

흙세멘트의 鋪裝 및 石炭灰세멘트에 關한 研究

建設部 國立建設研究所

< 內 容 >

- | | |
|------------------------------|----------------------|
| 一. 緒 言 | 三. 石炭灰研究 |
| 二. 흙세멘트(Soil-Cement) 鋪裝研究 | 1. 石炭灰(Fly-Ash) |
| 1. 흙세멘트(Soil-Cement) | 2. FlyAsh Cement의 效果 |
| 2. 우리나라 道路용은 Soil-Cement에 適合 | 3. 外國에서 의 使用実績 |
| 3. 經濟性 | 4. 우리나라에서 의 使用展望 |
| 4. 結 論 | 5. 經濟性 |

一. 緒 言

經濟開發五個年計劃의 效率的인 遂行만이 國家再建의 至上課題인 오늘날 그의 基礎를 擔當하는 建設部로서의 第1次的인 課題는 建設工事의 經濟性과 構造物의 耐久性을 높이는 問題라 할 수 있다.

이에 對한 對策으로서 當建設研究所가 마땅히 遂行해야할 業務는 1. 各種 建設材料의 規格 標準化와 아울러 試驗法等의 制定으로서 材料의 品質管理와 標準示方書의 制定에 依한 工事管理의 質的向上을 圖謀하며

2. 先進各國의 새로운 理論과 合理的인 技術을 導入하여 보다 經濟的이고 耐久的인 工法을 提示하는데 있다.

即 材料의 標準化 施工의 基準 確立으로서 建設工事의 經濟性과 質的向上의 基礎를 構築하고 새로운 理論에 依한 工法改良으로서 飛躍的인 效果를 거두고져 하였든 것이다.

1項을 爲한 即 基礎構築을 爲한 62.63年度의 努力은

試驗法制定 127種

材料示方書制定 88種

工事標準示方書制定 7種

에서 보는 바와같이 計劃대로 進行되었으며 또 多少의 成果도 있을 것으로 自負하고도 싶다. 그러나 이러한 事業은 어디까지나 原則的인 問題이므로 그의 效果 亦是 大局的이고 長期的인 것으로서 即刻的인 示顯은 어려운 것으로 생각된다. 即刻的이고 數量的인 效果의 示顯은 2項의 應用分野 即 工法改良으로서 期待할 수 있는 問題였으나 先基礎, 後應用的 事業原則에 따라 當研究所로서는 62, 63年度에 있어서는 基礎部門 即 原則 樹立에 注力하는 한편 다음의 應用分野 即 工法改良을 爲한 資料蒐集, 課題選擇, 또 이에對한 準備를 하였었다.

當面課題로서는 大量的인 콘크리트工事に 對備하여 이의 經濟的인 效果와 構造物의 質的向上을 爲하여 先進外國에서 이미 使用하고 있는 씨멘트 混合濟의 使用法の 確立으로서 外國에서 輸入하고 있는 포조리스 (Pozzolith), 리사폴 (Lissapol.N.)의 使用를 抑制하고 國內에서 容易하게 入手할 수 있는 濟州島의 火山灰와 各火力發電所의 燻인 石炭灰를 이에 代用하여 使用하고자 그의 適性試驗을 할것과 近來 盛行하는 애스팔트 및 콘크리트等의 高級鋪裝을 止揚하고 보다 低廉한 흙 씨멘트 (Soil-Cement)鋪裝으로 代替코자 그의 適性試驗 및 試驗鋪裝을 하고자 하는 것이다.

이들은 모두 當研究所의 創意가 아니고 先進外國에서는 오래前부터 施行되어온 工法으로서 이제 우리나라에서 論議됨을 晩時之

嘆만만 아니라 土木技術者로서 面目이 없는 일이기도 하나 이 제라도 果敢히 實踐하는것만이 우리 建設事業의 後進性を 克服하는길이라 確信한다。

二. 흙, 세멘트 (Soil- Cement) 鋪裝研究

1. 흙, 세멘트 (Soil- Cement)

普通흙에 세멘트를 섞고 물을 加해 混合하면 一般으로 콘크리트와 같이 굳어 진다. 이것이 Soil- Cement 이다。

이것은 普通道路鋪裝체로 가장 많이 利用되며 停車場 排水溝 흙땀의 코아 (心壁) 等에도 使用된다。

1935年 美國에서 처음 道路鋪裝으로 施工된 以後 本格的으로 道路鋪裝에 採用되어 오늘에 이르고 있다。

美國, 英國, 獨逸等 歐美諸國에서는 벌써부터 政府研究所 其他의 機關에 依해 Soil- Cement 의 設計, 施工管理의 基準을 明確히 規定하고 있으며 數千萬平方야드의 Soil- Cement 道路鋪裝이 完成되어 있다。

隣近 日本만 해도 1950年頃 부터 研究 및 施工이 實施되고 있다。

이런 現象은 Soil- Cement 鋪裝이 道路用材料로서의 흙의 種類와 어떤 地域的인 條件에 따라서는 아주 값싸게 그리고 簡便하게 短時日에 施工되는 利點이 있기 때문이다。

2. 우리나라 道路흙은 Soil- Cement에 適合

美國道路研究委員會 (Highway Research Board) 에서 發表한

Soil-Cement로서 「經濟적으로 安定處理될수 있는 흙의 範圍」
는 다음과 같다.

粒度分布의 範圍		塑性試驗의 範圍	
最大粒径	75 mm	液性限界 LL	< 40%
5 ^{mm} 체 통과량	> 50%	塑性指數 PI	< 18%
0.42 ^{mm} "	> 15 "		
0.074 ^{mm} "	< 50 "		

過去 3年間 우리 研究所에서 實施한 全國 道路路盤調查結果에서
보면 濟州道를 除外한 우리나라 現道路表層 흙의 95%는 이 範
圍內에 든다.

3. 經濟性

別表 1 單價對照表에서 보든바와 같이 Soil-Cement 鋪裝은
Asphalt 鋪裝에 비해 40%의 豫算으로 施工된다. 또한 Asp-
halt는 國內生産이 없는데 비해 別表 2 5個年計劃에서의 세멘
트需給豫想量을 보면 65年度부터는 세멘트國內供給量이 需裝量을
上廻하게 된다.

4. 結 論

現在 우리나라에서는 Asphalt는 한방울도 生産되지 않음에도
不拘하고 道路鋪裝하면 Asphalt 鋪裝을 聯想할 程度로 Asphalt
鋪裝一貫主義로 나가고 있다.

이것은 새로운 材料의 使用이나 工法에는 自信이 없다는 技術
的인 後進性에서 오는 結果이며 모든 工事は "값싸게 든다. 하게"

만들어야 한다는 近代技術理念을 無視한 어디까지나 安易한 생각이다.

以上 各項에서 檢討한바와 같이 우리는 Soil-Cement 鋪裝에 있어서는 經濟的으로 아주 有利한 條件을 갖추고 있다.

歐美各國에서 約30年前부터 研究 施工되어온 Soil-Cement를 이제 와서 研究 및 適性試驗을 計劃한다는 것은 늦은 感이 없지 않으나 如何間 이런 經濟的인 새로운 工法을 導入 研究發展시켜 國家經濟政策에 이바지 하는 것 만이 우리 建設研究所의 至上課題가 아닌가 생각한다.

別 表 1

Soil-Cement 鋪裝과 Asphalt 鋪裝과의 單價
(6.3m 幅 1 k m) 比較表

使 用 別	Soil-Cement 鋪裝	Asphalt 鋪裝
세 멘 트	640,000 원	— 원
애 스 팔 트	16,400	473,000
활 재	16,000	533,000
기 계	210,600	494,000
노 인 및 기 타	106,000	970,000
計	989,000	2,470,000

但 Asphalt 鋪裝單價는 現各國土建設局에서 施工되는 平均的인 單價이며 Soil-Cement 鋪裝單價는 美國 P.C.A.에서 發行한 Cost Estimate Form for Soil-Cement Construction 에 의해 略算된 것임

三. 石炭灰研究

1. 石炭灰 (Fly-Ash)

石炭灰 (Fly.Ash) 는 微粉炭을 燃燒할 때 생기는 瓦斯에서 集塵하는 炭灰를 말하여 이것을 세멘트와 혼합한 것을 Fly Ash Cement라고 한다.

現在, 唐人里, 馬山, 寧越, 三陟의 各火力發電所에서 生産되는 推算量은 年 30,000T (韓電의 火力發電所 增設計劃에 依하면 64年度부터는 2倍生産) 이나 우리나라에서는 每年 이로 因한 人家 및 農作物에의 被害로 物議를 일으키고 있으나 美國에서는 1948年度부터 大規模로 塹工事に 使用하고 있으며 歐美 各國은 勿論 日本에서도 近年에 와서 많이 使用하고 있다.

2. FlyAsh Cement의 効果

- 1) Cement의 節約으로 콘크리트의 單價가 低廉하게 된다. 特히 塹 콘크리트에 있어서는 冷却의 效果가 크므로 結果적으로 11~20%의 經費節約을 期할 수 있다.
 - 2) 콘크리트의 流動性이 增大하므로 施工이 容易하며
 - 3) 透水性의 減少 耐久性의 增大는 勿論
 - 4) 酸, 알카리, 鹽類等의 化學的 浸蝕에 對한 抵抗力의 增大 및 磨耗, 風化에 對한 抵抗力의 增大
 - 5) 容積變化 및 水和熱의 減少
 - 6) 長期強度의 增加等을 들수 있으나
- 무엇보다도 材料費의 節約 콘크리트의 耐久性의 向上에 依한 維持費의 輕減에서 오는 經濟性이 가장 크다.

用途別 効果와 經濟性을 보면 다음表와 같다.

用 度	效 果	混合比率(%)
Dam 工 事	Cement 節約, 冷却費節約 施工軟度の 改善等	10~30
道 路 工 事	膨脹收縮의 低下 Cement의 節約	10~20
港 灣 工 事	耐鹽性의 增加 Cement의 節約	10~20
下 水 工 事	Cement의 節約 化學的抵抗性增加	10~20
Concrete 二次製品	Cement의 節約 外觀上美化	10~20
一 般 建 築 工 事	Cement의 節約 地下工事의 防水의 役割, 輕量骨材 Concrete 의 流動性 改善	10~15

3. 外國에서의 使用實績

日本에서의 混合세멘트(大部分 Fly Ash Cement) 의 使用實績을 보면 다음 表에서와 같이 年年增加一路에 있음은 混合세멘트가 經濟的임을 立証하는 것일 것이다.

年 度 別	포트랜드세멘트(普通세멘트)	混合세멘트
1955	96%	4%
1956	95 "	5 "
1957	94 "	6 "
1958	91 "	9 "
1959	89 "	11 "
1960	89 "	11 "
1961	87 "	13 "
1962	87 "	13 "

(6.2年度 포트랜드.세멘트(普通세멘트) 2,390万吨
混合세멘트 126 ")

4. 우리나라에서의 使用展望

現在 우리나라의 各火力發電所에서의 石炭灰生産推算量은 다음表에서와 같이 約 30,000 t 이나 韓電計劃에 依하면 64年度부터는 三陟, 寧越, 釜山에 火力發電所가 增設되므로 約 60,000t 以上の 石炭灰가 生産될것이다.

發 電 所	容 量 KW	石炭灰推算量 t/年
唐 入 里 # 3	25,000	3,600
三 陟 # 1	25,000	3,600
馬 山 # 1 # 2	50,000	7,200
寧 越	100,000	17,700
計	200,000	32,100

한편 이러한 大量의 石炭灰는 그대로 煙突에서 飛散하도록 放置되어 있으므로 火力發電所 隣近의 人家 및 農作物에 미치는 被害는 發電所當局의 頭痛의 對象으로 되어있어 이의 解決策으로서 馬山火力發電기에서와 煙突에서 飛散하는 微粒子(即 石炭灰)를 集塵코져 그의 裝置를 施設中에 있다. 그러나 이것은 어찌까지나 石炭灰의 被害를 防止하고자 하는 目的 分인것으로서 石炭灰를 集塵하여 有用하게 使用하고자 하는 高次的인 目的은 아닌것이다. 이것 亦是 우리나라에 石炭灰使用에 對한 知識의 缺知는 勿論 適性試驗의 Data 가 없었든 所致로서 國家的으로 너무도 非生産的이고 非效果的인 投資라 할것이다. 이러한 면에서도 石炭灰의 研究는 一石二鳥의 效果를 가져 올것으로 생각된다

한편 大量 콘크리트를 使用中인 春川, 蟾津江 等の 댐工事に 있어서도 混合콘크리트使用의 必要性을 切實히 認識하면서도 아직

使用 못하고 있음은 使用의 基礎資料인 適性試驗의 Data 가 없
는 까닭이다.

當研究所로서는 63年度에 各火力發電所의 煙道에서의 試料採
取에 成功하여 現在 그의 品質試驗을 進行하고 있으므로 64
年度에 있어서는 이의 大量集塵의 方案과 工事に 있어서는 適
性試驗만 遂行되면 우리나라에서의 石炭灰使用의 展望도 세워질
것으로 期待된다.

5. 經濟性

混合劑를 使用하였을 때의 콘크리트의 經濟性은 아직 우리나
라에서는 檢討된바 없으나 外國에서의 使用結果를 分析해 보면
그 經濟性은 刮目할 만한 것이며 其中의 一種인 Pozzolith
를 使用하였을 때의 經濟性을 例示하면 別表 3, 4 와 같다.

別表 3

콘크리트/M³에 對한 資材費節約對比 (No 8의 境遇基準)

"포소리스"를 使用하지 않는 境遇	"포소리스"를 使用하는 境遇
I. 量的面 세멘트 所妥量 324Kg	292kg(使用 しない 境遇의 10% 即 32Kg 節約
	포소리스 所妥量 $292 \times 0.25\% = 0.73 \text{Kg}$ (註 0.25%는 세멘트 重量에 對한 量比)
II. 價格面 세멘트 3원80전/Kg × 324Kg = 1,231원20전	세멘트 3원80전/Kg × 292Kg = 1,109 원60전, 포소리스
(A)	(\$780/m ³ × 0.73Kg) × 130원/\$ = 74원02전
	1.109원60전 + 74원02전 = <u>1.183원62전</u> (B)

對比: $\frac{1,231원20전}{(A)} - \frac{1,183원62전}{(B)} = 47원58전$ 節約

註: 1. 이計算에서의 세멘트代는 告示價格을 基準으로 할것임

別表 4

세멘트 10萬屯에對한資材費節約對比 (No8의 境遇基準)

"포소리스"를 사용하지 않는 境遇	"포소리스"를 사용하는 境遇
I. 量的面	세멘트 90,000MT (10% 節減)
세멘트 100,000MT	포소리스 所妥量 $90,000 \text{ MT} \times 0.25 = 22,500 \text{ MT}$
II. 價格面	세멘트 $3,800 \text{ 원} \times 90,000 \text{ MT} = 342,000,000 \text{ 원}$
세멘트 $3,800 \text{ 원} \times 100,000 \text{ MT} = 380,000,000 \text{ 원}$	포소리스 $(3,780 \times 22,500) \times 130 \text{ 원} = 22,815,000 \text{ 원}$
(A)	342,000,000 + 22,815,000 원 = 364,815,000 원 (B)

對比: $380,000,000 \text{ 원} - 364,815,000 \text{ 원} = 15,185,000 \text{ 원}$ 節約
 (A) (B)

四. 火山灰研究

天然 Pozzolan으로서 가장 有望한 材料로 알려진 火山灰는 우리나라에서는 濟州島가 唯一한 資源이나 그의 埋藏量은 推算은 못하나 우리나라 需要는 充足시킬수 있을것이라 생각된다.

세멘트 混合劑로서는 石炭灰와 原理的으로 거의 同一한 作用을 하나 特히 長期強度의 增加, 水和熱의 分散, 세멘트의 節約等의 特徵이 크다. 火山灰產地로 有名한 伊太利 日本等地에서는 세멘트 混合劑로서 오래前부터 使用해왔으나 아직 우리나라 濟州島의 火山灰는 未開拓의 處女地였으므로 當研究所에서는 63年度부터 濟州

島에서 試料를 採取하여 品質試驗을 進行中에 있다。

火山灰 亦是 實用段階에 들어 가려면 適性試驗을 거쳐야 하므로 64年度에서는 完結되는 問題인 것이다。