

歐美의 콘크리트 鋪裝 (上)

~輕交通 콘크리트 道路~

岩 間 滋

〈日本道路株式會社 顧問〉

朱 永 淵(譯)

〈高麗시멘트製造(株)專務理事〉

編輯者註: 文化가 발달함에 따라 道路의 重要성은 날로 더해 가고 있다. 이와 같은 道路는 지금까지 아스팔트 鋪裝에 依存해 온 것이 그 대부분이었으나 立地條件에 따라 콘크리트 鋪裝도 상당히 늘어나고 있다. 특히 최근에는 세계적으로 衝擊을 주고 있는 油類波動으로 인하여 아스팔트 鋪裝費用이 急上昇함에 따라 콘크리트 鋪裝에 대한 관심이 더욱 높아지고 있는 現時點에서 日本道路株式會社 顧問으로 있는 「岩間 滋」氏의 「歐美 콘크리트 鋪裝」에 관한 調查報告書(日本시멘트協會刊, 「道路とコンクリート」, 1980. 9. No. 49, p. 26)는 우리에게도 도움이 되리라 믿는다. 奔忙한 가운데에서도 本報告書의 翻譯을 흔쾌히 맡아 주신 高麗시멘트 朱永淵專務理事와 專門用語에 관하여 그림까지 그려 가면서 상세하게 풀이해 주신 韓國鋪裝建設株式會社 金三來氏에게 衷心으로 감사를 드린다.

1. 序 言

日本시멘트協會의 道路對策專門委員會(柳田 力委員長)에서 1978년까지의 日本道路現況을 調査한 바에 의하면 地方道路의 콘크리트 鋪裝이 意外로 많으며(1977년 4월 1일 현재 22,174km로서 總延長 938,000km의 8.1%, 그리고 1,000㎡ 이상의 鋪裝用 콘크리트 出荷는 레미콘 基準으로 地方이 1,159件中 381件인 33%, 都道府縣이 292件으로 25%) 農村道路에서도 콘크리트 鋪裝이 되고 있음에 자극되어 79년 9~10월에 輕交通 콘크리트 鋪裝의 海外(美國, 西獨, 스위스, 오스트리아) 調査를 實施한 바 그 內容을 3회에 걸쳐 要約, 紹介하는 바이다.

2. 輕交通道路에 있어서의 콘크리트 鋪裝

輕交通道路란 무엇을 意味하는지 어려우나 대체로 콘크리트版 두께가 20cm 이하의 道路라

고 理解하여 주기 바란다.

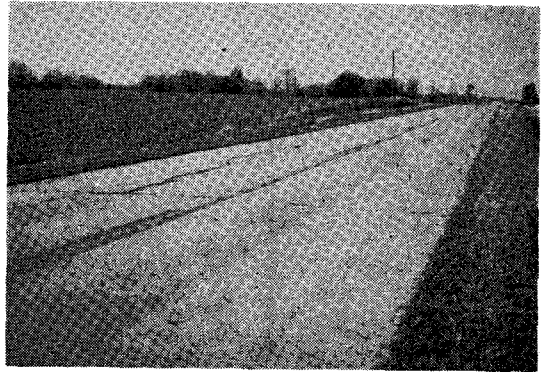
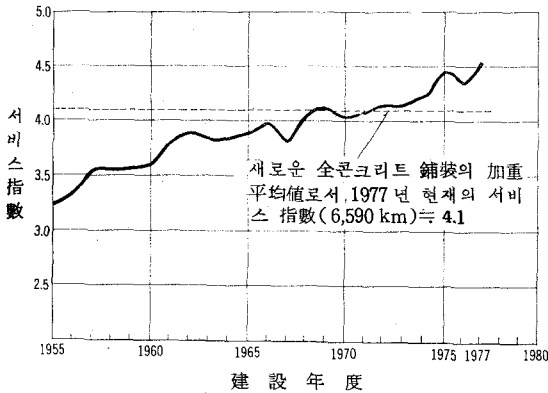
이번 調査에서 美國의 경우에는 카운티(county) 道路, 西獨 및 스위스에서는 農村道路를 主對象으로 하였다.

1) 콘크리트 鋪裝을 하게 된 背景

輕交通道路의 경우도 「黑이나, 白이나」의 選擇은 明確치 않다. 이 점에 있어서는 比較적 合理主義的인 美國에서도 各州에 의한 好, 不好가 있었던 것으로 보인다. 그러나 그 選好가 黑白의 優劣이 明確하지 않을 경우에는 發揮되지만 總計 코스트(total cost, 維持, 補修費를 包含한 費用)가 相違하는 등 優劣이 分명한 경우에는 發揮되지 않는다는 點에 있어서 역시 合理的이라고 생각된다.

2) 아이오아州에 있어서의 郡道路의 경우

美國中에서도 콘크리트 鋪裝이 많은 아이오아州의 경우는 1978년말에 6,700km의 콘크리트로 鋪裝된 카운티 道路(county road, 이하 郡



〈그림-1〉 1955~1977년 사이에 建設된 콘크리트 포장으로서 1977년의 서비스 지수 (아이오아州)

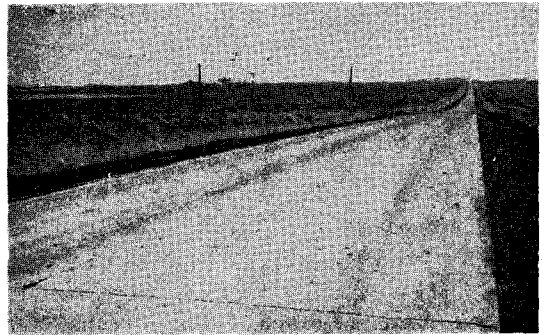
〈사진-1〉 아이오아州 그린郡에서 1951년에 施工한 試驗鋪裝의 一部(龜裂이 크게 생겼으나 아직도 通行에 지장이 없다)

道路라 表記)를 利用中인 바 이렇게 많은 콘크리트 포장을 하게 된 背景은 다음과 같이 要約될 것이다.

① 輕交通道路의 포장이 重交通의 경우보다 간단하지 않으면 안된다는 것이 확실하지만 그 結果가 너무나 多額의 補修費를 所要하게 되는 것이라면 있을 수 없는 일이다. 즉 얇아도 輕交通에 대하여는 破壞되지 않는 콘크리트 포장이 가능하다면 고려의 대상이 된다는 것이다.

② 輕交通道路에 콘크리트 포장을 하기 위한 試驗工事を 1951년 이후 종종 실시하였다. 그 結果 交通條件의 變化가 鈍한 경우, 換言하면 沿邊의 土地利用이 크게 變化하지 않는 경우(美國에서는 이 케이스가 많음) 충분히 耐久의임을 알았다. 그에 관한 追跡調査도 끊임 없이 실시되었다(〈그림-1〉).

③ 試驗施工의 成功에 자극되어 郡道路의 콘크리트 포장을 이때부터 延長하여 왔다. 그 反面 실제 콘크리트 포장의 工費節減에도 努力하였다. 「슬리프폼 페이퍼」(slipform paver)는 아이오아州의 그린郡에서 1954년에 탄생된 것으로서 지금은 郡道路뿐만 아니라 州道路까지도 사용하기에 이르렀다. 새로운 「화인 그레이더」(fine grader)(〈寫眞-4〉)의 採用도 큰 役割



〈사진-2〉 아이오아州 郡道 콘크리트 포장의 例 (아이오아州에서는 每年 鋪裝 공극을 실시하고 있는 바 이 포장은 1979년에 1등을 차지했다)

을 하게 된 것이라 생각되며 郡道路에 대한 請負工事單位를 크게 하는 努力도 促進役割을 한 것이라 생각된다. 그 結果 建設費는 매우 낮아서 〈그림-2〉에 나타난 바와 같이 「오일 쇼크」 이전에는 日貨 1,200엔/18cm- m^2 정도, 「오일 쇼크」 이후에는 1,800~2,200엔/18cm- m^2 정도, 最近에는 2,700~3,000엔/18cm- m^2 정도(1달러 220엔 換算)로 되어 있다.

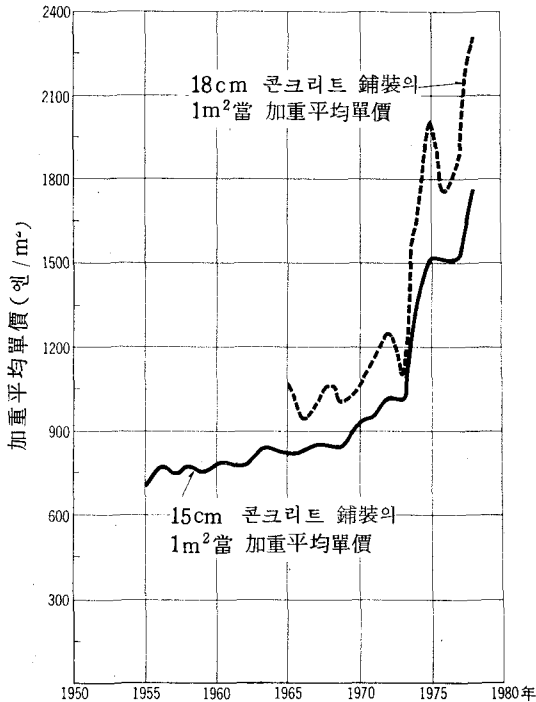
④ AASHO 道路試驗에서는 6.5~32cm의 콘크리트版을 試驗한 바 當初破壞 데이터 蒐集을 위해 加해진 얇은 콘크리트版이 꽤 많은 交通

량에도 견디는 것을 알았다.

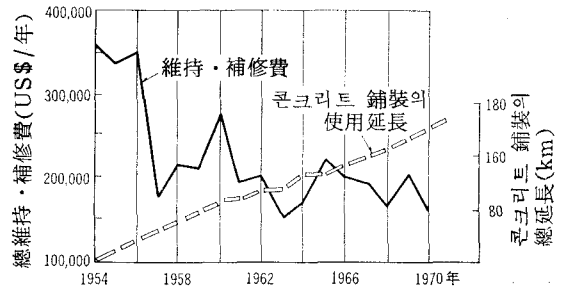
⑤ 美國에는 515萬km의 郡道路와 61萬4千km의 街路가 있는 바 그 $\frac{2}{3}$ 는 400臺/日 이하의 交通量밖에 없다. 그 反面 砂利道路의 서비스 수 준으로는 不滿意란 소리가 높아지고 있다.

이러한 背景下에서 비교적 많은 콘크리트 鋪裝을 郡道路 등에 採用하고 있는 州는 아이오아, 네브라스카, 일리노이, 미네소타, 미시간, 펜실 바니아, 노스다코다, 위스컨신 등의 北部에 있는 州들이다.

더우기 1951년에 試驗鋪裝한 콘크리트版 두께는 11.5cm, 13cm 및 14cm의 3種類였고 1979년의 서비스 指數는 3.5 정도(〈表-1〉)였으며 최근에는 15cm와 17.5cm의 2種類가 많아진 것으로 생각된다. 그에 따른 交通量은 大略 1,000臺/日 이하(大型車 混入率 30% 이하)로 고려되고 있는 것 같다. 그리고 콘크리트 鋪裝이 全 郡道路의 維持·補修費를 減少시켜온 사실에 관해서는 〈그림-3〉을 參照해 주기 바란다.



〈그림-2〉 아이오아州 콘크리트版 單價의 推勢 - 補助道路(郡道路)의 落札單價 -



〈그림-3〉 總維持·補修費의 推勢(아이오아州 그린郡)

3) 스위스 農村道路의 경우

美國 다음으로 콘크리트 鋪裝이 많다고 印象을 받은 스위스에서는 地方道路의 콘크리트 鋪裝은 333km로 적으나 農村道路에서는 이미 1,200km에 이르고 있다. 스위스의 農村道路에서 콘크리트 鋪裝을 하는 것은 다음과 같은 理由라고 한다. 그들 理由의 거의가 西獨의 圃場整備事業에서 말하고 있는 것과 거의 같다.

① 콘크리트版은 荷重分散效果가 커서 路盤을 얇게 하거나 省略할 수가 있고 泥炭의 위에서까지도 가능하다.

② 콘크리트版은 車輛의 通行으로 자국을 일으키지 않는다(農村道路는 스파이크 타이어가 通行하지 않음). 거꾸로 幅이 좁은 農村道路에서는 아스팔트 鋪裝道路와 砂利道路의 경우 車輛通行에 의한 자국이 많다.

③ 콘크리트 鋪裝은 浸水에 強하다.

④ 콘크리트 鋪裝은 손일(人力作業)로도 可能하다.

⑤ 콘크리트 鋪裝은 維持費가 거의 不必要하다.

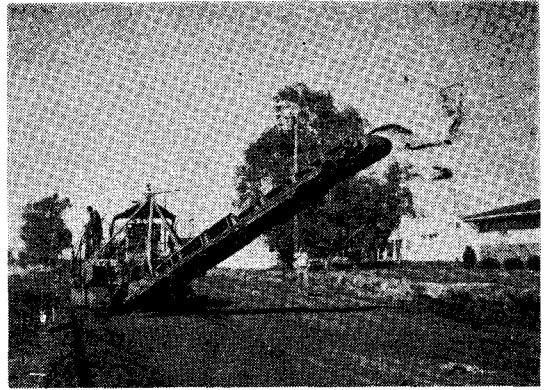
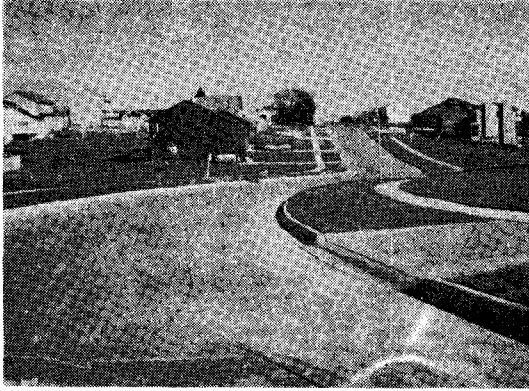
⑥ 凍上防止層을 없애고서도 콘크리트版은 融解期에 少量의 交通量을 堪耐한다.

3. 輕交通道路에 있어서의 콘크리트 鋪裝의 設計

1) 美國의 設計

① 幅員

日平均交通量 750臺로 區分하여 콘크리트版



〈사진 - 3〉 아이오아州的 首都 디모인市 郊外住宅 地의 콘크리트 鋪裝(自轉車道路도 콘크 리트 鋪裝)

幅 6.6 m와 7.2 m, 路肩幅 1.2 m와 1.8 m를 사 용하고 있는 例가 많다.

② 콘크리트版 두께

地方道路에서는 15~20 cm가 많고 街路에서는 12.5~17.5 cm가 많다. 두께의 設計에는 PCA의 方法, AASHO의 方法이 잘 쓰이고 있다. 그 로부터 逆算하면 15 cm 두께의 콘크리트版이 감 당할 수 있는 交通量은 大型車 50~100臺 / 日 로서 35 년간, 100~200臺/日로서 20 년간 정 도이다. 콘크리트版의 斷面은 等厚斷面으로 統

〈사진 - 4〉 「확인 그레이더」에 의한 路床 마무리 工事(路盤을 設置 前에 그 위에 직접 콘크리트版을 打設하고 있다)

一되어 있으나 街路에서는 콘크리트 緣石을 함 께 施工할 것을 권장하고 있는 바 이것이 비교 적 얇은 版厚를 可能하게 하는 一要因이 된 것 으로 생각된다.

③ 路 盤

輕交通道路의 鋪裝은 既存의 砂利道路에다 施 行하는 일이 많아서 整形後의 砂利層이 路盤이 된다. 이에 대하여 새로운 住宅地에 만들어지는 街路 등에서는 新設工事が 되나 그 경우에는 路 床이 分明히 粘性土로 되어 있어 路盤 없이도

〈表 - 1〉 1951년에 施工한 아이오아州 그린郡의 試驗鋪裝(10 區間)

No.	두께(cm)	鐵 網	收縮隴間隔 (m)	工 費 (US\$/平方야드)	延長 (m)	平均龜裂 間隔(m)	縱龜裂 100 m 延長當(m)	1954~1979年 平坦性의 惡化 (cm/km)
1	12.7	×	—	3.8	575	4.6	47	26
2	11.4	○	9	4.1	290	6.7	46	4
3	11.4	×	—	3.6	255	4.6	35	39
4	14.0	×	—	3.9	575	5.8	13	21
5	12.7	×	—	3.8	575	4.6	47	26
6	11.4	○	9	4.1	290	6.7	46	4
7	11.4	×	—	3.6	290	4.6	35	39
8	14.0	×	—	3.9	545	5.8	13	21
9	15.2	×	—	4.0	1,695	7.9	20	27
10	AE 콘크리트 15.2	×	—	4.0	1,670	6.4	42	26

註 : 幅 6.1m 타이 바 使用, 單位 시멘트量 277 kg은 共通, 블레인 콘크리트의 單位水量은 147 kg

콘크리트版을 打設하는 일이 의외로 많다고 느꼈다.

④ 콘크리트版의 構造

세로줄눈: 車線마다 「타이 바」(tie bar)를 附着한 盲줄눈이 많다.

膨脹줄눈: 構造物, 맨홀 등에 接하는 곳 이외에는 쓰이지 않는다.

收縮줄눈: 無筋이 많은 것으로서 3.7~4.5 m 이다. 鐵網을 사용하여 12 m 정도까지 延長하는 수도 있다. 不規則間隔(예컨대 3.5, 4.5, 3.75 m의 反復) 혹은 傾斜진 줄눈도 적지 않다. 卡特(cutter)로 자르는 盲줄눈 構造가 많다. 「슬리프 바」(sleep bar)는 無筋의 경우에는 거의 사용되지 않는다.

鐵 網: 無筋이 매우 많다.

⑤ 콘크리트의 配合

配合強度: 3 kg/cm^2 (材令 7日)부터 51.5 kg/cm^2 (材令 28日)까지 여러가지이다.

粗骨材의 最大 寸수: 40 mm가 많고 25 mm가 다음으로 많다.

스럼프: 2.5~10 cm

물시멘트比: 44~53 %

AE劑: 일반적으로 사용되고 있다.

2) 西獨의 設計

地方道路에서는 交通開放時點에서 積載5톤 이

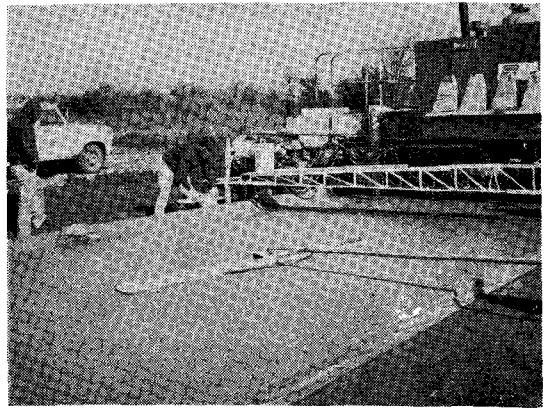
상 大型車의 日交通量 100臺 이하를 5級, 101~500臺를 4級으로 하고 있다. 歩道에서는 軸荷重 10톤, 「탄뎀」(tandem) 軸荷重 16톤이 通行하는 경우는 5級에 準하고 그 이하에서는 例外規程을 쓰고 있다.

① 콘크리트版 두께

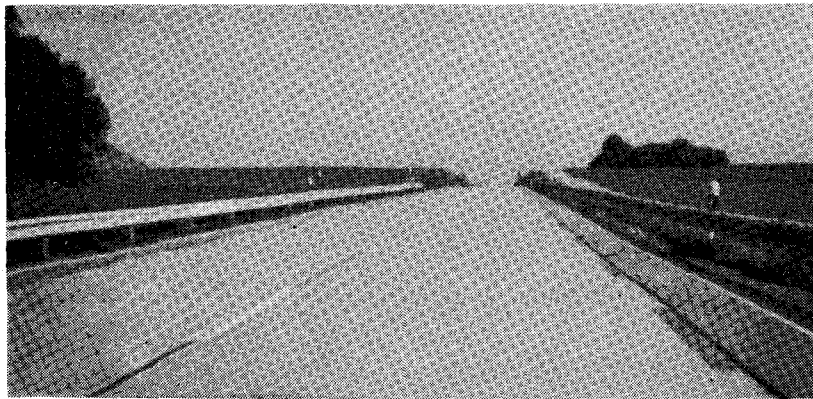
4級은 18 cm, 5級은 16 cm(例外로서 14 cm)이다.

② 路 盤

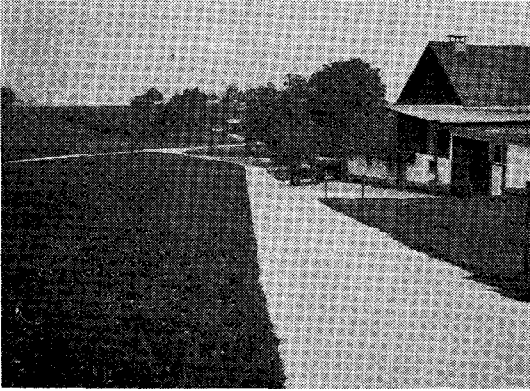
4, 5級 共通으로 12 cm의 碎石層, 가끔 15 cm의 砂利, 砂層 또는 20 cm의 「크랏샤런」層. 非凍上性材料의 全두께는 4級이 60 cm 이상, 5級이 50 cm 이상이다.



< 사진 - 5 > 美國, 슬리프폼 페이버로의 施工(콘크리트와 綠石을 함께 打設하고 있다. 中央에 가는 모양의 「타이 바」가 붙은 줄눈이 보인다)



< 사진 - 6 > 스위스의 콘크리트 鋪裝一般道路의 例



< 사진 - 7 > 스위스 루체른州의 農村道路 콘크리트 鋪裝의 例

③ 콘크리트의 配合

28日強度는 4級이 45 kg/cm^2 , 5級이 40 kg/cm^2 이며 空氣量은 모두가 4%이다.

④ 콘크리트 블럭 鋪裝

西獨에서는 戰車의 通行이 많으며 그러한 農村道路에서는 부득이 블럭 鋪裝을 하고 있다. 이 경우 콘크리트 블럭의 두께는 8cm, 砂層은 3cm, 20cm의 碎石層 그렇지 않으면 25cm의 砂利·砂層 또는 35cm의 크랏사런層으로 하고 있다. 다만 블럭 鋪裝이 콘크리트 鋪裝보다 高價임은 말할 것도 없다.

3) 스위스의 設計

스위스의 設計는 輕交通에 대하여 콘크리트版 두께를 얇게 하는 것 이외에는 材料, 構造 등 거의 모두가 重交通의 경우와 同一한 點에 특징이 있다.

① 콘크리트版 두께

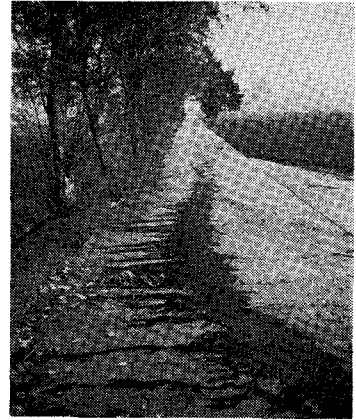
14cm가 많고 15cm가 그 다음으로 많다.

② 路盤

西獨과 같은 모양의 路盤을 採用하고 있으며 이것을 省略하는 일은 없다.

③ 콘크리트版의 構造

盲출눈 間隔은 6m(標準) 때로는 3m(泥炭



< 사진 - 8 > 스위스 農村道路 콘크리트 鋪裝의 例 (浸水되기 쉬운 區間이라고 함)

地), 膨脹출눈은 대체로 하루에 施工한 길이를 기준으로 하여 100m 이하이다. 콘크리트版의 幅은(農村道路에서는) 3m와 4.5m의 두 종류가 많다.

④ 콘크리트의 配合

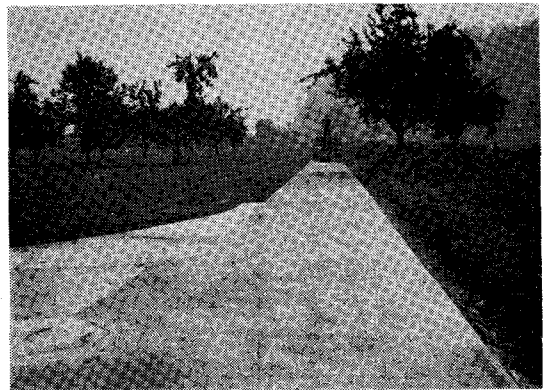
28日 強度가 49 kg/cm^2 , 壓縮強度가 340 kg/cm^2 이다.

4. 輕交通道路에 있어서의 콘크리트 鋪裝의 施工

1) 美國의 施工

① 路床·路盤工

既存의 砂利道路를 鋪裝하는 경우나 新設의



< 사진 - 9 > 스위스 農村道路 콘크리트 鋪裝의 例 (交叉部의 이음 部分은 標準設計에 따라 산뜻하게 施工되고 있다)

경우에서도 「화인 그레이더」가 한번 通過하는 것으로 整形에서 끝맺음까지 施工해 버리는 방법이 많이 눈에 띄었다.

② 콘크리트版工

「슬리프폼 페이퍼」가 郡道路에서 發明되었음을 말해주듯이 「슬리프폼 페이퍼」에 의한 施工이 壓倒적으로 많다. 그 能力에 알맞게 콘크리트는 大規模의 中央混合所에서 이겨진다. 郡道路에서는 2車線用的 「슬리프폼 페이퍼」가 많으나 오래된 1車線用的 것도 사용되고 있다. 街路 등에서는 콘크리트 緣石을 함께 打設할 수 있도록 改造되어 있다. 그 외에 表面 마무리에서나 膜養生에서는 施工의 簡略化에 最大限의 努力을 기울이고 있다.

2) 西獨의 施工

西獨의 경우 「슬리프폼 페이퍼」는 皮絨社製의 것을 4級 이하의 道路에서만 사용하고 있다. 그런 意味에서 輕交通道路 또는 農村道路 콘크리트 鋪裝의 特徵으로서 「슬리프폼 페이퍼」가 지적될 수 있다. 그렇지만 거의다 「슬리프폼 페이퍼」를 사용하고 있다기보다는 오히려 거푸집 施工이 過半數를 차지하고 있다.

西獨의 第2의 특징은 高性能減水劑의 사용에 의한 流込 콘크리트의 사용 증대라 할 것이다. 이 경우의 高性能減水劑는 基準 콘크리트에 追加하여 現場配合方法을 取하고 있는 것으로서 거의다 「컨시스턴시」의 增大를 目的으로 한 것이며 따라서 人力施工(템퍼나 振動 바리에 의한)과 結付되어 있다.

이 외에 容積計量과 人力施工의 許容 및 天幕의 省略 등도 輕交通道路 콘크리트 鋪裝의 특징일 것이다.

3) 스위스의 施工

西獨(韃靼社)製 「슬리프폼 페이퍼」도 이용하고 있으나 거푸집 施工이 壓倒적으로 많다. 農村道路에 있어서의 거푸집 施工의 標準은 다음과 같다.

- ① 機械 : 로더 1臺, 용보우 2臺, 小型(1 m²) 덤프 트럭 2臺 정도. 덤프 트럭의 車輪은 매우 大型으로서 接地壓力을

낮게 規制하고 있다.

- ② 人力 : 8~10人 정도

- ③ 日施工量 : 3.5 m × (60~90 m)로서 35~50 m²/日

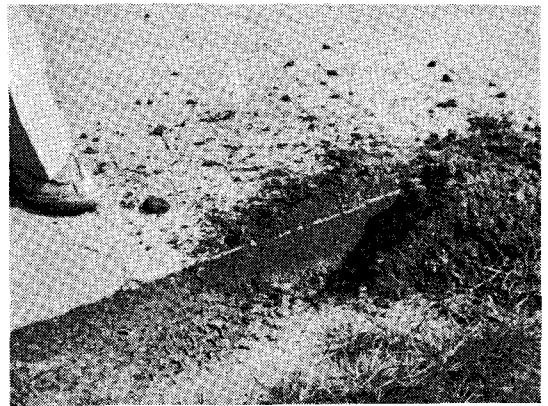
5. 輕交通道路에 있어서의 콘크리트 鋪裝에 관한 所感

이번 調査로서 콘크리트 鋪裝이 輕交通道路에 있어서 意外로 많음을 느꼈다.

日本에서 輕交通道路에 콘크리트 鋪裝을 할 것을 檢討한다면 먼저 다음의 條件들을 고려해야 할 것이다.

- 1) 沿道の 土地利用形態가 비교적 長期間 변화가 없고 장래의 交通條件이 確實하게 豫測되는 경우
- 2) 機械施工이 分明히 利便한 方策이 아닐 경우
- 3) 縱斷勾配가 심하여 아스팔트 鋪裝의 施工이 거북스러운 경우
- 4) 浸水되기 쉬운 場所

이 외에 1)의 條件에 알맞은 곳은 幹線道路에서는 극히 적으나 地方에서는 결코 적지는 않다고 생각된다. 그런 뜻에서 輕交通道路에 있어서의 交通荷重調査는 꼭 필요하고 그 결과는 콘크리트 鋪裝이나 아스팔트 鋪裝 또는 砂利道路를 가릴 것 없이 有用한 일이 될 것으로 생각된다(다음 號에 계속).



< 사진 - 10 > 西獨의 콘크리트 블럭 鋪裝의 例(콘크리트 블럭 鋪裝은 歩道로서도 좋지만 戰車가 通過하는 場所에서는 農村道路에도 사용되고 있다)