

日産機械에 의한 콘크리트鋪裝의 施工

~ 國道 161 號 · 西大津 BY-PASS · 長等터널 鋪裝工事 ~

波多野 靖

東京鋪裝工業(株) 大阪支店 次長

棚田鐵男

東京鋪裝工業(株) 大阪支店工事課長

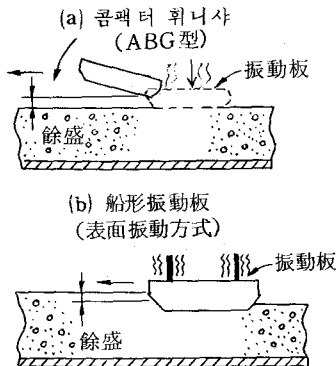
崔 廷 凡(譯)

< 漢陽엔지니어링土質部長 >

I. 序 論

近來는 아스팔트鋪裝 萬能의 時代로서 콘크리트鋪裝으로는 겨우 日本道路公團이 施工한 東北道 · 矢板~白河間 約 48km와 中央道 · 韭崎~諏訪間 約 35 km 鋪裝을 들 수 있을 뿐이다.

그나마 大部分이 外國産 機械에 의해 施工되었는데 주로 西獨의 ABG社의 콤팩터 휘니샤(compactor finisher) (<그림-1>과 같이 콘크리트를 다짐하는 振動板이 위에서 斜로 누르면서 振動다짐이 되는 優秀한 휘니샤) 또는 후에게루社의 휘니샤가 사용되었다. 이와같이 콘크리트鋪裝의 施工機械는 거의 外國製가 活用돼왔으나 今般 川崎重工業社製의 박스 스프레더(box spreader), 휘니샤, 縱마무리機(leveler) 및 기타제작所社製의 鍮눈切斷機 등 國産機械



<그림-1> 휘니샤의 比較

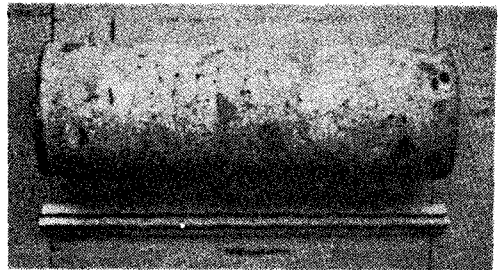
를 使用하여 슬래브 두께 30cm의 콘크리트鋪裝이 施工되었다. 當初엔 두께 30cm의 콘크리트슬래브를 한층으로 다짐하는데 대해 若干의 疑懼가 있었으나 코아(core)를 採取하여 본 結果 <사진-1>과 같이 다짐이 잘 되었고 또한 平坦性에 대해서도 좋은 結果로 나타났다.

콘크리트鋪裝機械라면 外國製品에 의존해 왔으나 日産機械로서도 좋은 結果가 얻어졌으므로 다음과 같이 報告한다.

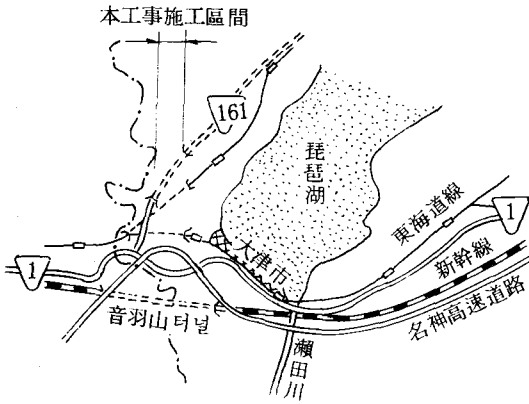
II. 長等터널 鋪裝工事의 概要

이 工事は 建設省近畿地方建設局 滋賀國道工事事務所에서 發注한 長等터널내의 콘크리트鋪裝工事이다.

이 터널은 <그림-2>와 같이 琵琶湖 湖畔에 가까운 國道 161 號 西大津 BY-PASS의 中央附近에 位置하고 天台寺門宗總本山 · 園城寺(通稱三井寺)가 있는 長等山을 貫通하는 터널이다.



<사진-1> 鋪裝版에서 採取한 코아



〈그림-2〉 長等터널 位置圖

全體計劃 4車線 가운데 暫定的인 2車線의 施工으로 터널延長 1,305m, 全幅 9.2m, 높이 6.85m, 步道幅員 1.3m이다.

1981년 가을 「비와湖 國體」까지는 供用될 수 있도록 하기 위해 現在突貫工事を 進行하고 있다.

이 鋪裝工事は 터널工事が 完成된 곳에서 부터 全延長의 約 $\frac{1}{2}$ 을 先行하는 方法으로 發注한 것이다.

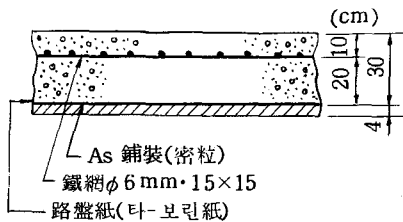
Ⅲ. 工事内容

- 〈工事名〉 長等터널鋪裝工事(國道 161號)
- 〈施工者〉 東京鋪裝工業(株)
- 〈工期〉 延長 710m, 面積 5,940m²
 車道部 5,030m² (두께 30cm)
 步道部 910m² (두께 10cm)

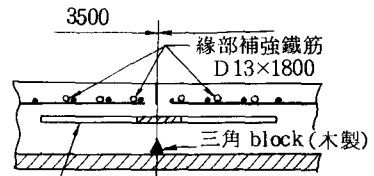
〈設計示方〉

- ① 콘크리트鋪裝슬래브두께 30cm (〈그림-3〉)

휨強度 $\sigma_{28} = 45 \text{ kg/cm}^2$ 以上

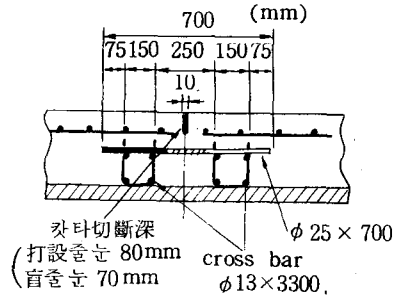


〈그림-3〉 車道鋪裝部의 断面



tie bar D ϕ 22mm \times 1000

〈그림-4〉 縱 縮 縫



카타切斷深 (打設줄눈 80mm 打設줄눈 70mm) cross bar ϕ 25 \times 700 ϕ 13 \times 3300

〈그림-5〉 收縮縮縫(打設)

- 슬럼프 2.5cm
- 骨材最大粒徑 40mm
- ② 上層路盤 密粒아스콘 두께 4cm
路盤紙(타-보린紙使用)
- ③ 縮縫工

縱縮縫 카타줄눈: 幅 1cm, 깊이 7cm (〈그림-4〉).

타이바 ϕ 22mm, 길이 1.0m

三角材使用(支持는 直接 아스팔트鋪裝面에 박음)

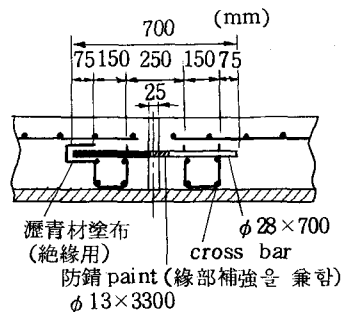
橫縮縫 收縮縮縫: 縮縫 10m

間隔, 幅 1cm, 깊이 7cm

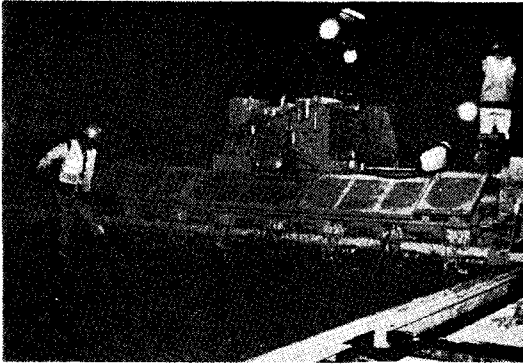
打設縮縫: 縮縫 30m 間隔, 幅 1cm,

깊이 8cm (〈그림-5〉), slip bar

ϕ 25mm, 길이 70cm



〈그림-6〉 膨脹縮縫



〈사진-2〉 콘크리트 휘니사의 다짐

膨脹줄눈: 坑口에서 20m의 位置에
1개소뿐(〈그림-6〉), slip bar
φ 28mm, 길이 70cm

④ 施工條件

콘크리트鋪裝 1回全幅完成機械施工
슬럼프 2.5cm ± 1cm
平坦性 2.0mm 以下(標準偏差)

IV. 使用機械

1. box spreader 川崎重工業(株)製

形式 CB-S
박스容量 3.0m³
全長 5,365 m
鋪裝幅 3.5~8.5 m
全高 3.05 m
重量 17.0t
走行速度 15~30m/min

2. 콘크리트휘니사 川崎重工業(株)製

形式 KSF 75 A
全長 8.35m
鋪裝幅 3.0~7.5 m
全高 1.66 m
重量 9.5t
走行速度 1~4m/min (低)
1~20 m/min (高)
first 스크리트 70 rpm (回轉數) 回轉式

(〈사진-2〉)

振動다집기(vibrator) 4,000 cpm (振動數)
有效幅 300mm
finishing 스크리트 摺動數 70회/min

3. 콘크리트 레벨라(縱型表面 마무리機)

川崎重工業(株)製
形式 KCL 85 A
全長 5.05 m
鋪裝幅 3.5~8.5 m
全高 1.5 m
重量 5.0 t
走行速度 1.0~22.5 m/min
스크리트 길이 3.4 m, 幅 0.3 m, 橫行速度 8.6 m/min, 摺動數 50회/min

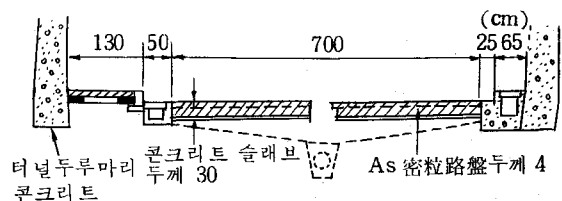
4. 振動줄눈切斷機 기다까製作所(株)製

形式 기다까 振動줄눈切斷機
줄눈幅 9~11mm
鋪裝幅 3.5~7.5 m
全高 1.05 m
重量 800 kg
走行速度 人力走行

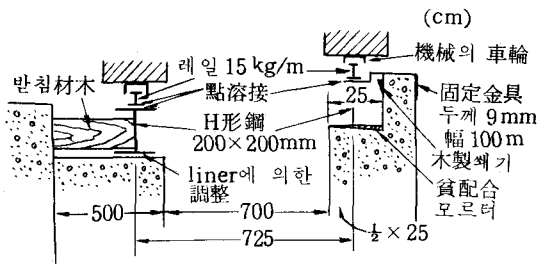
V. 鋪 設

1. 鋪設의 準備

이 工事에서 第一苦悶을 하고 또 勞苦를 한 것은 〈그림-7〉에서 보는 바와 같이 排水工, 歩道工 등의 工事が 이미 完成된 터널내의 構



〈그림-7〉 一般斷面圖



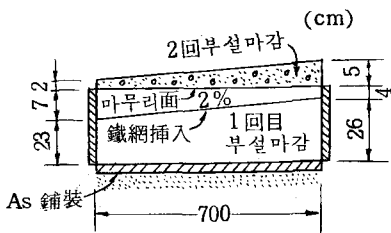
〈그림-8〉 레일의 設置

造物사이에 들어가 콘크리트 鋪裝工事を 위한 機械를 走行시켜야 했던 점이다. 鋪設機械는 위로 올리면 울릴수록 不安定하게 되므로 平坦性에 대한 影響이나 박스프레다와 같이 重量(機械 重量 17t, 콘크리트 $3\text{m}^3 \times 2.4\text{t}/\text{m}^3 = 7.2\text{t}$ 計 24.2t)의 作業過程에서는 橫方向衝擊에 대한 不安定 등이 念慮되었다. 그렇다고 이미 完成된 構造物을 부술수도 없으므로 〈그림-8〉과 같이 200×200mm의 H形鋼 2本을 縱으로 配置해 全體를 들어올려 이 H形鋼의 위에 15kg/m의 레일을 溶接하여 固定시켰다. 그러나 橫方向의 荷重에 대해 轉倒의 念慮가 있으므로 〈그림-8〉과 같이 側溝에서 金具로 橫方向固定도 하고 나무반침이나 쇠기를 넣어 H形鋼의 安定을 꾀하였다.

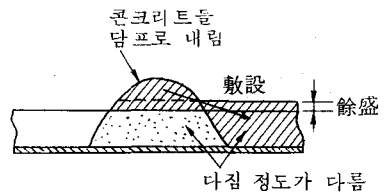
또 既設의 콘크리트 構造物 마무리와의 調整을 위해 傾斜가 있는 街渠(右側)에는 上面에 종이를 간후 貧配合의 모르타를 敷設하였다. 平坦한 側溝(左側) 上面에는 鐵板의 라이나(liner)를 挿入하면서 計劃高에 精密하게 맞추었는데 대단히 많은 手作業이 隨伴되었다.

2. 餘 盛

콘크리트 鋪裝의 마무리面은 〈그림-9〉와 같



〈그림-9〉 콘크리트의 餘盛

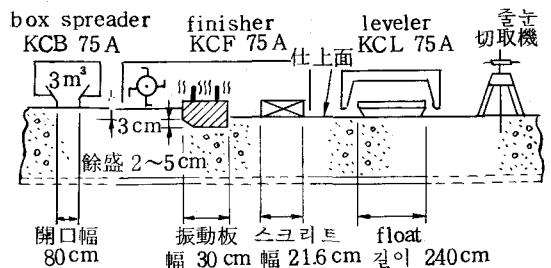


〈그림-10〉 路盤에 直接 내린 콘크리트

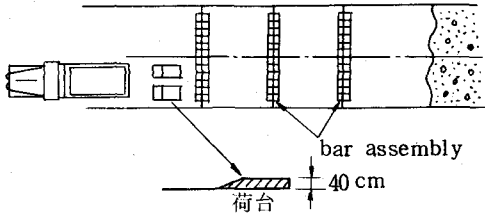
이 2%의 橫斷片勾配가 주어져 있다. 콘크리트가 다짐될 때의 콘크리트 沈下量과 높은 곳의 콘크리트가 낮은 곳으로 흘러 내릴 것을 考慮해서 마무리面의 基準인 街渠의 높이에서 〈그림-9〉와 같이 5cm 및 2cm 높이의 餘盛을 하였다. 이 餘盛은 試驗鋪裝의 結果에 따라 實施하였는데 콘크리트의 굳은 程度나 最大粒經에 의해서 틀리게 된다.

3. 敷 設

콘크리트를 敷設할 때 일단 路盤上에 直接 콘크리트를 부려내리고 이를 敷設하면 〈그림-10〉과 같이 直接 부려 내린곳과 敷設로 넓게 퍼진部分과는 도저히 같아질 수가 없어 처음부터 같은 餘盛을 한 것으로는 沈下의 程度가 달라져 平坦性에 問題가 생긴다. 그래서 이 鋪裝에선 어떻게 해서든 박스프레다와 같이 일단 박스에 받은 콘크리트를 均等하게 敷設하는 것이 좋겠다는 생각에서 박스프레다의 使用을 計劃하였다. 鋪裝機械의 組合은 〈그림-11〉과 같다. 本 工事에서는 터널内部이기 때문에 많은 機械를 投入하면 排氣가스에 의해 作業員의 건강을 해치기 때문에 될 수 있는 限 機械를 적게 投入했다. 따라서 콘크리트 運搬트럭은 〈그림-12〉와 같이 荷台車 2臺를 設置하고 약 40cm



〈그림-11〉 鋪裝機械의 配置



〈그림-12〉 덤프트럭의 荷台

덤프트럭의 後輪을 높게 했으며 2회에 나누어 box 에 짐을 내리게 했는데 벨트푸레샤와 같이 橫取機를 使用하지 않았다. 단, bar assembly를 配置하는 關係로 해서 〈그림-12〉와 같이 콘크리트 打設개소에서 50 m 떨어진 곳에 台車를 놓고 콘크리트를 box 에 내려 50 m 구간은 box 自體가 싣고 走行한다.

이 方法으로는 콘크리트를 내릴 때 衝擊으로 box 에 荷重이 過重하게 걸리는 등 콘크리트를 適當하게 나누어 打入할 수 있을까 하는 念慮도 있었으나 생각보다는 어려움 없이 施工되었다. 敷設은 위에서 부터 10 cm 아래에 멧쉬(mesh) (ϕ 6 mm, 15 × 15 cm)를 挿入해야 되므로 2層으로 나누어 박스스프레다로 敷設하였다.

4. 다 짐

콘크리트 슬래브두께가 30 cm, 餘盛을 포함 34 cm, 더욱이 된비빔한 콘크리트이므로 1層 다짐으로서는 若干의 念慮도 되었으나 새로운 機械에 의한 試驗鋪裝을 통해 어느 程度 自身을 얻게 되었으므로 2層부설 1層다짐으로 施工을 始作했다. 施工個所에 따라 採取한 코아에 서는 若干의 blow hole이 있었으나 〈사진-1〉과 같이 아래까지 잘 다져져 있었다. 총수 5本の 코아를 뽑았으나 모두 같았으며 國產휘니샤의 表面振動方式(〈그림-1〉의 (b))도 30 cm 두께의 콘크리트를 다짐하는데 充分한 確信을 얻었다.

5. 平坦性

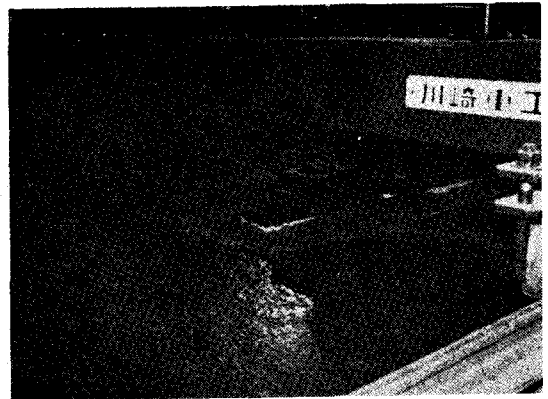
아스팔트鋪裝에 비해 平坦性이 떨어진다고 말 하는 콘크리트鋪裝이긴 하나 最善의 노력으로

좋은 平坦性의 마무리를 하고 싶었다. 박스스프레다를 使用해 餘盛을 넣어 조심스럽게 敷設하고, 特別히 測點마다 기준틀로부터 水準을 各點에 끌어 敷設높이를 查檢했다.

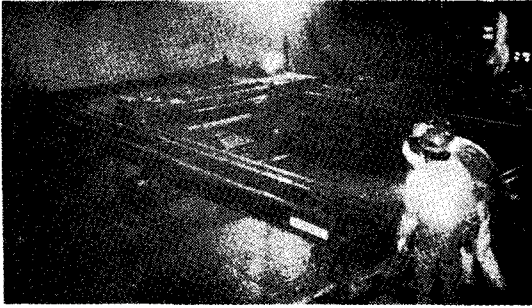
콘크리트는 〈사진-2〉와 같이 휘니샤의 first 스크리트(回轉式)로 調整해 finishing 스크리트(휘니샤의 뒤에 붙어있는 傾斜마무리機)도 平坦하게 마무리 되었다. 마무리의 平坦性은 좋게 되었으나 finishing 스크리트 前에 모여지는 콘크리트의 過不足으로 고생했다. 이 裝備위를 leveler의 길이 3.4 m 縱 float에 의해 다시 平坦性을 올리도록 길이의 約 $\frac{1}{2}$ 을 겹치게 마무리 했다. 시멘트 量이 379 kg/m³으로 많은 탓인지 極히 plastic하여 마무리 하기는 쉬웠으나 〈사진-3〉과 같이 表面의 모르터가 float에 의해 兩側에 모이게 되므로 이의 除去와 이 部分의 마무리가 手作業으로 되어 作業員을 意外로 많이 쓰게 되었다.

平坦性에 대해서는 建設省方式의 길이 3 m 定規에 의해 1.5 m 마다의 凹凸量을 全線에 대하여 測定한 結果 標準偏差值로 0.77 mm라는 좋은 結果였다. 이 値는 아스팔트鋪裝의 平坦性에 떨어지지 않는 數值였다. 단, 施工場所가 터널內이고 1日의 施工延長이 100 m 程度에 不適當한 때도 있어 比較的 鄭重히 施工한 結果라고 하겠다.

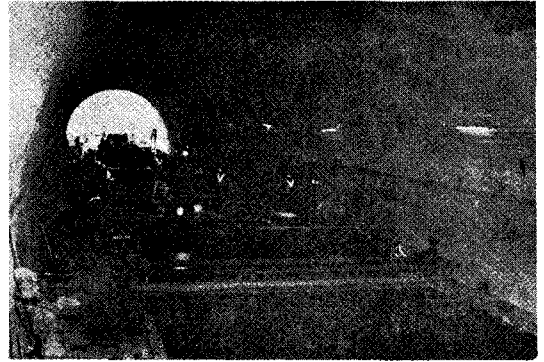
6. 打設줄눈



〈사진-3〉 leveler의 float 마감



〈 사진 - 4 〉 leveler 全景



〈 사진 - 6 〉 施工機械群의 後景



〈 사진 - 5 〉 打設줄눈에 아스베스트를 마무리면에 가득히 挿入

터널內的 鋪裝이고 너무 溫度變化가 없어 처음에는 打設줄눈이 불필요한 것으로 생각되었으나 示方書에도 規定되어 있었으므로 最善을 다해 橫斷줄눈 間隔 10m 중 30m마다 設置했다. 다른 줄눈은 1.5日中에 칼다로 切斷하는 것으로 했다. 打設줄눈의 位置를 leveler 앞에 갓다놓고 打設하고 그 위에 leveler 를 通過케 하는 것이 平坦性에 있어서는 좋을 것이나 leveler의 float가 눌러버릴 念慮가 있어 leveler 다음에 가져다 놓고 若干의 凹凸은 hand float로 고쳤다.

〈그림-11〉과 같이 콘크리트表面에 두께 9mm의 鐵板에 줄눈切斷칼을 振動시키면서 깊이

8mm까지 눌러 넣는다. 빨 때는 振動을 정지하고 조용히 칼을 빼면 깨끗한 溝가 된다. 이 溝에 길이 1m, 두께 9mm, 幅 80mm의 아스베스트板을 手作業으로 挿入한다. (〈사진-3〉參照)

아스베스트板은 길이 7m를 3本程度되게 자르면 좋을 것으로 생각된다. 그 다음으로는 2~3일 經過후에 칼다로 挿入한 줄눈板위를 바르게 切斷해서 seal 材로 封合한다. 아스베스트板을 넣은 줄눈位置를 거꾸집 또는 콘크리트板위에 正確하게 表示해 두지 않으면 切斷位置를 틀리게 하는 수가 있으므로 施工中에 줄눈位置를 남겨두는 것이 重要하다.

7. 施工人員

各 機械에는 operator 1人式 計 3人이며 施工을 위한 作業員數는 〈表-1〉과 같다.

이 중에서 휘니샤의 휘니싱스크리트 혹은 leveler의 float 등에 의한 마무리를 할 때 아무래도 콘크리트의 過不足이 되고 leveler의 float 마감에선 兩側에 모르터를 붙이므로 이런 것들의 除去 또는 이 부분의 手作業마무리에 意外로 많은 품이 들었다. 또한 새로운 機械도 있었으므로 신중을 기한데서 人員이 많이 든 것으

〈表-1〉

1日의 作業員數

guard man	台 車	mesh 부설 三角材, 타이바 slip bar, box 補助	휘 니 샤		leveler 스마리트	振動줄눈 切取機 마 무 리	養 生	合 計
			로타리	스크리트				
1	1	4	2	2	2	5	1	18名

로 보아지며 guard man 을 포함 14~15人으로 充分하다고 생각된다.

8. 單位시멘트量

시멘트量에 있어서는 發注者로부터 浬強度 45 kg/cm² 가 要求되고 있으나 레미콘業者는 새로운 JIS 에 浬해 379kg/m³ 이 되어버려 다소 많이 든 감이다. 1980 年版의 「시멘트콘크리트 鋪裝要綱」에선 시멘트 量을 280~350kg/m³의 범위를 표준으로 하게끔 정하였다. 이것도 종래에 사용해온 280~340kg/m³ 를 10kg만 다르게 한 것이다. 이에 대해 要綱에선 「骨材事情 등을 考慮한 끝에 機械設備 즉, slump 2.5cm의 콘크리트를 대상으로 하여 配合強度 52kg/cm² (浬強度 45kg/cm² × 割増係數 1.15)을 얻기 위한 標準을 表示한 것이라고 說明되어 있다. 그러나 單位시멘트 量을 많이 하면 비경제적일 뿐만 아니라 plastic crack, 온도 crack 등이 發生할 우려가 크므로 所要의 品質이 얻어지는 範圍에서 單位시멘트 量은 적게하는 것이 重要하다.」고 記述하고 있다.

本 工事와 같이 시멘트 量이 比較的 많은 경우에는 crack 등의 문제도 있으나 장래 表面이 마모되었을 때 미끄러지기 쉽게 될 念慮가 있다고 생각된다. 레미콘工場에서 搬入하는 이상 JIS A 5308의 레미콘 示方에 의하지 않을 수 없으므로 變動係數에 대응한 割増係數가 큰 레미콘의 경우 시멘트 量이 많아지므로 어쩔 수 없다 하겠다. 그러나 鋪裝콘크리트에 대해서는 鋪裝要綱의 표준에 의해 시멘트 量을 줄일 수 밖에 없지 않은가 콘크리트의 浬強度 結果는 <表-2>와 같다.

VI. 結 論

國産콘크리트 鋪裝機械만을 使用해 施工하는 것에 대해서는 多少 不安이 없는 것도 아니었다. 특히 중요한 다짐能力, 마무리면의 平坦性, 打設能力, 新機械이기는 하나 能力保持에 대한 耐久性 등에 대한 것이 不安의 要素였다. 言及한

<表-2> 콘크리트의 浬強度

打設 月日	浬強度 $\sigma = 45 \text{ kg/cm}^2$ 以上					試驗 月日
	1	2	3	平均	摘要	
1月27日	56.0	61.3	58.7	58.7		2月24日
2/14	64.0	54.7	56.3	58.3		3/14
2/16	53.0	56.7	55.3	55.0	午前 午後	3/16
	56.0	55.7	58.7	56.8		
2/17	56.7	59.0	61.0	58.9	"	3/17
	52.7	55.3	54.7	54.2		
2/18	59.0	68.3	62.0	63.1	"	3/18
	59.3	60.3	56.7	58.8		
2/19	63.7	53.3	57.3	58.1	"	3/19
	61.7	52.0	57.0	56.9		
2/20	53.7	60.7	56.0	56.8	"	3/20
	59.3	58.0	59.7	59.0		
2/21	59.3	62.7	64.7	62.2	"	3/21
	63.7	62.7	62.3	62.9		
2/24	60.7	56.7	57.3	58.2	"	3/24
	62.0	60.7	59.3	60.7		
平均				58.66		σ_{max} 68.3 σ_{min} 52.0

바와 같이 機種에 의한 施工經驗도 없으므로 잘 몰랐으나 이번 施工으로 밝혀진 能力은 거푸집을 병행한 施工方法에서 대체로 7.0~7.5m幅의 콘크리트 슬래브로 歐州方面에서는 500m/日, 日本에서는 300~400m/日 程度라고 알고 있다. 打設能力에선 터널内라는 浬약점으로 해서 最大能力에 도달하지 못했다.

다짐能力에선 1層 30cm까지는 잘 다져진 確信을 얻었고 國産機械라도 신중히 施工하면 아스팔트 鋪裝級의 平坦性을 얻을 수 있다고 생각된다.

다음은 粗面마무리의 程度이나 強하게 일구면 騒音問題에 關係되므로 이번에는 強하게 일구지 않았다. 미끄럼과의 關係에서 다시 強하게 일구든가 또는 brushing grooving 과 같이 콘크리트가 묽을 때에 鐵線 등의 부러쉬로 콘크리트의 속까지 杼서 넣고 溝를 끄는 것과 같은 方法을 杼하든가 아니면 다른 研究가 必要하다.

마지막으로 이번 工事에서 建設省滋賀國道工事 事務所의 여러분으로부터 받은 따뜻한 指導에 대해 감사하고 있다. ♣♣