

유럽에서의 알루미나 시멘트의 研究動向

韓 基 成

〈仁荷大學校 工科大学・教授〉

1. 머리말

1990年 7月 9日부터 11日까지 3日間 英國의 London市 Queen Mary and West-field College, University of London에서 「Calcium Aluminous Cements」에 관한 國際 심포지엄이 개최된 바 있으며 韓國에서는 崔相紇, 宋泰雄教授와 함께 本人이 참석하여 「Activation of Hydraulic Properties of the Compound $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ 」란 題目的 論文을 발표하였다.

본 심포지엄은 알루미나 시멘트의 研究에 많은 貢獻을 한 Henry Midgley博士(1918-1988)를 記念하는 會議로서 이루어졌으며 이번 會議의 成果와 聲援에 힘입어 앞으로는 4年마다 定期的으로 심포지엄을 열기로 결정하였다. Midgley博士는 주로 Building Research Establishment에서 研究에 종사하였으며 다른 몇 大學과 研究所에서도 활동한 바 있다.

이번에 발표된 論文은 총 29편으로서 대부분이 英國과 프랑스人들에 의하여 발표되었고 기타 유럽 각국의 것이었으며 유럽 이외의 것은 2편에 불과하였다. 따라서 본 심포지엄에서 발표된 論文들을 중심으로 특수 시멘트에 속하는 알루미나 시멘트에 대한 유럽에서의 研究動向을 살펴보기로 한다.

알루미나 시멘트는 1909年 프랑스의 Bied가 처음으로 特許를 얻어 제조하게 되었으며 石灰石과 보오크사이트를 1:1의 비율로 調合하여 熔融함으로써 $\text{CaCO}_3 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 相의 클린커를 제

조하였다. 이 시멘트가 英國에 도입된 것은 1920年代였고 알루미나 시멘트의 速硬性과 耐火性이 높게 평가되어 전세계에 급속히 전파되었다. 특히 1960年代에는 프리캐스트 콘크리트에 速硬性이 利用되어 큰 호응을 얻게 되었으나 알루미나 시멘트를 적게 配合하거나 물-시멘트비를 높게 한 경우에 생긴 콘크리트의 劣化 때문에 큰 事故가 발생하여 1970年代에는 알루미나 시멘트의 構造材料로서의 사용이 再檢討되지 않으면 안되었다.

그러나 다른 면으로의 이용에 대한 研究와 開發이 진행되었고 특수 構造物, 土木工事 및 耐火材料 등에 速硬性, 耐化學性 및 耐火性 등의 特性이 활용되었다. 여러 나라에서 알루미나 시멘트의 特性에 대한 研究는 계속되었고 1982년에 1次세미나가 University of Turin에서 열린 바 있고 그 이후로도 많은 研究開發이 이루어져 오는 동안 Midgley博士는 알루미나 시멘트에 관한 論文만으로도 20편 이상을 발표하여 이 방면에 큰 공헌을 하였다.

이번 심포지엄에서는 主題를 7部分으로 나눈 바 이는 다음과 같다.

- ① 클린커
- ② 水和(微構造, 溫度의 영향 및 NMR의 사용)
- ③ 각종 混和劑의 영향
- ④ 각종 混和劑를 사용한 calcium aluminate의 水和反應 研究에서의 熱量計의 이용
- ⑤ 여러가지 환경하에서 고알루미나 시멘트

- 모르터 및 콘크리트의 耐久性
- ⑥ 混合시멘트系, 특히 알루미늄 시멘트와 고로슬래그의 混合시멘트 開發
- ⑦ 溫度 및 기타 여러가지 영향

2. 유럽에서의 고알루미나 시멘트의 研究動向

이번 심포지엄에서 발표된 論文들의 내용을 部門別로 간략히 기술하여 알루미늄 시멘트의 研究動向을 개관코자 한다.

PART I: CLINKER

1. Comparison of methods for quantitative determination of phases in high alumina cement clinker. F. P. Sorrentino (Lafarge Coppee Recherche, France).
2. Studies of the mineralogy of high alumina cement clinkers. F. P. Glasser, A. Sourie (University of Aberdeen, UK).
3. Effect of morphology on the hydration characteristics of high alumina cements. I. N. Chakraborty, S. Narayanan, D. Venkateswaran, S. K. Biswas, A. K. Chatterjee (The Associated Cement Cos Ltd, Thane, India).
4. High alumina cements based on calcium aluminate clinker with different phase compositions and sintering degrees. J. Sawkow (Institute of Refractory Materials, Gliwice, Poland).

工業用 알루미늄 시멘트 중의 CA, C₂AS, ferrite 등의 鑛物相을 分析, 測定하는 方法으로서 X線回折, 反射顯微鏡에 의한 計數法, 映像分析 및 SEM에 의한 電子光學分析法 등을 비교하였으며 짧은 時間에 비교적 精確한 結果를 얻는데는 SEM에 의한 電子光學分析方法이었다.

CA를 主鑛物相으로 하는 組成의 클린커에서 急冷을 하는 경우에는 CA鑛物의 生成 중에 Al³⁺ 대신 Fe³⁺의 固熔量이 증가하였고 이러한 변화

는 CA의 水和反應에 영향을 줄 것으로 보인다. 고알루미나 시멘트의 物性에 영향을 주는 要因으로서 化學組成, 燒成溫度, 燒成時間 등을 들 수 있으며 이들이 主相인 CA와 CA₂의 結晶成長과 水和特性에 미치는 영향에 대한 模型化의 가능성을 보여주고 있다.

PART II: HYDRATION

1. Microstructural development in pastes of a calcium aluminate cement. Karen L. Scrivener, H. F. W. Taylor (Department of Materials, Imperial College, London, UK).
2. Investigations of the composition of phases formed in low cement castables during hydration and after thermal treatment. W. Gessner, S. Mohmel (Central Institute of Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the GDR, Berlin, GDR). J. Kietere (Institute of Vebsket, Weimar, GDR) M. Hawecker (College of Architecture and Building Materials, Weimar, GDR).
3. Effect of temperature on setting time of calcium aluminate cements. Alain Campas (Lafarge Fondu International, Neuilly, France). Daniele Menetrier-Sorrentino (Lafarge Coppee Recherche, Viviers, France). Denis Damidot (Faculte des Sciences Mirande, Dijon, France).
4. The use of nuclear magnetic resonance (NMR) in the study of high alumina cement hydration. D. J. Greenslade, D. J. Williamson (University of Essex, Colchester, UK).
5. On the change of microstructure during the hydration of monocalcium aluminate at 20°C and 50°C. W. Gessner, R. Trettin, A. Rettel, D. Muller (Central Institute of Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the GDR, Berlin, GDR).

알루미나 시멘트를 5°C와 40°C에서 水和反應시킬 때 初期生成物은 다같이 CAH₁₀이었고 5°C 反應生成物인 CAH₁₀은 7일 이상 지속되었으나

40°C 生成物은 2~3 時間 후에 C_2AH_8 와 AH_3 를 生成한 후 C_3AH_6 와 AH_3 로 되었다.

18~30°C 범위에서 알루미늄 시멘트의 凝結 時間은 溫度가 높아짐에 따라 차츰 지연되나 30°C 이상에서는 다시 가속적으로 빨라진다. 이러한 영향은 C_2AH_8 의 核生成의 어려움 때문인 것이다. $C_{12}A_7$ 의 實驗에서는 C_2AH_8 核生成의 어려움이 없고 30°C에서라도 過飽和가 되면 거의 즉각적으로 沈澱을 한다.

시멘트의 水和에 대하여 NMR을 이용한 결과 종류가 다른 시멘트의 식별이 가능하였고 시멘트 鑛物에 따른 水和特性변화를 잘 나타냈다.

CA의 水和過程에서 反應速度를 달리 하였을 때의 水和特性은 CA 粒子를 둘러싼 反應膜으로 설명할 수 있을 것이다. 反應速度는 이들 被膜의 透過率에 영향을 받게 되며 被膜의 生成은 時間과 溫度에 따라 달라지는 組成의 변화, 轉移 및 結晶化 과정 등이 원인이 될 것이다.

PART III: ADMIXTURES

1. **The influence of superplasticising admixtures on cement fondu mortars.** S. M. Gill (Department of Engineering Science, Oxford University, Oxford, UK). P. F. G. Banfill (School of Architecture and Building Engineering, University of Liverpool, Liverpool, UK). E. El-Jazairi European Technical Products Division, Grade, Slough, UK).
2. **The effect of admixtures on the hydration of refractory calcium aluminate cements.** J. H. Sharp, S. M. Bushnell-Watson, D. R. Payne, P. A. Ward (School of Materials, University of Sheffield, Sheffield, UK).
3. **Properties of fresh mortars made with high alumina cement and admixtures for marine environment.** N. C. Baker, P. F. G. Banfill (School of Architecture and Building Engineering, Liverpool University, UK).

高流動化劑를 혼합한 알루미늄 시멘트의 모르타르 試片을 여러가지 溫度의 水中에서 養生하는

동안 超音波 펄스速度 (ultrasonic pulse velocity)와 壓縮強度와의 관계를 시험하였고 水和生成物을 조사하였다. 混和劑를 섞음으로써 水和過程이나 水和生成物의 형태를 변화시키지는 않았다. 強度低下에 많은 영향을 주는 것은 養生 溫度의 영향에 따른 CAH_{10} 과 C_2AH_8 의 C_3AH_6 로의 轉移인 것으로 나타났다.

각종 耐火用 알루미늄 시멘트의 凝結時間과 初期水和 生成物에 미치는 混和劑의 영향을 8~50°C 범위에서 시험하였는 바 citric acid는 모든 濃度와 溫度에서 凝結遲延劑로서 효과가 있었으나 양을 증가하였을 때 더 지연시키지는 않았다. Calgon ($Na_6(PO_3)_6$)는 凝結促進劑로 作用하였으나 여러 溫度에서의 作用은 매우 복잡하였다. $Ca(OH)_2$ 는 凝結을 촉진하였으며 쉽게 C_2AH_8 와 AH_3 를 생성하였다.

5°, 20°, 40°에서의 알루미늄 시멘트의 모르타르 試片을 人工海水를 사용하여 제작하였으며 混和劑로서는 凝結促進劑, 高流動化劑, 耐流失劑, 空氣連行劑, 防水劑, EVA 分散劑 등을 사용하여 凝結時間, workability, 耐流失 特性 등을 시험하였다. 5°C와 40°C에서의 凝結時間은 20°C에서보다 빨랐으며 특히 EVA를 혼합하였을 때는 凝結時間이 지연되었다. workability의 변동은 별로 없었으나 耐流失劑를 섞을 때는 固化性과 粘着性이 컸으며 耐流失 特性은 낮은 溫度에서 양호한 편이었다.

PART IV: CALORIMENTRY

1. **Role of foreign cations in solution in the hydration kinetics of high alumina cement.** M. Murat, El. H. Sadok (Institut National des Sciences Appliquees de Lyon, Villeurbanne, France).
2. **Calorimetric studies on high alumina cement in the presence of chloride, sulphate and seawater solutions.** D. L. Griffiths, A. N. F. Al-Qaser (Department of Chemistry, University of Salford, Salford, UK). R. J. Mangabhai (The Technology Ltd. R & D Center, UK).

알루미늄 시멘트의 水和反應을 傳導型 熱量

計를 사용하여 研究하였다. 순수한 CA와 高알루미나 시멘트의 水和에서 Z/r (Z : 電荷, r : 이온 半徑)가 2.5 \AA^{-1} 이상인 다른 陽이온들은 核生成 反應의 特性을 變化시켜 金屬水酸化物 특히 Li와 Na 이온의 알미늄 水和物을 生成한다. 이러한 현상은 核生成速度를 증가시키고 CA와 HAC의 水和反應이 C_3S 나 포틀랜드 시멘트와 아주 다르다는 것을 나타내었다.

高알루미나 시멘트를 여러 溫度에서 $W/C = 0.4$ 로 水和시킬 때 鹽化物, 黃酸鹽, 海水 溶液 등을 첨가하여 發熱曲線의 최고 값에 이르는 速度와 時間을 比較하였으며 15°C 와 40°C 일 때보다 30°C 일 때가 가장 늦게 나타났다. 모든 鹽化物 중에서 가장 흥미있는 일은 포틀랜드 시멘트에서 水和 促進劑로 알려진 CaCl_2 가 HAC의 水和를 지연시킨다는 점이다. 黃酸鹽 중에서는 MgSO_4 가 Na_2SO_4 나 K_2SO_4 보다 크게 水和를 촉진시켰다. 海水溶液은 다른 어떤 溶液보다도 모든 溫度에서의 發熱速度에 큰 영향을 주었다.

PART V: DURABILITY

1. **Manufacture and performance of aluminous cement: A New perspective.** C. M. George (Lafarge Calcium Aluminates, Chesapeake, Virginia, USA).
2. **Long-term performance of high alumina cement concrete in sulphate-bearing environments.** N. J. Crammond (Building Research Establishment, Watford, UK).
3. **Behaviour of high alumina cement in chloride solutions.** W. Kurdowski, L. Taczuk, B. Trybalska (University of Mining and Metallurgy, Cracow, Poland).
4. **Acidic corrosion of high alumina cement.** J. P. Bayoux, J. P. Letourneux, S. Marc-dargent (Lafarge Coppee Recherche, Viviers, France). M. Verschaeve (Lafarge Fondu International, Neuilly-sur-Seine, France).
5. **The effect of limestone fillers on sulphate resistance of high alumina cement composites.** Wojciech G. Piasta (The Technical University of Kielce, Poland).

C. M. George는 알루미나 시멘트에 대한 전반적인 製造方法, 性能의 새로운 展望에 대하여 발표하였다. 熔融에 의한 製造方法은 원칙적으로 80年 전부터 변치않고 있으며 오늘날에는 대규모의 連續工程化되어 있다. 이 工程은 均質性의 觀點에서 유리하고 系統的이고 엄격한 관리를 함으로써 일정한 신뢰성 있는 製品을 생산할 수 있다. 水和에 대한 物理-化學的 model로서 시멘트 페이스트의 氣孔率에 대한 W/C 와 轉移現象을 定量的으로 추정할 수 있게 하였다. 또한 알루미나 시멘트의 실제적인 이용에서 일반적으로 권장되고 있는 W/C 의 제한값 0.4의 정당성과 모르터와 콘크리트의 強度와 耐久性과도 밀접한 관계가 있었다.

黃酸鹽분이 많은 땅속에 15年 동안 묻어 둔 高알루미나 콘크리트는 양호한 耐久性を 나타내었다. HAC 콘크리트의 黃酸鹽에 대한 耐久性是 減水 混和劑를 사용함으로써 더욱 향상되었다.

NaCl , MgCl_2 , CaCl_2 溶液 중에서 HAC의 耐久性を 시험한 바에 의하면 HAC 페이스트가 처음 1개월 내에는 빠른 수축이 있었으나 그 뒤에는 安定化 되었으며 전체적인 수축은 적은 편이었다. 동시에 試片의 표면에는 아주 치밀한 층이 形成되었고 페이스트내에 아주 다른 층이 나타나기도 하였다. 치밀한 층에는 $\text{Al}(\text{OH})_3$ gel의 再結晶이 일어났고 많은 양의 Friedel 鹽이 生成되었다. 이 바깥 층은 아주 제한된 두께였으며 매우 낮은 氣孔率 때문에 이온의 이동을 방해하고 높은 強度를 나타내었다.

酸性 분위기에 있어서의 HAC 모르터나 콘크리트의 부식현상은 水和物이나 骨材 등의 分解 때문에 일어나게 된다. 酸의 濃度, 생성된 鹽의 分解性 등이 많은 要因이 되며 HAC는 비교적 좋은 결과를 나타내었다.

常溫에 있어서 HAC에 石灰石을 充填材로 사용할 때 耐久性を 향상시켰다. 이것은 주로 安定性 알루미산칼슘鹽을 生成하기 때문이다. 이때 轉移가 상당히 제한되었으나 비교적 높은 溫度($30 \sim 40^\circ\text{C}$)에서는 바람직하지 못한 相變化 때문에 역시 위험성이 있을 것이다.

PART VI: BLENDED SYSTEMS

1. **Hydration of calcium aluminates in presence of granulated blastfurnace slag.** A. J. Majumdar, R. N. Edmonds, B. Singh (Building Research Establishment, Watford, UK).
2. **The effect of curing conditions on the hydration and strength development in fondu: slag.** C. H. Fentiman, S. Rashid (Lafarge Special Cements, West Thurrock, Grays, Essex, UK). J. P. Bayoux, A. Bonin, M. Testud (Lafarge Coppee Recherche, Viviers, France).
3. **The microstructure of blastfurnace slag/high alumina cement pastes.** I. G. Richardson, G. W. Groves (Department of Materials, University of Oxford, Oxford, UK).
4. **Effects of microsilica on conversion of high alumina cement.** S. Bentsen, A. Seltveit (Norwegian Institute of Technology, Trondheim, Norway). B. Sandberg (Elkem Materials A/S, Kristiansand, Norway).
5. **Study of the hydration properties of aluminous cement and calcium sulphate mixes.** J. P. Bayoux, A. Bonin, S. Marcdargent (Lafarge Coppee Recherche, Viviers, France). M. Verschaeve (Lafarge Fondu International, Neuilly-sur-Seine, France).
6. **Ettringite-based cements.** S. A. Brooks (Pozament Ltd., Burton-on-Trent, UK). J. H. Sharp University of Sheffield, UK).

CA와 HAC의 水和反應 研究에서 50%의 고로슬래그 粉末을 혼합하였을 때 stratlingite(C_2ASH_8)의 生成으로 高温, 多濕條件下에서의 強度저하를 저지하는 유리한 효과를 나타내었다. 즉 고로슬래그 粉末이 溶液 中の Ca을 희석시켜 C_2AH_8 와 C_3AH_6 의 生成을 방해하기 때문이다. 알루미늄 시멘트의 發熱速度 特性은 슬래그를 첨가함에 따라 변화하고 시멘트의 表面積이 커지면 그에 따라 빨리 나타난다.

高爐슬래그를 알루미늄 시멘트와 혼합한 水

和反應에서는 gehlenite의 水和物相(C_2ASH_8)이 生成되고 이것이 CAH_{10} 과 C_2AH_8 의 바람직하지 못한 轉移에 따른 安定한 C_3AH_6 의 生成을 제한한다. 이때 生成되는 gel 상의 微構造를 究明하였다.

高알루미늄시멘트에 microsilica를 혼합하여 $W/C=0.5$ 로 水和시킬 때 溫度에 따른 主要生成物의 차이를 보여주었다.

0 ~ 20°C	CAH_{10}
20 ~ 70°C	C_2ASH_8
70 ~ 100°C	C_3AH_6

알루미늄 시멘트와 二水石膏, 半水石膏, 無水石膏 등의 黃酸칼슘을 각각 혼합한 水和反應에서는 항상 calcium sulpho-aluminate가 生成되었으며 그 형태나 機械的 強度는 혼합하는 石膏의 종류에 따라 다르게 나타났다. 無水石膏의 혼합이 가장 높은 強度를 나타냈고 半水石膏는 알루미늄 시멘트의 수축을 감소시켰으나 많은 양을 사용하였을 때는 龜裂現象을 보여주었다.

Ettringite는 黃酸鹽에 침식되는 성질 때문에 시멘트 硬化體 안에서는 종종 바람직하지 못한 成分으로 간주되고 있다. 그러나 한편 시멘트物質의 여러 分野에서 構造材料의 成分으로 오래 동안 사용되어 오고 있다. 특히 鑛業에 있어서 ettringite를 기초로한 시멘트가 이용되고 있다. 알루미늄 시멘트, 石膏, 石灰 등을 혼합하여 水和과정 中에 ettringite를 生成케 함으로써 速硬性을 유발시키고 長時間 安定된 슬러리를 얻어 먼거리까지 파이프 輸送을 할 수 있으며 粉炭이나 廢石 등이 骨材로 작용하므로 鑛山시멘트로서 이용한다.

PART VII: MISCELLANEOUS

1. **Effects of autoclaving on the strength of hardened calcium aluminate cements.** A. Sarandily (Jubb & Partners, Consulting Civil & Structural Engineers, London, UK). R. Baggott (Department of Civil Engineering, University of Salford, Salford, UK).
2. **Effect of temperature rise on properties of high alumina cement grout.** S. A. Jefferis

(Queen Mary and Westfield College, University of London, UK). R. J. Mangabhai (The Technology Ltd., R & D Center, Rickmansworth, UK).

3. **Activation of hydraulic properties of the compound $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$.** T. W. Song, S. H. Choi, K. S. Han (Inha University, Incheon, Korea).

알루미나 시멘트를 autoclave로 處理한 결과와 常溫에서 養生한 경우의 韌強度를 比較한 바로는 常溫 養生한 것에서는 水和 生成物의 轉移에 따른 심한 미세 龜裂이 발생하였고 180°C 이상으로 高溫 處理한 것에서는 아주 높은 強度와 함께 미세 龜裂을 제거할 수 있었다.

W/C=0.4의 알루미나 시멘트 grout를 鐵製 및 PVC製 몰드에 주입하였을 때 水和하는 동안의 溫度上昇과 強度關係를 시험하였다. 鐵製 몰드의 경우 常溫에서는 溫度가 100°C 이상까지 올라갔고 8°C의 水中에서는 23°C까지 올라갔다. 強度는 8°C의 水中에서 水和하였을 때 높은 速硬性을 나타내었으나 常溫에서는 상당한 強度저하를 볼 수 있었다. PVC 몰드의 경우에는 常溫과 8°C의 水中에서 다같이 135°C 이상까지 溫度가 올라가 PVC는 상당한 斷熱作用을 하였으며 grout용 몰드로서는 부적당함을 보여주었다.

마지막 論文은 本人 등이 발표한 것으로서 재래식 高알루미나 시멘트 클린커의 燒成方法을 개량함으로써 水和性이 매우 낮은 CA_2 鑛物의 活性化를 위한 것이다. 水和-燒成法이라고 불리는 이 방법은 原料調合物을 1次燒성한 후 水和를 시킨 硬化體는 多孔性이 큰 微構造를 하고 있으므로 1,300°C 정도의 비교적 낮은 溫度로 燒성한 클린커도 比表面積이 큰 微構造를 하고 있어 水和 反應性이 매우 높아 速硬性 強度發現도 우수함을 알았다. 水和 生成物도 水和 初期부터 많은 AH_3 가 生成되어 轉移에 따른 強度低下 原因이 많이 安定될 것으로 생각한다.

3. 맺 음 말

이번 國際 알루미나 시멘트 심포지엄은 世界的인 알루미나 시멘트 製造會社인 프랑스의 Lafarge Alumious Cement Co.의 財政인 後援으로 이루어진 것이었고 각 大學, 研究所 등에서 研究에 사용된 材料도 일반 構造用의 Lafarge Fondu와 耐火物用의 Secar 51, Secar 71 및 Secar 80 등이 대부분이었고 Lafarge로부터 原料 및 試料의 제공과 研究費의 供與로 이루어진 研究도 상당수 있었다.

원래 유럽이 學問과 技術의 發祥지로서 先進國으로서의 면모를 굳건히 이어가고 있지만 극히 제한된 사용에 머물러 있는 특수시멘트인 알루미나 시멘트에 대하여 이와 같이 여러 分野의 사람들이 폭넓게 깊이 研究를 하고 있다는데 새삼 감탄하지 않을 수 없었다.

發表에 있어서도 20分間의 성의있는 發表와 10分間의 열띤 討論으로 發表場의 분위기는 활기에 넘쳐 있었다. 大學의 教授 研究所의 研究員, 産業體의 技術者들이 혼연일체가 되어 한가지 主題에 매달려 3일 동안 진지한 討論場을 형성할 수 있는 것은 그만큼 각자가 學問研究와 技術開發에 대한 기반이 단단하게 구축되어 있기 때문인 것으로 생각된다.

물론 우리나라의 알루미나 시멘트에 대한 研究와 技術의 층은 얇고 가장 중요한 알루미나의 原料조차 産出되고 있지않아 많은 어려움이 있다. 또한 構築用으로의 사용은 엄두도 못내고 耐火物用으로의 이용에 치중하고 있는 현실이다. 貿易自由化로 外國의 값싼 물건이 물려들어 우리의 産業을 위협하고 있다. 이것을 克服할 수 있는 길은 역시 우리가 단결하여 産學이 굳게 손잡고 공동의 目標을 향해 노력하는 길 외에는 도리가 없을 것이다.

우리의 심포지엄도 이제 18회를 맞이하게 되었는데 바 그동안 많은 進展이 있었다고는 하나 아직도 미숙된 단계에서 제자리 걸음을 하고 있는 현실을 反省하지 않을 수가 없다. 눈부시게 발전해가는 世界의 隊列에 뒤지지 않고 앞장서 가기 위해서는 새로운 意慾과 努力과 忍耐로서 우리 앞에 놓여있는 난관을 극복해 나가길 바라 하지 않는다.