

人間工學과 自動車 관계

柳時虎·金在鉉

<起亞産業(株)開發部·保健社會部>

1. 序 言

産業의 發達에 따라 機械를 人間에 적응시키려는 노력이 꾸준히 연구되어 왔다. 최근 이러한 人間과 機械에 관한 人間工學 研究가 널리 利用되고 있으며 使用目的에 따라 社會的으로 이바지하고 있는 바 크다.

이러한 人間工學的의 發展단계를 본다면, 西歐의 경우 17世紀 産業革命 前後, 日本에서는 19世紀 中葉 明治維新을 맞이할 때 機械가 發達하기 시작했다. 이때의 시스템은 人間이 그 使用 方法을 연습하고 人間이 機械에 적응하는 관계였다고 말할 수 있다.

20世紀 前半 機械設計는 兵器의 경우, 主要한 目標가 機械의 高性能化이고, 精神的으로나 技術的으로나 機械를 人間에 적응시키려는 設計의 여유는 없었다고 생각된다. 그 후 여기에 人間과 機械사이의 不適合性을 해결하는 길을 추구하였으며, 훌륭한 制御能力을 갖는 「적성검사법」과 능률좋은 훈련을 行하기 위한 「훈련법」등이 研究되었다. 그리고 人間の 要求에 적합하도록 人間因子를 設計에 고려했으며 즉 人間の 自然 그대로의 能力이나 性質을 明白하게 그것에 적합하도록 機械를 設計한다는 人間中心의 思考方式이 誕生된 것이다.

예를들어 人間因子를 設計에 적용할 때에 테스트·파이롯트(test-pilot)에 의한 實施試驗을

行하여 그 意見을 다음 設計에 받아들이는 試行錯誤的인 方法을 사용했으며 항공기, 자동차, 철도차량의 경우 대부분 이 方法으로 이제까지 改良되어 왔다.

人間工學은 機械造作의 위험성이 높은 공군에서 깊이 研究되었으며, 우주선 設計의 경우 人間工學的의 要素를 집약시켜 충분한 배려를 기울이지 않으면 안되는 것이다. 座席은 비행자의 몸매에 맞게 치수가 定해지고 發射時와 하강시 여러가지 충격을 극히 부드럽게 받게끔 주의를 기울이지 않으면 안되는 것이다.

각종의 계기류도 보기 쉬운 위치에 부착 배치되어야 하고 잘못 읽지 않게끔 이에 대한 表示法이 表記되어야 할 것이다. 또 여기서 잘 보이는 表示法의 研究가 必要하게 되며, 人間の 視覺實驗 및 잘보이는 型 또한 色의 明示性, 주목성 대비등 기초적인 調査에서 이루어지게 된다.

人間工學을 研究하기 위해서는 生理學, 解剖學, 위생학, 心理學, 工學, 理學, 社會學등 관련 학문의 協力을 必要로 한다.

現在 研究中에 있는 人間工學은 視覺, 청각, 신체체측, 運動能力, 器機의 배열, 人間の 作業용량에 관계하는 因子등에까지 그 전개를 보이고 있다.

本稿에서는, 人間工學과 自動車 관계에 있어서 民族의 問題, 座席과의 관계, 運轉者의 疲勞 關係등을 整理해 보고져 한다.

2. 人間工學의 民族的 問題

2.1. 한국인과 미국인

國際間的 交流가 빈번해지고 수출입이 성행되면 同一機械를 各各 다른 民族이 使用하는 경우가 많다. 이 경우 民族의 差異가 設計上 고려되어야 한다. 그 問題點을 한국인과 미국인으로 區分하여 分類해보면,

가. 身長의 比較: 한국인은 미국인에 比較하여 身長이 작고, 그대신 몸통이 길고 다리가 짧은게 특징이다.

나. 體重: 미국인이 한국인에 比하여 肥滿型이다.

다. 胸部: 한국인은 橢圓形이고 미국인은 圓形에 가깝다.

라. 발자국 길이: 한국인의 발은 미국인에 比하여 길이가 짧고, 그대신 폭이 넓은 편이다.

마. 腹部-무릎길이, 바닥-무릎 脛목 脛목 길이, 바닥-무릎높이등에서 한국인은 미국인에 比해 몸통이 길고 다리가 짧기 때문에 자동차나 항공기등을 조정할 때, 페달등의 위치가 미국인의 것을 그대로 사용하는 경우에는 페달에 발이 닿기 힘들다는 것을 말해준다.

바. 앉은키와 눈의 높이 比較에서, 앉아서 운전하는 자동차나 항공기의 경우 눈으로 앞을 추측하는 점은 그다지 差異가 없다.

2.2. 身體 分類上 특징

상기 身體 分類를 통해서 다음과 같은 특징을 볼 수 있다.

가. 미국인은 한국인에 比해 길이(長育)에 對하여 폭(幅育)의 比가 크다.

나. 미국인은 身長에 對한 下肢길이의 比가 한국인에 比하여 크다.

다. 미국인은 한국인에 比하여 肥滿경향이 있다.

라. 한국인은 미국인에 比하여 몸통이 긴 경향이 있다.

마. 한국인은 一般的으로 머리가 크다.

2.3. 人體工學上 檢討事項

가. 身長의 경우 미국인이 크기 때문에 의복, 기계류, 건물의 출입구등 생활 환경의 差異가 생긴다.

나. 미국인에 比해 몸통이 길고, 다리가 짧은 것 때문에 자동차의 페달과 핸들간의 거리문제, 자동차의 의자높이와 발의 위치문제등이 關連된다.

다. 身長의 差異는 있지만, 앉은키, 눈높이등에 差異가 없는 것은 자동차 항공기등에서 미국 규격 제품을 한국인이 운전하는 것이 한국규격 제품을 미국인이 운전하는 것보다 유리하다.

라. 앉은키가 身長에 比해 미국인이 큰 것은 버스나 승용차등에서 출입구, 通路, 定員, 의자의 폭등 關連되는 일이 많다. 이런 것은 한국인이 더 유리하다.

上記 事項에서처럼 人體上 民族的 差異를 알고 있는 것은 매우 必要한 일이며 自動車 設計時 또는 국제적 교류 및 수출입에 重要 요소가 될 것이다.

3. 人間工學과 自動車 座席

人間工學과 自動車 關係에 있어서 運轉者 座席은 가장 重要한 關係이며 人間工學이 깊이 關連되는 部分으로서, 運轉者 座席과 人體測定學上 必要 條件을 通하여 검토해 본다.

運轉者 座席 研究에 있어서, 運轉業務의 分析, 座席높이와 등받이 경사각, 座席과 페달과의 關係, 座席의 壓力 分配등으로 분류하여 그 關係를 分析해 보자.

3.1. 運轉業務의 分析

가. 業務分析

① 運轉者가 가장 고정된 위치에서 몇시간 동안 運轉이 可能한가?

② 外部 環境의 관찰이 必要하다.

③ 自動車 方向과 速度의 持續적인 조절이 必要한가?

◆ 解 說

나. 基本的 機能

① 外部 環境으로 부터 視覺的인 지식 : 눈의 위치, 보는방향, 가슴위치와 관계

② 速度調節 : 페달위치와 연결각도, 운전자 허벅지 각도와 관계.

③ 自動車 知識 : 運轉者 座席과 공간을 이용 허리 움직임과의 관계

다. 造作機能

손과 발의 위치는 運轉席 공간에 고정되어 있고, 運轉者의 자세는 폭이 좁은 한계에서 위치를 定하여야 하고 座席의 構造는 位置變更의 폭이 넓지 않기 때문에 때로는 運轉席 자세를 고쳐야 할 때도 있다.

3.2. 座席높이와 등받이 경사각과의 관계

가. 그림 1은 運轉者의 視覺中 上向에서 下向까지의 角度 및 거리를 表示한다.

運轉者는 運轉席에서 自動車의 앞 끝부분 부터 4m(Am) 거리까지 下向으로 볼 수 있고 上며, 座向으로는 눈을 기준으로 15° 각도를 볼 수 있으

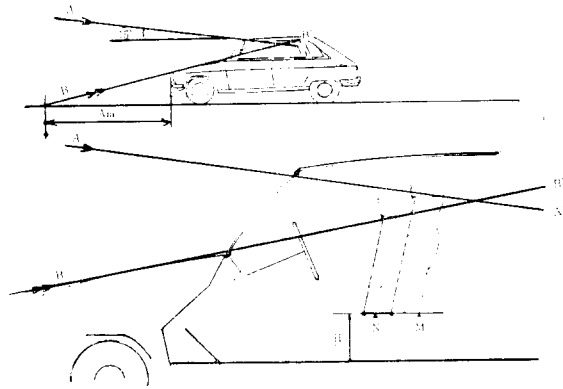


그림 1.

席등받이 경사각은 허리를 기준으로 $25^{\circ} \pm 5^{\circ}$ 가 허용된다.

나. 座席등받이 경사가 20° 보다 적으면, 허리의 경사는 최소한 95° 각도로 몸통과 허벅다리를 유지해야 하는 어려움이 있고 허벅다리는 座席과 페달과의 불충분한 거리 때문에 급한 각도로 기울다. 이렇게 되면 몸의 위치가 허리통에 의해 유지 되지 않고, 궁둥이 무게에 의해 유지된다.

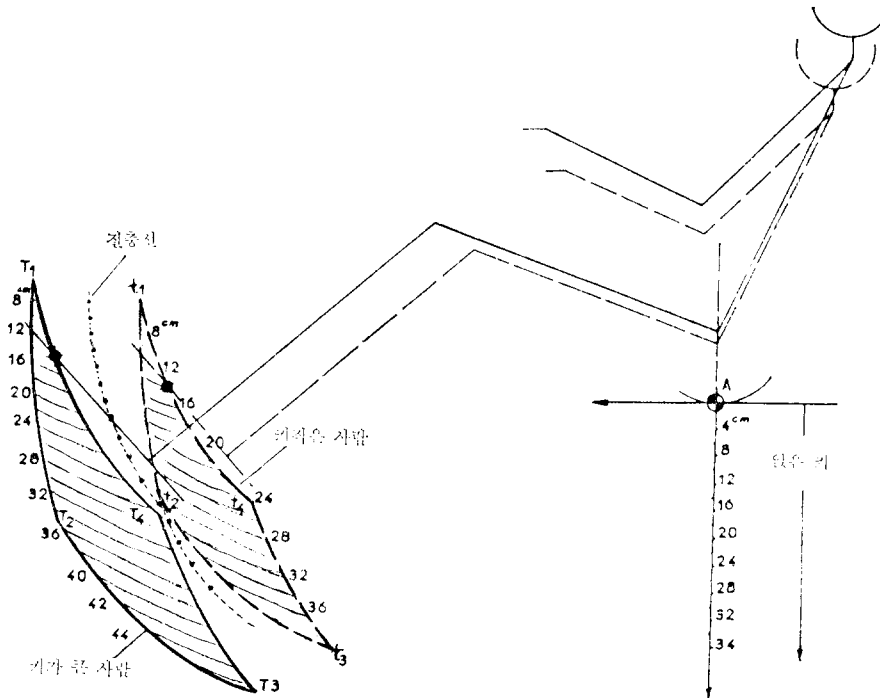


그림 2.

나타내면 혈관과 좌골신경이 座席의 단단한 끝 부분과 대퇴골 사이에 매우 쉽게 壓縮하게 되어 있고, 신체 각 부분의 얇은 근육과 폐달 위의 발의 행동이 끊임없이 움직이게 하도록 하고 있다.

以上과 같이 自動車の 座席은 人體測定學上 必要條件을 반영하지 않을 수 없는 것이다. 다음 장은 人間工學과 運轉者의 疲勞관계를 검토해 본다.

4. 人間工學과 運轉者의 疲勞관계

人間工學과 運轉者 관계에 있어서 運轉者의 長時間 運轉時 疲勞관계 分析은 人間工學에 있어서 매우 重要한 일이며 社會的인 측면에서도 뜻 깊은 일이라 생각한다. 다음의 통계는 일본의 경우로서 1964~1973 년사이의 10 년간 데이터를 분석한 것이다(運轉者들의 事故통계).

1 일 24 시간을 2 시간 마다 구분하여 自動車 事故의 수를 기록 하였더니, 14:00~20:00 까지(6 시간)의 事故率이 하루 전체사고의 40% 이상 되고, 그중 16:00~18:00 가 사고 발생율의 최고였다. 이와 같이 기계적인 일과 運轉이 生理學的, 心理學的 疲勞때문에 가장 많이 차지하였다.

사고 車種으로는 小型트럭이 가장 치명적인 사고가 많았고, 두번째로 승용차사고가 많았다. 즉 교통 安全上 疲勞가 小型車 運轉에서 가장 重要한 원인이 된 것이다.

다음의 실험은 8 년간(1973 년기준) 포장국도(地名: Tomei Meishin)와 주행 시험장에서 주행한 결과를 生理學上, 心理學上 機能變化에 對하여 研究한 것이다.

4.1. 實驗方法

가. 一般道路에서 實驗

① 1 일 7~10 시간 試驗

② 카라반(caravan)型的 5 대 승용차에 25 ~35 세의 運轉者들을 포장국도(地名: Tomei Meishin) 550km 를 주행하게 하여서,

③ 臨界振動周波數(CFF), 혈압(BP), 心的

變化(ECG) 등을 기록하였다.

④ 자료수집은 매월 25 명의 運轉者가 10 회씩 走行하여 그중 50 대만 선택하여 분석.

나. 走行試驗場에서 實驗

① 1 일 24 시간 試驗.

② 웨곤(wagon) 2 대로 6.5km 走行場을 약간의 휴식이외 24 시간 거의 運轉.

③ 자료수집은 매월 25 명의 運轉者가 6 회씩 走行하여 그중 12 대만 선택하여 분석.

4.2. 實驗結果

가. 臨界振動周波數(CFF)

① 運轉者들이 처음에는 주로 긴장때문에 좋지 않아, 臨界振動周波數의 평균이 증가하였으나,

② 4~5 시간 運轉後 臨界振動周波數값이 점차 떨어지기 시작하여 마지막 단계에서 -5% 까지 도달했다.

③ 표준편차는 전체적으로 특별한 경향이 없었다.

나. 혈압(BP)

① 처음 5~6 시간은 증가현상.

② 최소혈압은 마지막 주행단계 범위 10%에서 나타났음.

③ 평균 맥박은 마지막 주행단계 범위 20% 일 때와 같다.

다. 주관적인 疲勞관계 결과

走行단계에 따라 疲勞가 천천히 증가하였고, 몇분씩 휴식 할 때마다 疲勞가 약간씩 줄었지만 24 시간 運轉時 5~6 시간 휴식으로 疲勞회복은 어렵다.

라. 침(타액)의 수소이온 농도지수(PH)

수소이온 농도지수는 먹고 마시고 담배 피우는 것에 의해 일시적으로 나타났으며, 가끔 신맛을 느낄 때가 있었다.

마. 心的變化(ECG) 結果

① 心的變化는 특별한 경향이 없었고, 점심을 먹고 난뒤 心的變化가 크다.

② 1 일 7~10 시간 運轉時 휴식시간을 8~16 분, 24~48 분, 56~128 분, 120 분前後등 4

가지로 區分하였을 때, 120 分前後 휴식이 心的 變化에 安定을 갖게 하는 것 같다.

4.3. 疲勞관계 分析

運轉者의 心理學上, 生理學上 機能의 心的 狀態를 分析해보면,

가. 心的 狀態의 分析

① 中央신경계 機能에서 皮質활동은 졸음이 쉽게 오게 하기 때문에 인식과 판단의 실수, 조정 능력 부족등을 일으킨다. 그러나 運轉者가 극히 좁은 공간에서 하루에 천번이상 3개폐달을 밟을지라도 生理學的 疲勞는 그렇게 심한 것은 아니다. 그 이유는 혈액순환이 오랜시간 동안 運轉자세를 변경하지 않아도 근육의 疲勞를 적응하도록 해주기 때문이다.

② 우리는 보통 추잉검이 잠의 상태에서 일시적인 효력이 있다는 것을 느낄 것이다. 24시간 運轉 실험속에서 運轉者들이 疲勞를 얻음에도 불구하고 그들의 臨界振動周波數가 증가할 수 있는 것은 生物學的 리듬 때문이다. 生物學的 리듬을 알기 위해서 運轉者들을 2개의 그룹으로 분류하여, 첫번째 그룹은 밤에 運轉을 시작해서 다음날 한 밤중에 끝을 맺고, 두번째 그룹은 아침에 시작해서 다음날 새벽에 끝을 맺는 것으로 했다.

제 1 그룹 運轉者들은 실험끝에 여력이 남았고, 제 2 그룹은 제 1 그룹 보다 여력이 적게 남았다.

③ 1, 2 그룹의 臨界振動周波數 성분을 분석한 결과 生物學的 리듬과 疲勞는 運轉時 당연히 發生하였으며 다음의 式을 얻었다.

비축(준비)의 힘 = 生物學的 리듬 + 疲勞時運轉

上記式에서, 生物學的 리듬은 새벽에는 낮은 등급을 보였고, 疲勞가 심해지면 運轉者가 運轉을 하지 않아도 비축의 힘이 「-」쪽으로 기울어 진다는 것을 알았다.

나. 運轉者의 疲勞증상

① 졸음 : 사람이 中央신경계에 피곤을 얻을 때 자연적인 요청이며, 運轉者의 졸음은 그 자신에

의한 사고관념이고, 運轉者가 運轉속도를 서서히 하거나 運轉者가 침착하지 못할 때 온다.

② 위축 또는 한정된 주의

運轉者가 運轉時 그의 中央신경계에 疲勞가 증가하면 全體的인 位置가 주의를 해도 앞쪽으로 향하게 되고 컨디션이 떨어진다.

③ 心的 疲勞의 증가

疲勞의 重要한 物質의 하나는 주관적인 평가로서 運轉後 心理學的으로 민감해지며, 運轉者 자신의 社會的인 정신상태에 따라 疲勞의 증가 또는 회복 쪽으로 기운다.

다. 疲勞관계 分析 結果

以上の 실험에서 疲勞관계를 分析한 結果 가장 성공한 運轉은 매일 運轉時 1.5~2시간마다 20~30분씩 휴식을 가졌을 때였다. 그러나 각 運轉者들은 그 자신의 運轉技法을 갖고 가장 좋은 方法을 택할 것이다.

運轉中 휴식때 지루함은 농담이나 커피로서 보호할 수 있고, 매일 長時間 運轉을 하여야 할 경우, 원기를 회복할 시간이 없을 때는 몇분간이라도 쉬는 것이 좋다. 그러나 中央신경계의 疲勞를 회복하는 것은 충분한 잠이 가장 좋다.

이와같이 自動車관계 技術者들은 「人間工學과 運轉者관계」에 對해 研究를 계속하여야겠다. 自動車を 쉽게 運轉할 수 있도록 하여야 하고, 路面을 좋게 하고 신호와 표시는 運轉者가 보기 쉽게 배치하여 運轉者의 疲勞를 줄여야겠다.

결론적으로 自動車 運轉의 疲勞는 中央신경계에서 많이 좌우하므로, 사고를 줄이기 위해서는 예방 대책이 제일 重要한 것이다.

5. 結 言

人間工學이란 너무나 광범위하고 우리 일상생활에서 적용되지 않는 부분이 없다. 그 광범위 중에서 本稿는 自動車관계 부분만 거론하였으며, 自動車 中에서도 座席을 構成하는 人體관계와 運轉者 관계만 整理하여 보았다.

人間은 복잡한 社會生活과 高度技術에 의한 機械를 접하면 집할수록 실수(error)를 범하는 率

이 높아진다. 人間の 실수를 적게 하기 위해서는 人間の 性質을 잘 알고 그것을 防止하도록 하는 시스템設計가 必要하다. 人間の 실수에 對한 分析을 行하여 事前에 防止할 수 있도록 方策을 시스템設計에 받아 드리고, 만약 人間이 실수를 하여도 그 영향이 적은 범위로 되어 重大한 災害에 連結되지 않도록 安全設計가 계획되어야겠다.

參 考 文 獻

1. 人間과 機械 : 井口雅一著(1978.5) Report

2. The Driving Seat, Its adaptation to functional & anthropometric requirements (procurement executive, Ministry of Defence, Farnborough, Hants, 1975. 3월)

3. 長時間 運轉時 運轉者の 疲勞(1978年)

① Masamitsu oshima(Tokyo University)

② Tokio sugi(Isuzu Motors, Ltd)

4. Designer 를 爲한 人間工學 : 최대석 편저(신촌문 화사刊, 1978)

5. 人間工學 : 工業디자인研究會刊(1980)

6. 自動車用 Seat 評價에 관한 고찰(1978)

(日本大學 生産工學部, 近藏武外 2名)



(190 페이지에서 계속)

- Emission in Friction Welding”, Presentation at KSMrE Spring Conference (Apr. 23, 1982). Project Report, Cornell Univ. (1981).
5. Oh, S.K., Hasui, A., Kunio, T. and Wang, K.K., “Effects of Initial Energy on Acoustic Emission Relating to Weld Strength in Friction Welding”, To be presented at 4th Int. Sym JWS (Nov. 24-26, 1982). To be published in Trans. JWS, 13-2 (1982).
6. Oh, S.K., “Study on Friction Welding of Valve Materials-On Improving the Friction Weld Quality.” J. of KSME, 14-3 (1974), p.221-232.
7. Kaiser, J., “Untersuchungen über das Auftreten Gerauschen Beim Zugversch”, Ph.D. thesis, Technische Hochschule, Munchen, 1950, and Arkiv Für das Eisenhüttenwesen, Vol. 24, 1953, pp.43-45.
8. Pao, Yih-Hsing, “Theory of Acoustic Emission” AMD-Vol. 29, 1978, ASME Publication.
9. ASTM, “Acoustic Emission”, ASTM STP 505, 1972, American Society for Testing and Materials.
10. “Acoustic Emission”, Proc. of Acoustic Emission Conference in Bad Nanneim, West Germany, by Deutsche Gelsellschaft für Metallkunde E.V., April 1979 (English translation, 1980).
11. Schofield, B.H., “Acoustic Emission Under Applied Stress”, Report ARL-150, Aeronautical Research Laboratory, Office of Technical Services, U.S. Dept. of Commerce, Washington, DC, 1961.
12. Wang, K.K. and Nagappan, P., “Transient Temperature Distribution in Inertia Welding of Steels”, Welding Journal, Welding Research Supplement, September 1970, pp.419s-426s.
13. Liptai, R.G., Dunegan, H.L., and Tatro, G.A., “Acoustic Emission Generated during Phase Transformations in Metals and Alloys”, International Journal of Non-destructive Testing, Vol. 1, 1969, pp.213-221.
14. Speich, G.R. and Schwoeble, A.J., “Acoustic Emission during Phase Transformation in Steel”, ASTM STP 571, 1975, pp.40-58.