

Slip-form paver에 의한 콘크리트鋪裝의 施工

李 啓 郁
 <韓國道路公社 建設事業部>

1. 序 論

道路鋪裝에서 아스팔트鋪裝이 좋으나, 콘크리트鋪裝이 좋으나 하는 問題는 先進外國에서는 이미 50年代 初半부터 아스팔트 및 시멘트의 製造業界와 裝備製作業界를 媒介體로 하여 論難을 벌여왔다. 그러나 現在까지도 “white”나 “black”이나 하는 問題에 대하여 結論을 내리지 못하고 있으며 이것은 各各이 따로의 長短點을 갖고 있기 때문에 兩者를 比較한다는 自體가 있을 수 없는 일이라고 이야기하고 있기도 하다.

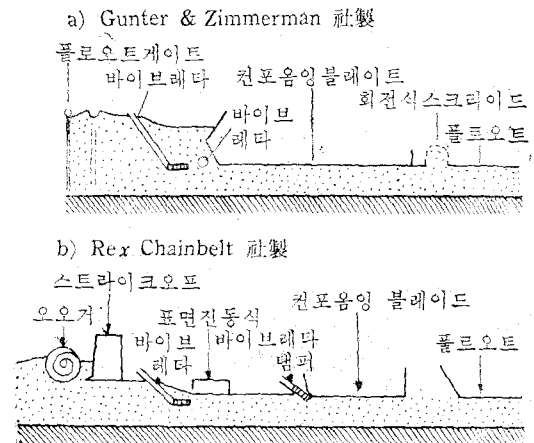
先進外國에서는 道路鋪裝에서 콘크리트鋪裝의 施工實績이 많은 반면에 이제까지 우리나라의 경우에 高速道路의 本線에 콘크리트鋪裝이 施工된 적이 없으며 現在까지의 實績으로는 金浦街道의 一部와 墨湖~三陟間高速化道路가 있을 뿐이다. 그리고 이것도 在來式方法에 의해 施工되어 施工技術面에서도 아직까지는 뒤떨어지고 있다.

그러나 우리나라의 경우 原油로부터 생긴 하나의 生成物이라고 하나 아스팔트는 輸入에 의존하고 있는 반면 시멘트는 國內에서 많은 量이 생산되고 있을 뿐아니라 外國에까지 輸出하고 있는 실정을 감안한다면 機械化施工에 의한 콘크리트鋪裝의 施工技術을 改善시켜나가 試驗區間을 設定하여 한번 試圖해 보는 것도 國家的으로 봐서 意義있는 일이라 하겠다. 본글에서는 外國에서 새로이 開發되어 사용되고 있는 슬리프 폼 페이버(Slip-form paver)에 의한 콘크리트鋪裝의 施工에 대해 소개하고자 한다.

2. 概 說

콘크리트鋪裝의 施工에서 이제까지는 人力에 의해 前近代의인 方法을 사용해 오다가 工事量의 增加에 따라 裝備化되어 거푸집을 사용하여 스프레더(spreeder), 피니셔(finisher), 표면 마무리機 등의 施工機械를 組合하여 행하여 왔으며 이를 세트 폼(set-form) 工法이라 부르고 있는데 現在까지 標準의 方法으로 생각되어 왔다. 이것에 대하여 거푸집을 사용하지 않고 콘크리트版을 施工하는 슬리프 폼(Slip form) 工法이 있는데 本工法은 美國에서 開發되어 現在는 유럽各國에도 넓게 보급되어 많이 이용되고 있는 工法이다.

本工法은 콘크리트混合物의 鋪設, 다짐, 표면 마무리 등의 機能을 겸비한 슬리프 폼 페이버



<그림-1> 슬리프 폼 페이버의 機構例

(Slip-form paver)를 사용하여 거푸집을 설치하지 않고 連續的으로 콘크리트版의 最終斷面을 成形하는 工法이다. 이 Slip-form paver 中에서도 普及度가 높은 Guntert & Zimmerman 및 Rex Chainbelt 社의 機械機構概要를 보면 <그림-1>과 같다.

Slip-form paver 는 <그림-1>에서 나타난 것과 같이 스트라이크 오프(strike off) 裝置 등의 콘크리트 스크리드(concrete screed)——인터널 바이브레이터(internal vibrator)——컨포밍 블레이드(conforming blade, 主 screed)——플로트(float)의 시스템이 되어 있다. 즉 스티어링(steering) 및 레벨링(leveling)의 制御裝置가 붙어 있다. 鋪裝의 兩端部에 裝置된 grid-line 에서 誘導되어 自動的으로 높이를 調節하여 페이퍼의 進行에 따라서 미끄러지는 사이드 폼(side-form)과 앞에 적은 컨포밍 블레이드(conforming blade)에 의해 콘크리트版을 成形하는 機構를 갖는 것이 있다. 本工法에 의한 콘크리트版의 鋪裝은 工事規模가 클수록 또는 構造物 個所가 적고 連續的인 作業이 될수록 또한 콘크리트의 混合 또는 運搬을 원활하게 행하게 하는 등의 現場條件을 만족함으로써 初期에 效果를 나타내도록 해야 한다.

슬리프 폼(Slip-form) 工法の 역사는 아메리카의 Games W. Johnson 外 3人에 의해 1947년부터 1949년에 걸쳐서 模型實驗, 試驗鋪裝과 本鋪裝을 實施한 다음에 Slip form paver의 開發에 성공하였으나 그후 6년이 지난 1955년에 本格的인 Slip form paver가 製作되어 아이오아州, 콜로라도州, 일리노이州 등 各州에서 1級 및 2級道路에 사용되어 왔다.

그후 1956년에 連續鐵筋콘크리트鋪裝(콜로라도州), 또한 1958년에 鐵網을 넣은 콘크리트鋪裝(콜로라도州)이 施工되었고 1959년 이후에는 아메리카西部의 各州를 중심으로 本工法이 채용되어 왔으며 이 裝備의 改良이 이루어졌다. 특히 1961년에는 本工法の 우수한 점이 넓게 인식되어 本格的인 슬리프 폼 工法の 時代가 도래하여 1965년에는 50個州中에서 25個州가 이 工法을 實施하였고 같은 해에 아메리카에서는 콘크리트鋪裝의 80%가 本工法을 採用한 實績을 갖고 있다.

本工法の 發祥地인 아이오아州에서는 1964年 末까지 1,200마일이 施工되었고 1969년까지는 4,000 mile 이 Slip-form paver 로 施工되었고 또 한 鋪設幅員도 2車線(7.2 m)에서 3車線(10.8 m)으로 施工하였으며 더 나아가서 1965년에 켈리포니아州에서는 4車線(14.4 m Guntert-Zimmerman 社)까지도 사용되었다. Slip-form 工法은 유럽國家에 技術輸出되어 프랑스에서는 1963년에 Rex-Chainbelt 社 및 Guntert & Zimmerman 社의 paver 를 사용하여 파리-리온間의 高速道路를 施工하였다.

또한 英國에서는 1966年 G & Z 社의 裝備를 사용하여 大規模의 試驗施工을 實施한 것을 始初로 하여 現在에는 西獨, 오스트리아 등도 매우 많이 보급되어 있다. 日本에서도 1968년에 Slip-form 工法을 위해 調査團을 美國에 파견하여 同年에 新大宮迂迴道路(by-pass)에 1車線用의 Slip-form paver 를 사용하여 콘크리트版을 施工하였으며 앞으로 더 넓게 活用할 것으로 보인다.

3. Slip-form 工法에 의한 施工

1) 콘크리트의 配合

Slip-form 工法에서 콘크리트의 配合는 施工機械의 機能에 알맞도록 所要의 워어커빌리티(workability, 材料의 混合에서 打設終了時까지의 사이에서 컨시스턴시(반죽질기)에 의한 作業의 容易도와 均等質의 콘크리트가 되기 위하여 필요한 材料의 分離에 抵抗하는 程度로 표시되는 아직 굳지 않은 콘크리트의 性질과 피니셔빌리티(finishability, 굽은 골재의 최대치수, 單位粗骨材容積, 잔골재의 粒度, 컨시스턴시 등에 의한 마무리의 하기 쉬운 정도를 나타내는 굳지 않은 콘크리트의 性질)를 가지며 형태가 쉽게 무너지지 않고 특히 所要의 韌強度를 만족한 것이어야 한다. 美國各州의 示方書에서 슬럼프(slump)는 11/4"(약 3.2 cm) 이상으로 規定하고 있는 동시에 高溫時에도 21/4"(약 75.7 cm) 이하로 하고 있다. 一般的으로 슬럼프는 11/2"~2"를 標準으로 하는 것이 좋다.

日本에서 施工實績에 의해 얻은 配合設計의 指

<표-1> 슬리프 포움 공법에 사용한 콘크리트의 示方配合例

굵은 골재의 최대치수(mm)	슬립폼(cm)	공기량(%)	물·시멘트비(%)	단위 골재의 용적	단 위 량(kg/m³)					시멘트의 종류
					물	시멘트	잔골재	굵은 골재	혼화제	
40	5.0	3.0	42	6.71	135	320	713	1,231	0.8	보 통
25	5.0	4.0	42	0.72	139	330	657	1,225	0.825	〃
25	4.0	4.0	41	0.74	132	320	668	1,254	0.8	〃
40	5.0	4.0	40	0.77	128	320	601	1,315	0.8	〃

다음은 下記와 같다.

① 細骨材의 粒度는 콘크리트면의 마무리나 슬립폼의 大小에 크게 영향을 미치고 있으나 選定 規準으로서는 細粒部分 특히 0.15mm 通過量이 5~10% 程度의 것이 가장 좋다.

② 打設한 場所에서 콘크리트의 寸스텐시는 슬립폼으로 4~5cm 가 좋다.

③ 鋪裝用콘크리트의 경우 單位시멘트量은 280~340kg이 標準으로 되어 있으나 Slip-form 工法에서는 이의 上限值 附近을 사용하는 것이 좋다.

1: 單位시멘트 量이 많게 되면 일반적으로 콘크리트가 硬化됨에 따라 콘크리트의 溫度上昇이 크게 되어 溫度龜裂이 많이 발생되므로 中庸熱 시멘트 또는 플라이 애쉬 시멘트를 사용하는 것이 좋다.

2: 콘크리트의 配合例를 보면 <표-1>과 같다.

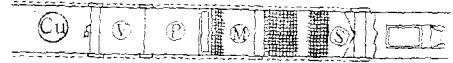
2) 施工機械의 組合과 作業員配置

Slip-form paver 에 의한 施工에서는 1層式과 2層式이 있다. 一層式工法은 콘크리트版의 全 두께를 한꺼번에 鋪設하고 다짐을 행하는 것으로서 이 경우에 鐵網을 삽입하기 위해서는 메쉬 인스톨러(Mesh-installer)가 있어야 한다. 이 方法에는 鋪設한 콘크리트 슬래브의 양쪽에 일련의 機械의 走行에 필요한 幅(50cm)이 각각 있으면 시공할 수 있으나 콘크리트의 鋪設量의 調整이 어렵다. 2層式工法은 下層을 鋪設한 다음 鐵網을 깔고 上層콘크리트를 鋪設하는 方法으로 上層콘크리트를 깔기 위해서는 콘크리트의 橫取機가 필요하다.

다시 말해서 鋪設版에 나란한 方向으로 콘크리트의 運搬路가 필요하므로 道路幅員에 여유폭이 있어야 한다. 施工機械를 組合한 一例를 보

면 <그림-2>와 같다. 또한 美國의 代表的인 슬리프 포움 패이퍼를 보면 <그림-3>과 같다.

(a) 1層式 工法의 경우



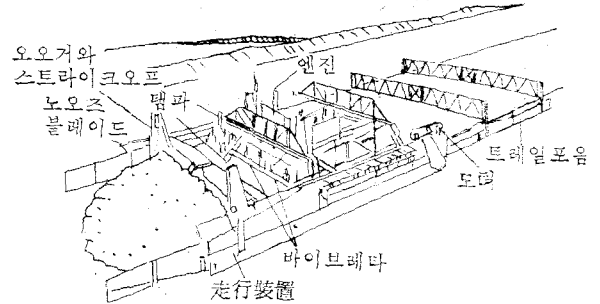
S: 스프레더 P: 슬리프 포움 패이퍼
C: 철망결단기 V: 진동 줄눈 결단기
M: 메쉬인스톨러 Cu: 양생기

(b) 2層式 工法의 경우



S: 스프레더 P: 슬리프포움패이퍼
C: 철망결단기 U: 진동줄눈 결단기
B: 벨트브래리 Cu: 양생기

<그림-2> 施工機械의 組合



<그림-3> 美國의 代表的인 슬리

슬리프 포움 工法의 큰 利點은

- ① 施工能力이 매우 크다.
- ② 平坦性이 매우 좋다.
- ③ 作業이 一貫的으로 간편하다.

이상의 ①③과 관련하여 工事施工速度와 作業人員에 관한 實績을 나타낸 例를 보면 <표-2>와 같다.

이 표에서 나타난 것과 같이 슬리프 포움 工法에 의한 施工能力은 在來式 세트 포움(Set-form) 工法과 比較하여 약 10배 정도이며 作業

間과 努力이 소요되므로 設計와 施工을 計劃할 때는 될 수 있는대로 1個 工區를 連續的이 되도록 配慮할 필요가 있다.

④ 1車線用 슬리프 포움 페이버에서는 타이 바 (tie-bar)를 裝着하는 타이 바 인스톨러 (tie-bar installer)의 位置를 考慮하여 施工順序를 결정할 필요가 있다.

⑤ 鋪設能力을 크게 하기 위해서는 混合物의 供給能力이 큰 콘크리트믹싱 플랜트를 사용하여야 한다.

⑥ 橋梁 등 構造物이 접속되는 個所의 鋪裝은 별도로 고려한다. 즉 1日施工延長이 길게 되어 交叉되는 道路나 갈림길 등도 많아지므로 이에 대한 對策도 염두에 두어야 한다.

⑦ 鋪裝面의 平坦性이 특히 要求될 때는 그 밑에 아스팔트中間層을 設置하면 좋다.

⑧ 콘크리트의 打設에 앞서서 줄눈의 슬리프 바 아셈블리 (slip bar assembly)를 路盤에 고정 설치하여 이것이 콘크리트를 다짐할 때 이동변형하지 않도록 제어 철근 (chair bar)를 설게시 고려한다.

⑨ 표면마무리를 할 때는 인력플로오트를 부분적으로 사용하는 것이 좋으나 될 수 있는대로 튜브 피니셔 벨트플로오트 등으로 하는 것이 좋다.

⑩ 세트 포움工法에 비해서 1日의 施工延長이 길으므로 膜養生 등에 의해 初期養生을 한다. 後期養生에서는 스프링클러 등에 의해 撒水養生을 하는 것이 좋다.

第13回 International Cement Seminar 案內

日 時 : 77年 12月 4日부터 4日間

場 所 : 美國 Chicago市 Marriott-O'Hare

主 催 : 美國 Maclean-Hunter Publishing Corp.

(月刊專門誌 Rock Products 發行會社)

Seminar 名 : Production Efficiencies through Research and Technology

以上과 같이 시멘트의 國際세미나가 열릴 豫定으로 Rock Products誌 77年 8月號에 광고가 게재된 바 業界의 많은 技術陣들이 參席해 주시기 바랍니다. 當協會 調査課로 연락해주시면 同세미나에의 參加登錄案內書를 배부해 드리겠습니다.