卽, 車室內는 單純히 快適할 뿐만 아니라 自動車를 運轉하는데 適切한 條件, 이를테면 졸음防止를 위한 간단한 興奮을 항상 준다든가

緊張狀態를 維持하게 한다든가 등의 配慮가 必要하게 된다.

어떻든 素材, 機構의 進歩에 의한 改良은 있을 것이나 將來의 空調裝置는 生化學을 中心으로 한 人間工學으로부터 發生한 各種의 要求를 엘렉트로닉스(electronics)의 神經으로 精密하게 對應하여 나가는 가운데 革新的인 方向이 開發될 것으로 생각된다. 모든 工業製品에는 急變은 없고 徐徐히 그의 改良이 進行된 것 같이 보이나 그 底邊에 있는 基礎分野에서 恒常 큰 革新의 파도가 있는 것이며 어느 周期에서 製品의 樣相을 一變시키는 일이 많다. 이 基礎分野에 있어서 技術的 革新을 이루도록 努力하여야 한다.