

高速道路에 있어서의 콘크리트 鋪裝

—東北高速自動車道 矢板~白河間—

渡 邊 孝 雄*

정 윤 택 譯

<建設部道路計劃官室 근무>

- 編輯者 註: 高速道路로서는 日本에서 처음으로 콘크리트 鋪裝이 計劃·施工되어 昨年末에 開通 되었다. 從來의 콘크리트 道路鋪裝의 規模가 커 진데 不過하나 여러 가지 어려운 點이 많았다.
- * 여기 이들이 直面했던 問題點을 中心으로 工事 報告가 日本「시멘트 콘크리트」誌 75年 1月號 에 게재된 바 이를 번역 轉載한다.

1. 工事概要

工事區間은 東北道 矢板 인터체인지에서 白河 까지의 48.1 km 이다(<그림-1>). 이를 3個 工區로 나누어 施工하였다. 各工區의 工事量을 <表-1>에, 標準橫斷面圖를 <그림-2>에 表示 하였다.

本工事의 特色은 슬래브(slab) 두께 30 cm, 施工幅 8.5 m의 2層施工을 全面的으로 採擇한 것으로 <그림-3>에 表示한 大規模 機械編成이란 點에 있을 것이다. 또한 路盤에 있어서 시멘트 安定處理 工法을 採擇하여 이의 鋪設, 轉壓에 大型

* 日本道路公團 東京第一建設局 建設第二部 技術第二課長代理

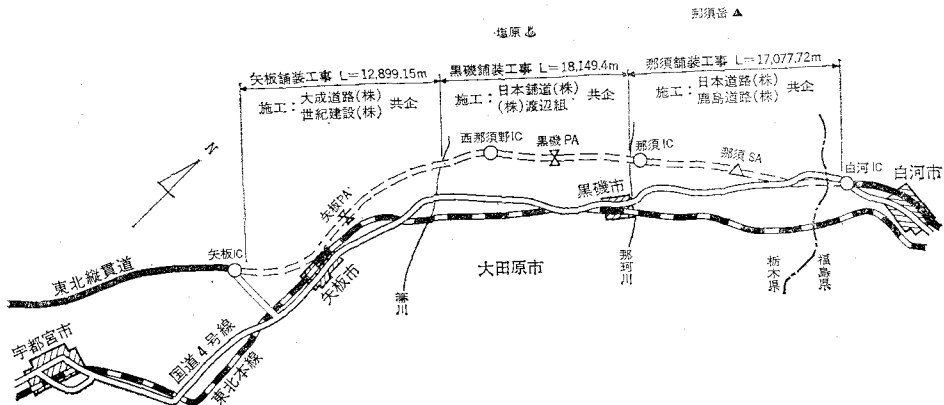
機種을 사용한 것 등을 들 수 있다.

2. 路 盤

셋폼에 의한 콘크리트 鋪裝에 있어서 路盤이 갖추어야 할 點은 ①所定の 強度가 얻어질 것 ②平坦性 특히 거푸집 設置位置의 平坦性 確保를 들 수 있다. 그러므로 위와 같은 點에 留意하여 施工하였다.

(1) 使用材料와 配合

使用한 材料는 막부순 돌(0~30 mm)과 산모래 이고 시멘트는 高爐 시멘트 B種을 使用하였다. 이들의 粒度와 그 合成粒度를 <그림-4>에 表示하였다. 이것은 黑磯工區의 例로서 여기서는 산모래와 부순 돌의 混合比가 65:35로 되어 있다. 他

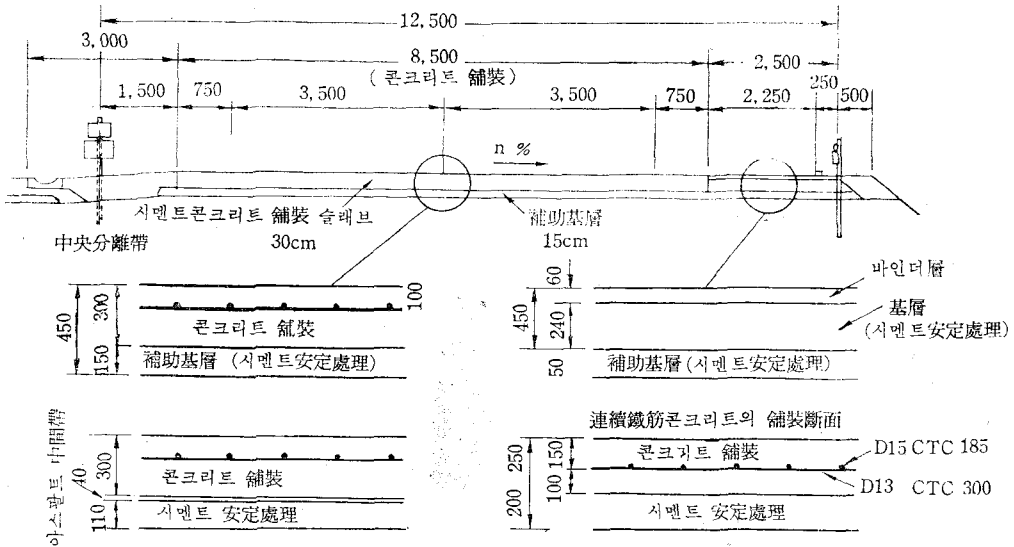


<그림-1> 東北縱貫道 矢板-白河間 路線圖

<表-1>

各工區工事量

路線名	東北縦貫自動車道川口青森線		
	東北高速道路矢板鋪裝(其2)工事	東北高速道路黒磯鋪裝工事	東北高速道路那須鋪裝工事
工期	1973年7月17日~1974年10月9日	1973年7月18日~1974年10月30日	1973年7月18日~1974年12月15日
施工内容	總延長 12,899.15m 道路延長 12,733.05m 橋梁延長 166.10m (5個所)	總延長 18,149.40m 道路延長 17,453.28m 橋梁延長 696.12m (5個所)	總延長 17,077.72m 道路延長 16,527.13m 橋梁延長 550.59m (5個所)
主要工種			
補助基層工	310,966m ²	445,465m ²	460,332m ²
基層工	시멘트安定處理工 82,517m ²	시멘트安定處理工 92,054m ² 아스팔트安定處理工 10,750 t	시멘트安定處理工 120,010m ² 아스팔트安定處理工 21,226 t
시멘트콘크리트鋪裝슬래브工	210,668m ²	282,570m ²	272,487m ²
아스팔트콘크리트表層工	바인더層 11,450 t	바인더層 17,700 t	바인더層 22,784 t
	表層 3,770 t	表層 6,620 t	表層 9,924 t
	中間層 2,040 t	中間層 7,060 t	中間層 7,368 t
支給材	鋪裝用시멘트(日本시멘트) 21,640 t 高爐시멘트(日本시멘트) 3,500 t	鋪裝用시멘트(秩父시멘트) 29,982 t 高爐시멘트(秩父시멘트) 4,716 t	鋪裝用시멘트(住友시멘트) 28,412 t 高爐시멘트(宇部興産) 4,944 t



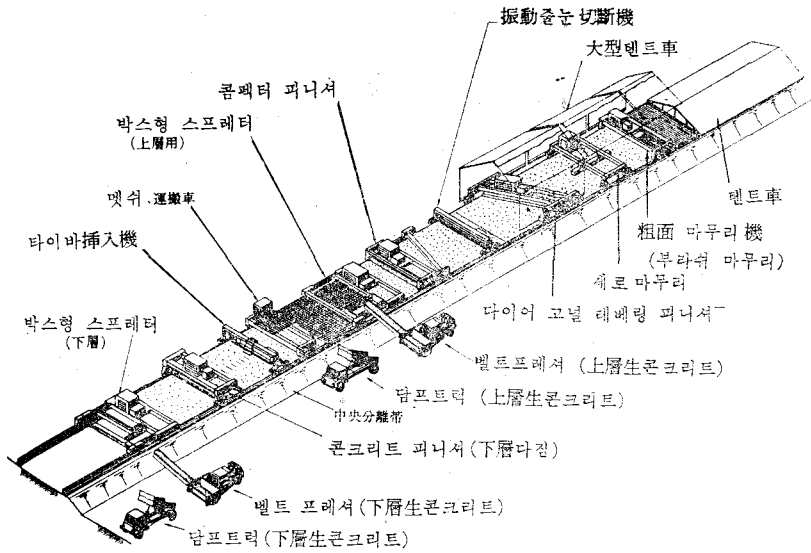
<그림-2> 鋪裝斷面圖

工區에서는 막부순 등의 粒度의 差異에서 그 混合比가 60 : 40으로 되어 있다. 시멘트量은 設計要領에 規定된 一軸壓縮強度 20 kg/cm²에 충분히 合格할 수 있는 量을 配合試驗을 하여 결정하였다. 그結果를 <그림-5>에 表示하였다.

(2) 施工機械

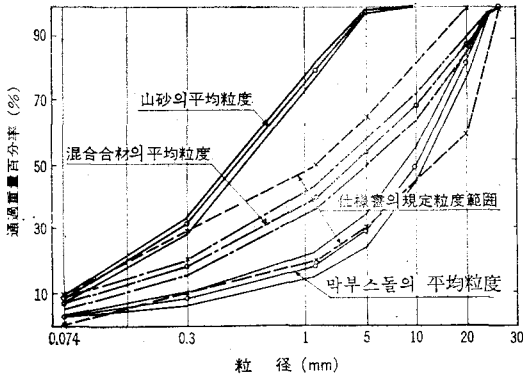
各工區 共히 平坦性を 유지하기 위하여 鋪設에

大型 아스팔트피니셔를 사용하였다. 또한 轉壓方法에 따라 路盤의 平坦性が 달라지기 때문에 거푸집 設置位置의 轉壓에는 주의를 기울여 小型振動로우러 등을 사용하였다. 특히 거푸집 設置位置는 鋪設幅의 端部이므로 轉壓時에 材料가 流動하여 平坦性を 잃기 쉬웠으나 콘바인드 로우러를 사용한 區間은 비교적 平坦하게 마무리할 수

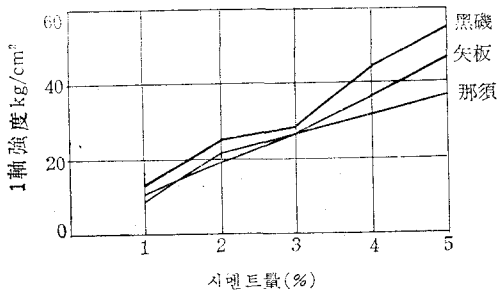


<그림-3> 機械編成

있었다. 이 구간에서도 平坦度는 Pr. I(profile index)로서 8~100程度까지 分散되어 平均 30程度였다(<寫眞-1>).



<그림-4> 시멘트 安定處理材의 粒度



<그림-5> 路盤材料粒度和 配合試驗의 結果 (시멘트 添加와 1軸壓縮強度)

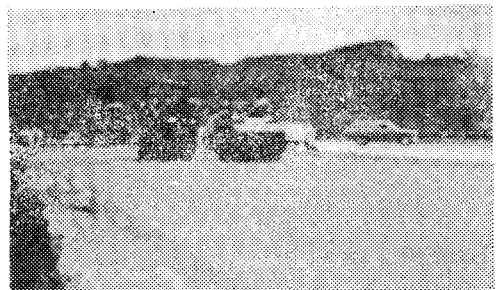
(3) 龜裂

시멘트 安定處理路盤上은 예상된 바와 같이 收縮龜裂이 일어났다. 대체로 鋪設後 7日頃에 5~10m 間隔으로 橫斷方向으로 일어났다. 또한 콘크리트 鋪裝을 施工한 後 鋪裝 슬래브의 收縮줄눈部가 움직임에 따라 시멘트 安定處理路盤에도 龜裂이 생겼다. 이에 대하여는 모두 아스팔트 乳劑로 緘 (seal) 하였다.

3. 콘크리트 鋪裝

(1) 骨材

本工事場 부근의 骨材는 鬼怒川水系, 那河水系, 蛇尾川水系 및 이들 河川 주변의 자갈이다. 이 骨材의 物理的 性質은 <表-2>에 表示된 바와 같다. 이 결과에서도 鬼怒川, 那河川의 河川 骨材를 제외하고는 비중이 작고 吸水量이 크고 安定性이 불량한 것이 많다. 그러나 骨材의 需要



<사진-1> 시멘트 安定處理路盤의 施工

<表-2>

各河川骨材의 物理性狀

試驗項目 河川名	比重	吸水量 (%)	單位容積重量 (kg/m ³)	洗滌試驗 (%)	磨耗量 (%)	安定性 (%)	軟石量 (%)	站塊 土量 (%)	輕粒率 (%)	破碎值 (%)	碎石混入率 (%)
那河川 上流	2.60	1.32	1,740	0.2	11.2	3.0	0.8	0.1	0.1	10.4	15.0
“ 下流	2.61	1.56	1,770	0.3	12.7	7.9	0.7	0.1	0.1	9.3	18.3
“ 陸掘	2.56	2.48	1,610	0.2	13.8	13.5	4.1	0.1	0	10.3	18.9
鬼怒川 上流	2.62	1.12	1,700	0.1	13.2	5.0	1.4	0	0	12.4	40.8
“ 下流	2.60	1.39	1,710	0.1	10.9	3.4	0	0	0	9.4	13.6
“ 陸掘	2.57	2.03	1,610	0.3	13.4	11.6	7.8	0.1	0.3	10.0	12.4
JIS 規格值	—	—	—	1.0以下	40以下	12以下	5.0以下	0.25以下	1.0以下	—	—

가 많기 때문에 良質의 骨材를 鬼怒川, 那河川水系에만 의존하는 것은 거의 불가능했기 때문에 부득히 이들 骨材를 혼합해서 사용하기로 하고 特別示方書에 鬼怒川産骨材를 40% 이상 사용할 것을 義務化하였다.

(2) 示方配合

配合設計에 있어서 留意事項은 (A) 이 地域이 寒冷地이므로 개통하게 되면 스파이크 타이어 또는 체인 부착 車輛이 통행하므로 磨耗에 대하여 抵抗性이 있을것 (B) 凍結될 것이 예상되므로 콘크리트의 耐水性이 요구되는 것 등이다. 따라서 (A)에 대하여는 ① 骨材의 品質이 限定될 경우 시멘트량을 증가시킬 것 ② 슬럼프(slump)를 적게 할 것 ③ 養生을 충분히 할것 등이었다.

(B)에 대하여는 ① AE劑의 사용으로 所定의 空氣量이 되게 하는 것 등이 고려되었다. 또

한 設計 韌 強度가 45 kg/cm², 變動係數를 15로 보아 目標配合強度를 51.8 kg/cm²로 하였다. 시멘트는 特別示方의 鋪裝用 시멘트를 사용하였다. 이 示方을 <表-3>에 표시하는 동시 各工區의 示方配合을 <表-4>에 표시한다.

(3) 콘크리트의 品質

콘크리트의 品質管理는 슬럼프, 空氣量 및 韌 強度로서 實施하였다. 施工時期는 11月~7월에 걸쳐 시행하였다(12月 16日에서 3月 15日까지의 기간은 氣溫의 저하가 심하기 때문에 施工을 중지하였음). 晝中施工은 거의 없었기 때문에 品質의 변화는 비교적 적었지만 運搬距離가 최대 9 km까지 이르게 되어 덤프로서 運搬할 時의 슬럼프 다운(slump down)은 불가피하여 이를 氣溫과 관련시켜 어떠한 상태로 플랜트에서 出荷시키느냐 하는 것이 難點이었다. 슬럼프 및 空氣量에

<表-3>

시멘트의 示方

項 目	道路公園鋪裝시멘트	中 庸 熱 JIS	新東京國際空港	備 考 例
粉 末 度 (cm ² /g)	3,000±100	2,700以上	3,200±300	3,150±200
28日 韌 強度 (kg/cm ²)	65以上	30以上	45以上	65±10
7日 水和熱 (cal/g)	65以下	70以下	70以下	70以下
無 水 硫 酸 SO ₃ (%)	2~3	3.0以下	2.5以下	3.0以下
硅 酸 三 石 灰 C ₃ S (%)	40~50	50以下	50以下	50以下
알 민 酸 三 石 灰 C ₃ A (%)	5以下	8以下	6以下	8以下

<表-4>

콘크리트의 示方配合

	最大粒徑 (mm)	슬럼프 (cm)	空氣量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	單 位 重 量				
						물 (kg)	시멘트 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	混和劑 (g)
矢 板	40	2.5	3~6	35	33	120	340	619	1,294	850
黑 磯	40	2.5	3~6	37	32	123	340	604	1,311	850
那 須	40	2.5	3~6	37	33	122	340	633	1,285	850

대해서 黑磯工區의 예를 히스트그래프로 表示하면 <그림-6>과 같다. 또 휨 強度에 대하여 各工區의 結果를 표시하면 <그림-7>과 같다.

(4) 플랜트

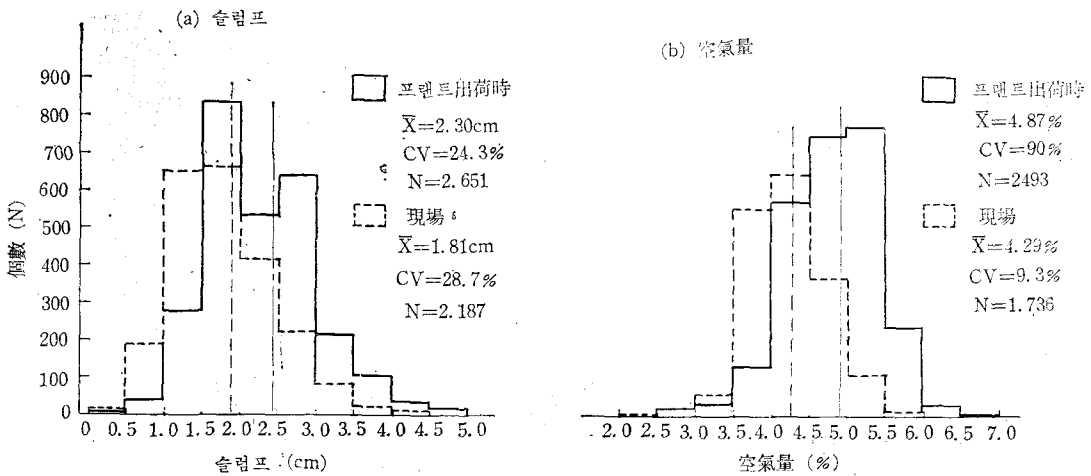
콘크리트는 모두 現場內의 中央플랜트에서 혼합하였다. 믹서는 各工區 共히 1.75 m³ 強制混合 믹서 2機를 사용하였다.

플랜트의 主要方式은 (A) 計量은 원칙적으로 個別計量方式 또는 骨材別 累加計量方式에 의하는 것으로 하고 모든 計量記錄裝置를 설치하였다. (B) 骨材의 貯藏은 產地別로 구분하고(<사

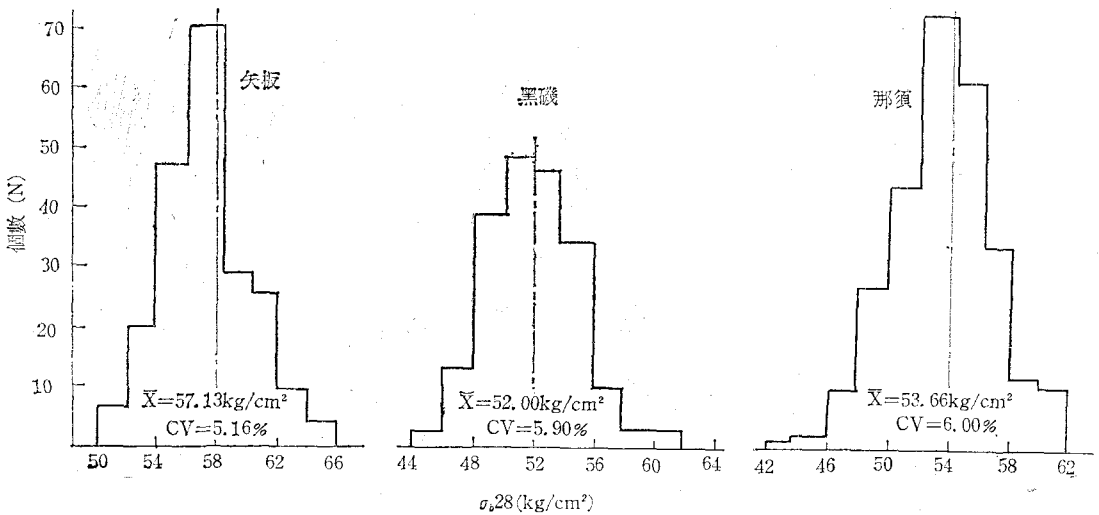
진-2>), 粗骨材는 大小 2種으로 구분할 것 (C) 믹서 능력은 1時間當 60 m³ 以上 혼합할 수 있는 것으로 하였다.

이와 같은 것을 고려하여 슬럼프 2.5 cm 라 하면 슬럼프가 적으므로 1배치의 混合量을 1.5 m³ 로 하고 混合時間을 55~60秒로 하였다. 그 결과 骨材를 믹서에 投入後, 混合, 出荷하고 다음 骨材投入에 이르는 사이클 타임은 80~85秒가 되었다.

따라서 連續生産의 경우 生産量 $V=3,600/85 \times 1.5 \text{ m}^3/h=63.5 \text{ m}^3/h$ 가 되었다.



<그림-6> 아직 굳지 않은 콘크리트의 性質



<그림-7> 휨 強度(標準養生 28日)

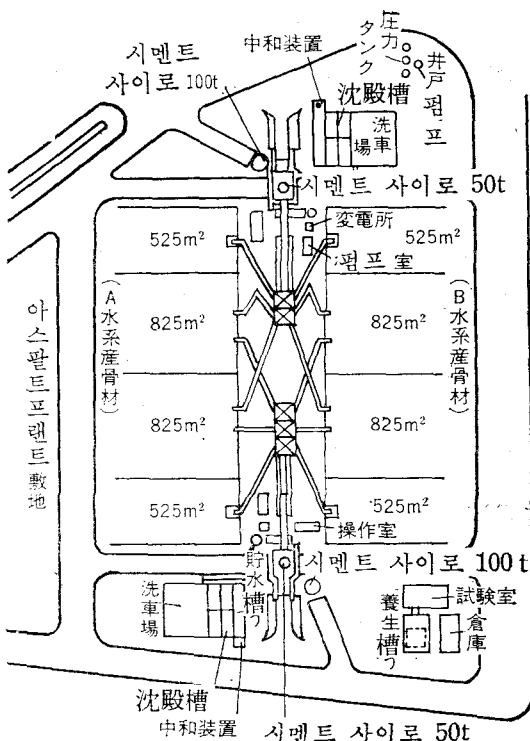


<사진-2> 骨材積置場(那須工區)

시멘트 사이로는 그 용량이 矢板工區가 200톤 黑磯·那須兩工區에서 300톤의 것을 사용하였으나 日施工量이 400m에 가까워진 6~7월에는 1日施工分에도 부족하여 시멘트 工場에서 현장으로 피스톤 輸送을 하게 되었다. 이번 공사에서는 다행히도 시멘트 運搬中의 사고와 시멘트 부족에 의한 콘크리트 打設을 中止한 일은 없었으나 今後は 가급적이면 시멘트 사이로 용량을 크게 하여 2日分 정도의 施工量에 부합하는 시멘트(大體로 600톤 程度)가 要望된다. 플랜트場은 넓은 것이 바람직하나 적당한 플랜트場 위치를 발견하는 것은 어려운 일이다. 各工區의 플랜트場의 面積을 <表-5>에, 또 配置例로서 黑磯工

<表-5> 플랜트場的 構成

	矢板	黑磯	那須
플랜트本體	300m ²	2,200m ²	280m ²
積置場	2,400	5,400	2,300
補助積置場	—	—	900
시멘트사이로	60	90	80
試驗室養生槽	300	600	270
洗車場	300	800	420
中和槽沈澱槽	300	400	180
運搬車待機場	800	1,000	1,850
슬로우프	1,500	—	2,400
構內道路	2,000	5,100	2,100
其他	1,040	2,410	900
計	9,000	18,000	11,680



<그림-8> 콘크리트 플랜트의 配置例(黑磯工區)

區의 경우를 <그림-8>에 표시하였다. 플랜트를 설치함에 있어서는 플랜트의 振動, 騒音, 汚水 등의 문제가 있으나 특히 이번 경우덱 프의 洗車場 및 플랜트에서 사용한 물은 모두 中和槽에서 中和劑處理를 하여 沈澱槽에 넣어 濾過시켰다.

混合用水에 대하여는 黑磯, 矢板에서는 우물을 파서 地下水를 사용하였으나 那須工區에서는 農業用水를 사용했다. 積置場의 넓이도 클수록 좋으나 아무래도 最低 4~5日分은 필요로 했다. 碎石의 混入率이 높은 河川 자갈의 경우 積置場이 넓으면 骨材混合도 가능하게 되어 均一한 骨材가 얻기 쉽다.

4. 콘크리트의 鋪設

(1) 거푸집

셋폼 形式으로 콘크리트를 鋪設하였기 때문에 거푸집 설치가 시간이 걸리는 작업이었다. 거푸집 설치에서 문제가 된 것은 거푸집 設置精度였다. 設置方法은 당초 路盤이 計劃高보다 높은 곳은 깎고 물탈을 깔아 높이를 조정하여 거푸집을

설치하였다. 이 방법은 매우 시간도 걸리고 또 한¹반드시 精度가 좋은 設置方法이라고는 생각되지 않았다. 그러므로 거푸집 設置位置의 路盤高를 實測하여 높은 점을 연결하면서 새로운 修正 縱斷을 설정하고 이에 따라 거푸집을 설치했다. 이것은 뒤에 시행한 방법으로서 路盤의 平坦性을

<表-6> 콘크리트 鋪裝 鋪設機械의 性能

下層用 벨트프레시 (國產)	走行速度 重 量	60m/min 13 t
下層用 박스형 스프레더 (4.5m ²) (ABG)	走行速度 重 量	33m/min (作業時) 65m/min (移動時) 18 t
下層用 피니셔 (國產)	鋪設幅 振動數 走行速度	8.5m 4,500rpm 0.7~40m/min
맷 쉬 가 드 다이바인스롤러附 (國產)	走行速度 最大積載量	10~60m/min 8 t
上層用 벨트프레시 (國產)	作業速度	33m/min
上層用 박스형 스프레더	走行速度 重 量	(下層用 박스형 스프레더와 같음)
上層용 콤팩터 피니셔 (輸入)	作業速度 鋪設幅 重 量	0.7~18m/min 8.5m 13 t
振動 줄눈 切斷機 (輸入)	鋪設幅 重 量	8.5m 4.5 t
斜型 表面 마무리機 (輸入)	走行速度 重 量 振動數	0~10m/min (作業時) 30m/min (移動時) 11 t 3,780rpm
세로형 表面 마무리機 (國產)	走行速度 重 量	19m/min 5.1 t
粗面 마무리機 (國產)	鋪設幅 走行速度 브라쉬幅	8.5m 15~58m/min 1.5m
養生劑撒布機 附牽引車	엔진 全長	29PS 9.43m
養生지붕	大型텐트車 텐트車	16m×3臺 5.5m×20臺
배치 플랜트 (國產)	믹서能力	1.75m ³ 強制混合型×2 (75~90m ³ /h)×2基

좋게 하는 것과도 相關되어 1~2 cm 정도의 計劃高 修正으로 끝나게 되었으며 거푸집보다 路盤이 낮은 곳은 시멘트 몰탈로서 채웠다. 이 방법이 시간도 덜게 되고 또한 平坦性도 좋아졌다.

(2) 鋪設機械

鋪設機械은 이번 공사를 위하여 새로 購入되거나 新規로 設計, 제작된 것도 있었다. 따라서 操縱員도 최초의 1~2個月은 기계에 익숙해질뿐 鋪設機械의 組合效率이 저하되고 能率은 별로 오르지 않았다. 더구나 機械의 初步的인 고장과 종래의 施工方法에서 이번에 大編成의 機械施工으로 作業方法 전환에도 기인한 것으로 생각되었다. 여기서는 각종의 기계를 <表-6>에 표시하지만 各機械에서 일어난 트러블에 대하여 아래에 列記한다. 그리고 配列에 대하여는 <그림-3>을 參照하기 바란다.

i 橫取機

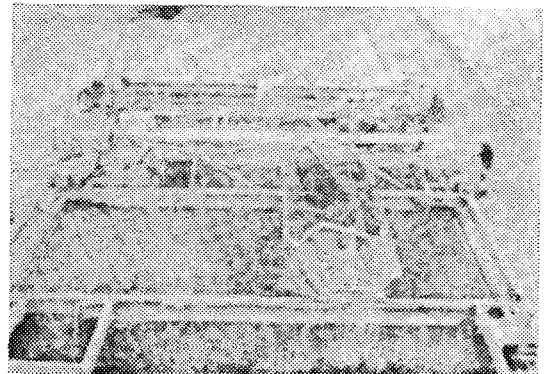
橫取機의 능력에 다소 문제가 있었다. 특히 橫取機의 흡피의 높이가 높아서 덤프 트럭이 路面에서 직접 콘크리트를 내리지 못하고 移動式 발판을 이용하여 콘크리트를 내렸다. 그로 인하여 橫取機를 移動할 때는 시간이 걸리고 사이클 타임이 나쁘고 下層의 경우에는 이것이 作業能力을 좌우하게 되는 적도 있었다.

ii 박스형 스프레더

上層의 경우 더운기량이 橫斷勾配, 슬럼프 등으로 상이하므로 일률적으로 결정되지 않으며 操縱員의 기술에 의하는 경우가 많았다. 이로 인하여 熟練度와 아울러 能力이 향상되었다.

iii 콤팩터 피니셔

振動式 스크리드의 효과는 컸으며 거의 막대



<사진-3> 박스형 스프레더(前面)와 콤팩터 피니셔

(棒)바이브레이터를 이용하지는 않았으나 다만 거푸집 주변만은 피니셔에 發電機를 부착하여 막대 바이브레이터를 사용하였다. 콤팩터 피니셔의 효과를 조사하기 위하여 콘크리트코마를 5等分하여 密度를 조사하였으나 큰 차이는 찾아볼수 없었으며 거의 균등하게 다져졌다고 생각되었다.

iv 타이바 挿入機

타이바가 異形棒鋼이기 때문에 挿入機가 확실하게 타이바를 잡지 못하는 경우가 있어 完全自動이라고는 할 수 없었다.

v 振動 줄눈 切斷機

振動줄눈 切斷機의 固定方法이 불완전하므로 작업중 振動으로 위치가 移動되는 일이 있어서 別途로 固定裝置를 제작하여 사용하였다.

vi 세로型 表面 마무리機

플로우트의 높이를 斜型表面 마무리機의 높이에 따라 조정하여 될수 있는대로 표면에 닿도록 하였다. 처음에는 이 높이의 調整이 잘 되지 않아 몰탈을 깎아 내는 경향이 있어 平坦性을 잃어 버릴 뿐 아니라 表面 마무리에 시간이 걸리는 일이 많았다.

vii 텐트車

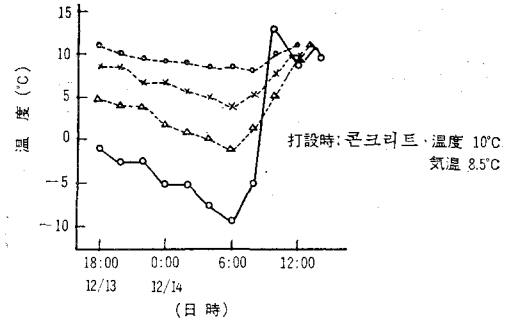
小型 텐트車를 처음에는 120 m로 하였으나 봄과 여름 사이는 매트 養生에 들어가기까지 長時間이 걸리게 되어 初期收縮龜裂이 발생하게 되므로 여름철에는 이를 60 m 정도까지 短縮시켰다.

(3) 養生

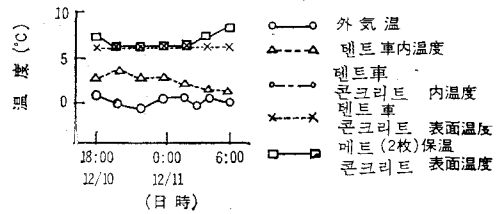
鋪裝 슬래브의 養生은 初期養生으로서 被膜養生을, 後期養生으로서 養生期間을 14日間으로 定하여 최초의 7日間을 濕潤養生으로 했다. 濕潤養生은 스펀지매트를 씌운 뒤 撒水車로 反對車線에서 물을 뿌리는 방법을 택했다. 매트로서 스펀지 매트를 사용하였으나 보기에 물을 잘 흡수할 것 같지만 氣泡가 밑까지 이어져 있지 않고 콘크리트면은 乾燥狀態에 있는 경우가 있어 매트 밑에도 撒水を 잘한 후 매트 위로 물을 뿌려 蒸發을 방지하는 방법을 취하였다. 그러나 매트가 紫外線에 약하고 耐久性이 없다는 문제가 있었다.

冬期에는 시공을 하지 않았으나 12月이 되니 夜間에 0°C 以下로 되는 일이 있어서 保溫養生을 하였다. 이것은 특히 추위집에 따라 硬化時間이 걸리고 매트 養生으로 移行할 수 없는 경우에

랜턴 保溫(40個) 赤外線照射(40個)를 併用한 境遇



랜턴 保溫(20個)과 매트保溫(2枚)의 比較



<그림-9> 保溫養生의 相違에 의한 溫度變化

시행한 것으로 三角 지붕 안에 랜턴과 赤外線照射를 사용하여 保溫하였다. 이 결과를 <그림-9>에 표시한다. 一應 外氣가 -10°C 정도까지 氣溫이 저하하였으나 콘크리트 表面溫度가 6~8°C, 콘크리트 슬래브 內部溫度가 10°C가 되는 상태였다. 또 保溫養生을 하지 않은 부분에 대해서는 스펀지 매트를 2枚 겹쳐 씌워 養生하였다. 이 경우 콘크리트의 表面溫度는 5~6°C로 유지되었다. 이것을 보더라도 表面積이 큰 콘크리트 슬래브의 冬期養生은 어려우며 冬期作業中止 기간의 設定方法에 어려움을 느꼈다. 이와 같은 이유로서 冬期에 있어서는 初期硬化를 촉진하는 뜻에서도 普通 포틀랜드시멘트로서 좋다고 생각되었다.

이번 工事에서 헤어크랙이 많이 발생한 적이 있었다. 이것은 플라스틱 龜裂이라 불리는 것으로 생각되나 이와 같은 施工狀況이 계속되고 있는 이유나 왜 이곳에만 龜裂이 생기는지는 불분명하다. <그림-10> 등 이때의 龜裂狀況을 표시한 것이다.

이의 補修는 완전히 콘크리트가 硬化한후 그 龜裂에 에폭시 樹脂를 주입한다. 그후 龜裂部分의 코어를 채취하여 調査하였으나 충분히 龜裂에 에폭시가 주입되어 一應 문제가 없다고 생각하고 있다.

<그림-10> 플라스틱의龜裂狀況

(a) —1 鋪設年月日 74.4.12 AM8:30~AM11:00

STA 684	+10	+20	+30	+40	+50	+60	+70	+80	+90	STA 685	+10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(11.0)	(5.7)	(27.3)	(17.8)	(38.6)	(46.9)	(62.9)	(12.4)	(30.7)	(22.7)	(3.9)	追越し 線目地
(9.7)	(13.0)	(20.5)	(17.4)	(39.1)	(58.0)	(50.9)	(18.9)	(20.2)	(12.5)	(0.7)	走行

龜裂度 = $\frac{\text{龜裂延長總計}}{\text{單位面積}} \times 100\%$

例: 4야드 $\frac{7.40m}{10m \times 4.15m} \times 100 = 17.8$

AM7:00 PM2:00 PM5:00 Max Min
 氣溫 5.5°C 21.6°C 20.4°C 22°C 5.2°C
 濕度 85% 22% 39%
 風向 ESE 1.3m/sec NW 6.3m/sec W 2.7m/sec
 風速

(a) —2 鋪設年月日 74.4.19 AM7:30~PM0:30

											追越し 線目地
53	54			57				61	62	63	走行
(2.5)	(1.5)			(1.0)				(7.3)	(18.7)	(2.2)	

AM7:00 PM2:00 PM5:00 Max Min
 氣溫 5.5°C 15.4°C 14.3°C 16°C 2.0°C
 濕度 35.0% 28.0% 52.0%
 風向 NW 4.3m/sec W 5.0m/sec NNW 4.0m/sec
 風速

(a) —3 鋪設年月日 74.5.1 PM0:30~PM3:00

STA 641	+16	+25	+34	+44	+54	+64	+74	+84	+94	STA 642
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
(11.0)	(5.7)	(27.3)	(17.8)	(38.6)	(46.9)	(67.5)	(12.4)	(30.7)	(22.7)	(3.9)
(13.0)	(20.5)	(17.4)	(39.1)	(52.0)	(50.9)	(0)	(18.9)	(20.2)	(0)	(0)

AM7:00 PM2:00 PM5:00 Max Min
 氣溫 11.3°C 18.0°C 15.0°C 19°C 8°C
 濕度 94% 43% 77%
 風向 E 1m/sec NW 4.7m/sec N 5.5m/sec
 風速

(b) 龜裂發生個所에 打設한 프리쉬 콘크리트의 性狀

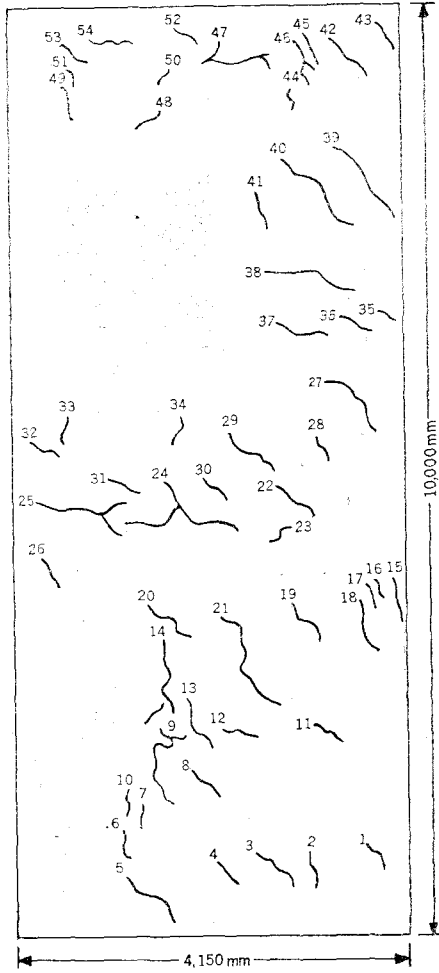
測定種別結果 施年月日	프렌트 種別	플렌트			鋪設現場		
		슬럼프 (cm)	空氣量 (%)	콘크리트 溫度 (°C)	슬럼프 (cm)	空氣量 (%)	콘크리트 溫度 (°C)
74.4.12	A	2.1	5.2	18.0	3.0	4.7	18.5
		2.0	5.1	13.0	2.1	4.5	19.0
		2.0	5.2	19.0	2.4	5.2	18.5
	B	3.2	5.8	18.0	2.4	4.7	17.5
		1.9	5.0	18.0	2.2	4.6	18.0
		2.1	5.2	18.0	2.0	4.6	18.0
74.4.19	A	3.4	5.6	18.0	1.7	5.0	—
		3.0	5.2	19.0	1.4	4.9	18.0
		2.9	5.1	19.0	2.0	5.0	18.0
	B	3.0	5.1	19.0	2.8	5.2	—
		3.2	4.9	19.0	2.6	4.8	18.0
		2.0	5.5	19.0	1.7	5.2	19.5
74.5.1	A	2.0	4.9	21.0	1.5	4.7	20.0
	1.7	4.9	20.0	1.7	4.8	20.0	
B	1.9	5.1	21.0	1.1	5.0	21.0	
	1.4	5.6	21.0	1.5	5.1	21.0	

(c) 右圖의 龜裂幅과 길이

No.	龜裂幅 (mm)	龜裂長 (mm)	No.	龜裂幅 (mm)	龜裂長 (mm)	No.	龜裂幅 (mm)	龜裂長 (mm)
1	0.3	250	19	1.0	450	37	0.7	550
2	0.3	250	20	1.0	450	38	1.5	1200
3	1.2	500	21	1.5	1400	39	1.5	1200
4	0.7	350	22	0.9	400	40	1.5	1200
5	1.0	650	23	0.5	200	41	0.7	400
6	0.6	300	24	1.5	1500	42	1.2	400
7	0.6	200	25	1.3	1200	43	1.2	400
8	1.3	500	26	0.2	200	44	0.3	200
9	1.2	1200	27	1.4	850	45	0.7	200
10	0.6	200	28	0.6	200	46	0.6	300
11	0.5	300	29	1.0	650	47	1.0	750
12	1.0	350	30	0.7	200	48	0.3	200
13	1.2	500	31	1.0	300	49	0.4	500
14	1.3	1000	32	0.5	400	50	0.3	200
15	0.7	400	33	0.3	300	51	0.4	100
16	0.3	150	34	0.4	200	52	0.4	200
17	0.4	200	35	0.8	250	53	0.6	350
18	0.9	600	36	0.8	350	54	0.4	200

$\sum CrL = 25.95m$ S=41.50m $\frac{\sum CrL}{S} = 62.5\%$

(c) 龜裂圖(代表的인 것)
(a) -1의 *表의 路盤



(4) 줄눈工

i 세로줄눈

슬래브가 8.5m 이던 넓기 때문에 應力의 集中을 피하기 위하여 세로줄눈을 설치하였다. 構造는 <그림-11> (a)와 같다. 龜裂 誘導用의 三角材(플라스틱製)를 사용했으나 그 효과에 대하여는 불분명하다.

ii 收縮줄눈

收縮줄눈은 10m 피치로 설치하였으나 그중 30m 마다 打設줄눈을 설치했다. 打設줄눈은 振動줄눈切斷機로 콘크리트 슬래브를 切斷한후 스테이트板(1.8m×5本)을 삽입한 것이지만 당초에는 斜型表面마무리機 앞에 振動줄눈切斷機를

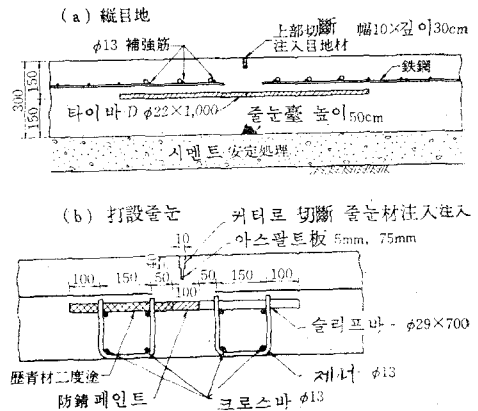
놓았기 때문에 스테이트板이 비스듬히 되기도 하고 接合部가 移動되기도 하는 실패가 많았다. 이로 인하여 振動줄눈切斷機를 세로型表面마무리機 앞에 설치한바 成績이 양호했다(<그림-11>b).

iii 膨脹줄눈

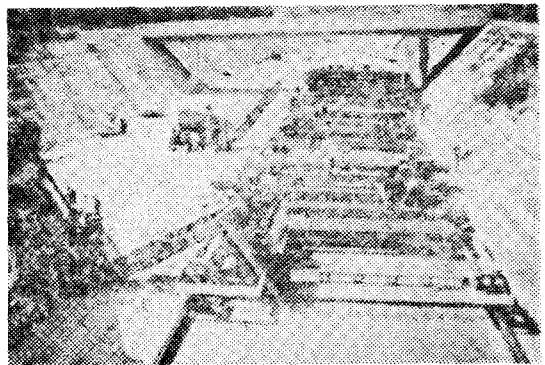
膨脹줄눈 間隔을 어떻게 할 것인가에 대하여 여러 가지 논의가 있었으나 11月~3月の 시공에 있어서는 콘크리트 鋪裝要綱에 따라 240m 間隔으로 하였다. 그러나 4月 이후부터는 膨脹 줄눈 間隔을 500m 程度까지 확대하였다.

iv 줄눈材

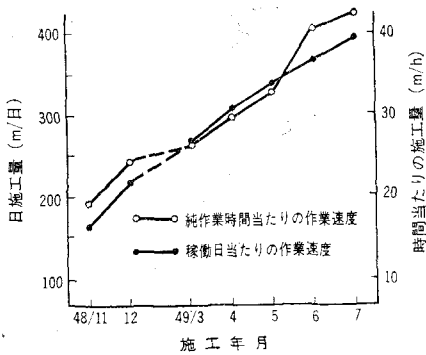
膨脹줄눈用板은 杉板을 사용했다. 注入줄눈材는 加熱注入줄눈材를 사용했다. 이 시공에 있어서는 커터로 切斷한 줄눈部를 撒水車와 人力으로 깨끗이 청소한 후 와이어브러쉬 또는 샌드브라스 트로 溝壁을 清掃하고 壁에 프라이머를 塗布한 후 주입했다. 주입에 있어서는 충분히 溫度管理



<그림-11> 줄눈構造圖



<사진-4> 鋪設機械全景



<그림-12> 콘크리트 鋪裝施工實績

가 될 수 있도록 間接加熱式의 溶解機와 注入機를 사용하였다.

5. 콘크리트 슬래브의 두께

콘크리트 슬래브의 두께는 코어를 채취하여 검사하였다. 檢査基準은 鋪裝 슬래브 5,000 m²를 基準單位로 하여 試料의 數를 6個 採取하고 合格判定値는 -5mm로 하고 下限規格値를 -15mm로 하여 鋪裝 슬래브 두께는 6個試料의 平均 두께에 따라 결정하였다. 이번 공사에서는 3工區 모두 不合格으로 된 鋪裝 슬래브는 없었으며 오히려 두터운 쪽이었다. 역시 鋪裝 슬래브 두께는 路盤의 平坦性과 밀접한 관계가 있고 시멘트 安定處理 路盤인 경우의 두께가 시멘트 安定處理 路盤上에 아스팔트 中間層을 설치한 구간의 두께보다 균일하고 더욱 設計値에 가까웠다. 어떤 工區의 예를 들면 아스팔트 中間層上은 $\bar{x}=30,408$ cm, 變動係數 1.16%, 시멘트 安定處理 路盤上에서는 $\bar{x}=31,004$ cm, 變動係數 1.69%였다.

6. 施工能力

콘크리트 鋪裝에 있어서의 施工狀況이 아스팔트 鋪裝과 다른 점은 養生의 有無이다. 콘크리트 鋪裝의 경우 한쪽 車線의 鋪設을 하고 있을 때 반대 車線을 工事用 道路로서 사용하고 있는 셈이지만 시멘트 安定處理 路盤을 채택했을 경우 路盤의 養生도 하지 않으면 안되며 그들 상호의 施工

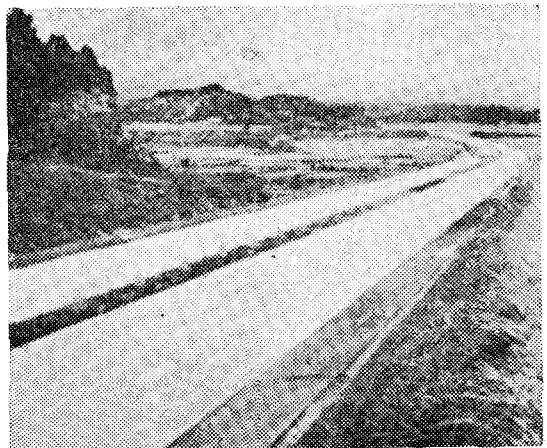
現場과 플랜트로부터의 運搬路를 여하히 계획할 것인가 하는 것이 큰 문제로 되었다.

그러나 路盤이 소일시멘트이기 때문에 降雨가 있어도 路盤上에 물이 고이거나 路盤을 損傷하는 일이 없었다. 그러므로 비가 온 다음날에는 콘크리트의 鋪設作業이 가능했다. 콘크리트 鋪裝工事의 稼働의 一例로서 黑磯工區의 경우 콘크리트 鋪設期間中の 稼働률은 73.6% (作業期間中の 曆日數 163日, 作業日 116日, 但 冬期作業中止期間은 제외)였다. 이 作業日 116日中 비나 눈 등으로 除中에 作業中止한 日數가 18日 있어 이를 고려한다면 65.5%의 稼働率이었다.

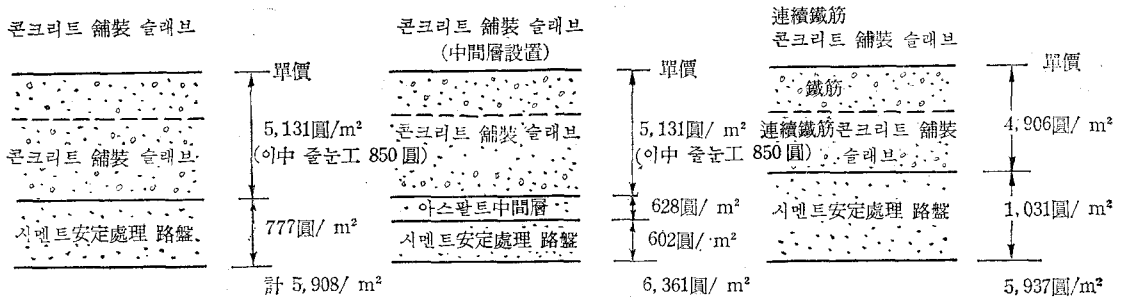
期間中 작업의 施工速度를 표시하면 <그림-12>와 같다. 이에 따르면 作業時間當施工延長이 시공의 진행에 따라 늘어나고 있다는 사실에서 시공의 熟練度와 施工速度의 관계가 명확히 이해된다. 6月, 7月의 作業時間當의 速度가 크게 되어 있음에도 불구하고 日施工量이 늘어나지 않은 것은 雨天이나 機械故障 등에 의한 工業中止가 많았다는 것을 나타내고 있다. 이들 사실에서 앞으로는 組合機械能力을 더욱 높여서 施工時間當 施工速度를 높이지 않으면 단지 作業時間을 延長함에 따른 日作業量의 증가는 기대하기 어렵다. 이를 위한 機械能力의 再點檢이 필요하다는 것을 알 수 있다.

7. 콘크리트 鋪裝 슬래브의 平坦性

콘크리트 포장을 走行해서 느낄 수 있는 것은 平坦性이다. 그 原因은 줄눈 部分의 작은 段差에



<사진-5> 콘크리트 打設完了



〈그림-13〉 鋪裝構造와 工事費

의한 周期的인 振動과 路面의 작은 凹凸에 의한 振動 때문이라고 생각된다.

이와 같은 振動을 감소시키기 위하여는 줄눈의 間隔을 연장하거나 鋪裝表面에 레이틴스나 몰탈 등이 떠 오르지 않을 정도의 슬럼프가 작은 콘크리트로 表面 마무리를 하는 것이다.

줄눈 中에서도 平坦性에 문제가 되는 것은 施工 줄눈이다. 施工 줄눈部에서는 부득이 마무리 機를 사용할 수 없고 또 最終 施工部分은 낮아지기 쉬운 경향이 있어서 작은 段差가 생기게 된다. 이를 감소시키는 데는 1日 施工延長을 연장하는 것이다. 이런 공사에서도 後半으로 갈수록 平坦性이 좋아진 것은 熟練度에 기인하기도 하지만 1日 施工延長을 연장하였기 때문이라고 생각된다.

路面의 작은 凹凸은 이런 공사에서 많이 줄어들었다고 생각되나 아직 충분하다고 할 수는 없었다. 특히 低盛土部에서는 도로를 橫斷하는 박스 컬버트의 被覆土가 적고 콘크리트 鋪裝 두께 30cm 가 확보되지 않는 곳이 있었다. 이러한 곳에서는 木製 거푸집을 사용하였으나 레이일의 固定이 불충분하였고 機械의 振動에 의한 작은 波動이 鋪裝面에 영향을 주었다고 생각되었다.

전체적으로 볼때 設計時에 目標值로서 설정한 Pr.I(profile index, 路面의 凹凸을 표시하는 일종의 指數로서 일반적으로 16以下이면 대체로 良好하다고 한다. 開通直後의 平坦性이 좋은 아스팔트 鋪裝은 2以下이다)가 10이하를 달성할 수 있었다. 가장 시공이 잘 된 곳에서는 1.0~2.0이 확보되었으나 나쁜 곳에서는 1.6程度 되는 곳도 있어 전체적으로 4~5程度였다. 그러나 아스팔트 鋪裝과 比較하면 아무래도 多少의 차가 있다고 느끼지 않을 수 없었다.

8. 工事費

콘크리트 鋪裝의 工事費는 콘크리트 鋪裝의 구조에 따라 상이하나 대략 〈그림-13〉과 같다. 이 금액은 1974年 4月 현재 單價이다. 이 공사비를 아스팔트 鋪裝과 비교하면 약 1.25倍가 된다고 생각된다.

그러나 이 工事費도 동일한 耐久性을 가진 鋪裝斷面에 대한 것이 아니고 本工事區間 進후의 아스팔트 鋪裝 構造를 고려하였을 뿐 維持費를 포함한 工事費 比較를 하지 않으면 안될 것이다.

結 論

대규모 機械編成에 의한 콘크리트 鋪裝의 시공은 이번이 처음이라 組合機械로서의 각종 기계의 能力決定이 되어 있지 않았으며 단지 각종 기계의 집합이었음은 유감이었다. 그러나 그것도 熟練됨에 따라 그 능력을 거의 완전히 발휘할 수 있었다고 생각된다. 금후 아스팔트 鋪裝에 충분히 대항할 수 있게 하기 위하여는 平坦性을 더욱 좋게 하는 동시에 工事費 절감을 꾀하는 것이다. 그 어느 쪽의 목적을 위해서도 줄눈部를 줄여가는 것이 가장 중요하다. 따라서 장차 줄눈이 적은 連續鐵筋 콘크리트 鋪裝과 같은 構造로 移行되어 갈 것으로 생각된다. 그러나 連續鐵筋 콘크리트의 경우에도 收縮龜裂部分의 스케이팅은 불가피하며 冬期의 凍結防止劑(鹽化칼슘을 主成分으로 한 것)를 撒布했을 경우에는 龜裂部分의 鐵筋이나 콘크리트 슬래브에 미치는 영향과 耐久性에 대하여 불분명하고 또한 문제점을 남기고 있다.

여하간 日本에서 高速道路로서는 처음으로 콘크리트 鋪裝이 48.1 km 나 시공된 것은 매우 의의가 있다.