

## セメントコンクリート道路に関する 各國のレポートを讀むで

大 石 義 郎

近來土木技術雜誌、殊に道路に関する雜誌刊行物を稀くとセメントコンクリート道路に就いての記事が頗る多いのに驚く。現に「道路の改良」も毎月之に関する研究發表や、工事報告の類を見出しぬ事が無い程で、コンクリート道路は現在の舗裝界に於ける流行兒の感がある。將來も益々之が隆盛なる發達を期待される。

1930年ワシントンで催された第六回國際道路會議の席上、セメント系舗裝も其主要なる議題の一つであつて、各國は夫々自國內に於ける舗裝成績の調査研究や意見書を提出したが、次回1934年ドイツ・ミュンヘンの同會議には再び同問題に就て其後の四年間の実績が報告される豫定である。吾國も同會議には夙に参加し、毎回代表者は出席して居たものの、未だ纏つた論文の提出は無かつた。然し次回の會議には本邦道路界の現況に就き、各部門に分つて相當詳細なる実績を報告すべく各委員折角準備中である。セメント系舗裝も其報告書中の一部門であり、重要な研究事項である。此秋に當り、前回に於ける各國のレポートを通して斯界に於ける其進歩發達の様子を窺ひ置く事は、現今本邦各地に於て行はれつゝあるも

のとの對照比較にもなり、又以て他山の石ともならうか誠に興味ある事と思ひ筆を擲つた次第である。

即ち前回の會議で「セメントの使用に依つて得たる結果」の議題で、十三ヶ國から各自國の經驗ある權威者の執筆になつたレポートの提出があつたが其十三ヶ國とは、

ベルギー (Belgium) , デンマーク (Denmark) , イギリス (England) , フランス (France) . ドイツ (Germany)  
オランダ (Holland) , アイルランド (Irish Free State) , イタリア (Italy) , ポーランド (Poland) , スペイン (Spain) , スウェーデン (Sweden) , スイス (Switzerland) , アメリカ (U. S. America)  
である。(アルファベット順)

此内デンマークは唯セメントワカザムを、ポーランドは煉瓦鋪裝のみに就き報告し、其他には言及して居らない。又アメリカ合衆國 (以下アメリカと記す) はセメントワカザムに關する報告は載せてない。他の十一ヶ國は何れも皆セメントコンクリート及びセメントワカザムに就き夫々研究調査の結果を報告して居る。

此等諸國のレポートを通讀すると、其工法が徒に他國の模倣追隨に過ぎず、少しも獨自の意見が見えぬ様なものもあれば相當自信を有つて恰も其工法に限るが如く主張して居る國もあり、又アメリカの如きは、他國のレポートの如く細部に亘る説明は略き、極めて抽象的に又總括的に書かれ、詳しくは何々を見よ等と、自國で既に發表した書籍雜誌類を牽引して極めて簡単に片附けて居る。之れなどはコンクリート道路の先進國を以て自ら任づるアメリカらしさが現はれて居て面白く感じた。事實アメリカ程コンクリート道路を古くより施工し、今日迄數多く鋪裝した經驗を持つて居る國は他に類が無いのであつて、其工法も長年月に亘る幾多の研究や尊い經驗の累積で、異常の進歩發達を遂げたにも不均、今猶斯道の改

良進歩に餘念無く、常に斯界に新設計、新工夫を提供しつゝある努力は賞讃に値する處である。従て比較的保守的である歐洲諸國、殊に自尊心の相當強いイギリス等すらアメリカの工法を採り入れつゝある有様であるから、他國に至つては推して知るべしである。然し各國とも材料の産出状況や製造工業の狀態、氣候風土の關係、それに勞働賃銀の高低等、幾多の地方的狀態に支配されて、必しも一國で良法とする處凡て他國が採つて以て範とするわけには行かず、畢竟する處各國、各地方特有の工法が自然に見出さる可きが至當であらう。本邦は未だ斯界に於ける經驗に乏しく、遺憾乍ら其獨自性ある工法も無いのみか、全國的に觀る時は、未だ未だ斯界の水準には程遠い感がするのは、強ち筆者許りの僻目でも無からう。

以下順を逐ふて各國のコンクリート道路に就き比較研究して見やう。

### (1) セメント

一般に廣く用ひられて居るのは、言ふ迄も無く、ポートルランドセメントであるが、二層式の場合、其上層に多くは高級ポートルランドセメントを使用して居る國（フランス）もあれば、ルーベナイト（Rhoubenite）や、ソリヂテツト（Solidität）の如き特殊セメントを主に使用して居る國（ベルギー）もあり、又イタリーの如きはソリヂテツトの發明國だけあつて盛んに之を使用もし、又推奨もして居る。

### (2) 組骨材

組骨材は地方的産出状況の相違により、砂利又は碎石が主なるものであるが稀には鐵滓（Slag）が使用されて居る。碎石の原石とする岩石の種類は其産地の遠近、産額量の多少に依り各國一様では無いが、歐洲では相當廣く斑岩（Porphyry）

が産出すると見えて、ベルギー、フランス、イタリー及びスウェーデンでは主に之れを使用して居る。又閃綠岩 (Diolite) 花崗岩 (Granite)、岩武岩 (Basalt) 及び石灰岩 (Limestone) 等も碎石の原石として主要なものである。此等碎石が砂利よりも廉價に供給される處では、二層式でも各層に使用されて居るし、又高價な場合は其上層のみに用ひられ、下層には砂利を使用する事は本邦に於ける場合と同様であるが、イタリーの如きはフレンチ係數 (French coefficient) 8 以上 (Deval 機による) あれば、砂利又は碎石何れを問はず問え無い様に規定して居る處もある。

### (3) 一層式か二層式か

各國又は其國內の地方的状況に依り、一定して居らないが、一般に鐵車輪の交通の多い地方又は國では、鋪裝表面の磨耗を減ずる目的から、粗骨材も良質の碎石を選擇し、富配合のコンクリートを上層とする二層式の型を採用して居るが、之れに反し、ゴム輪帶車輛即ち自動車交通の多い地方又は國に於ては一層式 (此場合一般に、砂利を粗骨材とし、二層式の上層を、下層のコンクリートの中間に位する程度の配合を持つコンクリートにする) を採用して居る。然し強ち交通車輛の種類に依つてのみ選擇して居るとも限らない場合がある。即ち鋪裝床版の厚さが同一であれば、二層式は一層式に比較して、一般にセメントの使用量が少いので材料費は廉であるが、作業複雑となるので勞力費が高くなる、従てアメリカの様な勞働賃銀の高い國では一層式施工がより經濟的である事が判る。

#### (a) 一層式を主に施工して居る國、

イタリー、スウェーデン、アメリカ

#### (b) 二層式を主に施工して居る國、

イギリス、フランス、ドイツ、オランダ、アイルランド

(c) 一層及二層式を採用して居る國、

ベルギー、スペイン、スウェーデン

#### (4) コンクリートの配合の表示方法

配合の表示方法は大概三種類に分け得られる。即ち

(a) 例へば、セメント 300 觔、砂 500 立、砂利 1000 立、

ペルギー、フランス、オランダ等が此式である。

(b) 例へば、コンクリート一立方米に付き、單にセメント 400 觔使用と示す方法で此式を用ひて居る國は

イタリー、スペイン、スウェーデン等である。

(c) 例へば、

セメント：砂：砂利 =  $1 : 1 \frac{1}{2} : 3$

之れは

アイルランド、スウェーデン、アメリカ、又

ドイツでは、セメント：骨材（砂及砂利） = 1 : 4

但しコンクリート一立方米に付きセメント 350 觔使用と規定して居る。

以上の如く其型式は種々相異して居るが、セメントの使用量（重量）に就ては指定して居る國が多い。

(5) 配合比

配合比に就ては一國內に於ても、交通、気温、路盤其他の状況等に應じて區々であるが、其等に對しては最も屢々採用されたもの、又は國內代表的路線の施工に當つて採つた配合を擧げる事にする。

二 層 式

	下 層	上 層	一 層 式
ペルギ一	ソリヂチツト 100 kg : 170 lit (碎石 10—25mm)	ソリヂチツト 100 kg : 172 lit (碎石 0—25mm)	ソリヂチツト 5—20mm 600—700 kg : 100 lit
イギリス	1 : 2 : 4	1 : 1.5 : 3	1 : 2 : 4
フランス	P.C. 砂 砂利 200—300 kg : 500 : 1000 lit	P.C. 砂 450—600kg : 200—400 : 550 碎石	
ドイツ	P.C. 骨材 コンクリート 1 : 7, 200 kg / 一立米	1 : 4, 350 kg / 一立米 コンクリート	
オランダ	P.C. 砂 砂利 50 kg : 70 : 140 lit	P.C. 砂 砂利 50 kg : 50 : 100 lit	
アイルランド	P.C. 骨材 1 : 7/7	P.C. 砂 砂利 1 : 1 1/2 : 3	
イタリー			P.C. コンクリート 300—350kg / 一立米
スペイン	P.C. コンクリート 250 kg / 一立米	400 kg / 一立米 コンクリート	P.C. 砂 砂利 300kg : 400 : 800 lit
スウェーデン			P.C. 砂 砂利 1 : 2.77 : 2.77
スウェーデン			1 : 2 : 3 が多い
スウェーデン	P.C. コンクリート 250—350 kg / 一立米	350—550 kg / 一立米 コンクリート	
アメリカ			

P.C. はポートルランドセメント, lit. はリツトル(立)

(6) 鋪裝床盤の横斷面形状

大體三種に分類出来る。即ち

古くは A を採用して居る國が多かつた

が、最近の傾向は一般に漸次 B に變りつ

ゝある様である。

A を主に採用して居る國

イギリス、フランス、

B を主に採用して居る國

ドイツ、スペイン、スエーデン、アメリカ、

A 及び B を採用して居る國

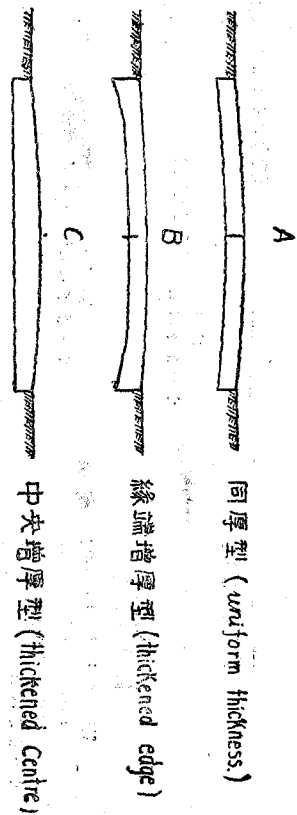
オランダ、スウェーデン、

C を推奨して居る國

ベルギー

(7) 鋪裝床盤の厚さ

鋪裝の厚さは之れ又各國とも其地方的狀況に依り一様では無いが、レポートから大體の標準を知る事が出来るから觀して見れば、



ニルギー 端 中央 端  
(12.5-20-12.5) cm

イギリス 15cm が最小、主要路線では 20cm が最小

フランス 10cm が最小、普通は 15-17cm

ドイツ 16cm が最小、普通は 20cm

下層 15cm 上層 5cm

縁部は 20cm 14 = 28cm

オランダ (23-18-23) cm ..... 一例

アイルランド 17.5cm (下層 12.5cm, 上層 5cm) ..... 一例

スペイン (20-15-20) cm を主に採用

スエーデン (14-10-14) cm は薄い方

(22-17-22) cm は厚い方

(20-15-20) cm は普通のもの

スウェーデン 16cm を多く採用

アメリカ (22.5-15-22.5) cm を多く採用

### (8) 携き固め及仕上げ方法

携き固め(及び締め固め)の方法、即ちコンクリート床版を緊密に造り上げる方法を分類すると



- (a) 角材で作ったクムバー即ち搗き固め用角材 (Strike board) に依る法
- (b) 膨張空気ラムマー (Pneumatic rammer) の種類に依る法
- (c) ロードフロイニツシャー (Road Finisher) を使用する法
- (d) ローラーで締め固める法

以上の四種類の以外に出でない。此内歐洲で最も擴く採用されて居るのは (a) であるが、アメリカでは (a) の如き人力に依る方法は、特に許可を受けるが、さもなくば、特に規定する以外には其採用を禁じて居る洲もある位で、機械仕上が普通一般であり、其内でも (c) のロードフロイニツシャーを主に使用して居る状態である。歐洲ではスウェーデン及キスが之れを相當廣く使用して居る位であつて、フランスでは、大工事であれば、不經濟であるとし、(b) の種々のものを考案して使用して居る。又ドイツでは多くの失業勞働者を救済するには、機械の利用は其目的に副はずとし、務めて人力に依つて施工して居る様である。

又表面仕上に就ては、木鏝 (Float) 及びベルト (Belt) が主で、軽い角材を使用して居る國もある。アメリカの殆ど各州はベルト仕上を實行して居る。

### (9) 縦目地 (Longitudinal joint)

コンクリート道路従來の經驗に徴すれば、幅員 6m 以上にもなると、殆ど例外無く縦に龜裂を生ずるのが常態である處から、今日では各國とも一般に縦目地を作る必要を認めて、之れを實施して居る。イギリスのレポートに依れば、縦目地設置の理由として次の如く述べて居る。

(a) 気温及び湿度の影響を受け床版の縁邊 (edges) は、或は上向き反り (hogbacking) をし、或は下向き反り (curling) をする際に床版の自重や、交通荷重のため、縦龜裂を生ずるから、此豫防のために設ける。

(b) 縦目地を設ければ、一度の施工幅員を狭くし得る結果、搦き固め角材に短小なものを使用し得て、作業は頗る容易となる。

(c) 縦目地は其儘交通の區分線 (traffic lane) に利用し得られて、誠に便利である。

以上の如き利點を擧げて縦目地設置を禮讓して居るが、之れに反して、フランス等は在來道路を鋪裝するに當り、道の全幅を交通遮斷し得ず、半幅宛の施工を餘儀無くされぬ限り、積極的に縦目地を設ける等は愚であつて、之れが無いからと云ひ、鋪裝の美觀が劣ると云ふものでもなし、又縦目地があると反つて、目地縁邊のコンクリートが欠落 (spalling) したり、目地には填充材を時々追加しなければならぬ様になり、反つて維持上面白からざる結果になると稱して居るが、之れも亦一理ある説である。次に縦目地を幅員何米以上の時には、設置するかに就て各國の主張する數字を擧げて見れば、

5m 以上	……………	スエーデン	
5.5	“	……………	アメリカ
6	“	……………	ベルギー、イギリス、ドイツ、オランダ
7-9	“	……………	フランス

#### (10) 横目地 (Transverse joint) の間隔

コンクリート道路の一大欠陥である横龜裂發生の原因と密接なる關係を有する問題で、各國の斯界の技術者達が、今猶

鋭意研究中の興味あるもの一つである。

コンクリートに龜裂は必ず入るものであるから、最初から之れに備へる可く目地を設ける様な事はせず、発生してから相當な修理を施すべし等と論ずる技術者もあつた様であるが、斯くしては龜裂の發生が不規則となり、外觀を損する事が甚しいのみならず、龜裂の幅は漸次擴大して、其部分のコンクリートが欠落して行き、到底完全なる修理は至難となるものである事が充分に認められて以來、横目地施工はコンクリート道路の常識とまでなつて來た、然らば次には其間隔を幾許にすべきか、當然問題となるのであつて、短距離に採る事は誠に結構であるが、然し其爲め經費が高むのみならず、目地に隣る兩床版の高さを等しく施工する事が困難な結果床版間に高低を生じ、目地數に比例して交通車輛による衝撃の度數も増し、床版自體に悪影響を及ぼすから、龜裂は防止し得るかも知れぬが、破壊や磨滅は反つて増す結果を招來する。然も目地間隔の狭い事は外觀上甚だ面白くない。従て其間隔決定の要は、龜裂の發生を軽減又は絶無にする範圍内に於て、出來得る限り大にとる事である。次に各國の採用しつゝある處を挙げれば

- ベルギー 5-10m
- イギリス 6-9 m より小に (無鐵材)  
15-18m " (有鐵材)
- フランス 10-30m であるが、なるべく 10m に近く。
- ドイツ 8-15m
- スペイン 10m

スエーデン 20-25m

スイス 8-10m

アメリカ 12-18m (鐵材挿入の有無に不拘)

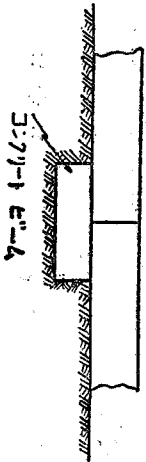
### (11) 目地の構造

目地の選購に就ては、各國とも其レポートが頗る簡單で、然も之れと云つた新しい工夫も見當らない。一般に目地部分のコンクリートが交通車輛の衝擊に遇つて、磨耗 (Wear) し、欠落 (Spall) する事を避けるためにタール、アスファルト又はエマルジョンの類を注入するか、之等と砂又は石膏等との混合物を作つて、填充するか、又はエラストイドの類を挿入する方法を一般に採用して居る。以上は突き付け (Butt), 盲 (dummy), 又は伸張 (expansion) の各目地に對する施工方法である。

桁型目地 (concrete and groove joint) に就て、オランダは、斯る目地を設けると、床版が伸張又は收縮運動を起す際に床版目地間の摩擦抵抗が増す爲め、縦又は横の龜裂を惹起する原因となるから避く可きであると主張し、猶附言して目地は最も簡單なる構造を以て最良とする、然も床版の各々が相互に連繫無く獨立的に存在する様施工される事が、最も緊要であるとして居るのは誠に傾聴すべき意見であると思ふ。此桁型目地は其構造上完全なる施工が頗る困難であつて、現場施工者が常に苦心を要する目地である。

即ち普通タンクとグルーネの内、グルーネが先づ施工されるが、グルーネの下方部は型枠の突出部のために、搦き固めが充分に行はれず、従て緊密なコンクリートを作る事が困難な状態に在るから、次にタンクを施工しても、之れが此處に載る事は如何にも頼り無き感があるのであつて、イギリスでは夙に此點に留意して、枋型目地を作る場合には、目地部分のコンクリートにスが出來ぬ様、其附近に使用するコンクリートの粗骨材には特に細い粒度のものを使用すべき事を、推奨して居るが、之れは言ふ可くして實行困難である。斯る危険なる弱點を有つ位ひならば寧ろ施工簡單にして、然も充分に搦き固めを行ひ得る突き付け (bunt) 目地を選ぶに越した事は無いのである。

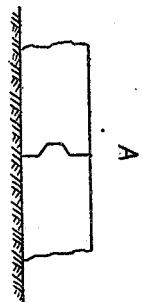
次にコンクリートビームを目地部分の床版下に横えて、床版の縁端を其上に置く枕式の構造 (Supporting Meos) の目地は、ビームが一旦壓下されると、ビームと床版の縁端部との間に間隙を生じ、反つて面白からざる結果を招くから、感心した方法では無いとイギリスでは論じてゐる。



そして同圖では下圖に示す目地 (Interlocking joint) が最も理想的であると推奨して居るが、枋型と同様施工に相當苦心を要するのである。

(12) 目地の位置

(a) 斜目地 (Oblique joint)



(11)



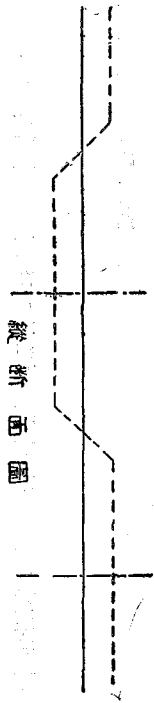
グルーブ (groove)



タンク (tongue)

(12)

平面圖



横目地の方向を道路の中心線に  $16^{\circ} \sim 30^{\circ}$  傾斜して作る目地である。之れは車輪の荷重が一時に床版の縁邊部に懸らぬから、良好の様に思はれて居たが、施工の厄介である事、外観の良く無い事、隅角部が鋭角になるため、床版に龜裂や破壊が入り易い等の苦い経験を経て、今日では餘り用ひられなくなつた。イギリス、ベルギー、フランス等ではかゝる目地は施工せぬ様薦めて居る。

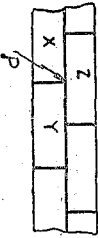
(1) ベルギーで下圖の如き目地配置を數年前試みたが未だに良好な状態に在ると報告して居る。一寸變つた方法であるから記して置く。

(e) 芋繼ぎ (Thorough) か、千鳥 (Staggered) か、

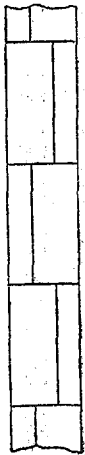
A



B



C



縦目地の左右に作る各横目地を芋繼ぎ (A) にすべきか又は千鳥 (B又はC) にすべきかで就ては従來種々と説をなすものがあつて、現在各國で各自過去の経験から、思ひ思ひに施して居る様である。

A型を擴張し、之を實施して居るイギリスの説を聽くのに、B型に於ては、交通荷重がP點に載つた時假定すると、X及びY床版の此等隅部は頗る曲り易い状態に在るから、荷重は一時にZ床版にかゝる。かゝる事が繰り返し行はれると其結果Z床版の此部分には破壊龜裂が發生する、又コンクリートの伸縮は、床版の目地部分に於て最大で、其中央部に於て最小と想像され得るから、Z床版のP部はX及びY床版の伸縮により絶えずストレンス (Stress) を生じて、龜裂を生じ易からしめる。かるが故に、A型を採用すべしと論じて居る。ドイツでは別に其理由を詳細に説いては居ないが、A型の様に、四隅角が一點に集る處には、夥しい龜裂が生じ、破壊された實例が多いからO型を採用すべし、但し此場合QRの距離を40~50cm以上離してはならぬと述べ、猶横龜裂は主としてR又はQ點に相隣る他の床版内の部分に起るから、縦目地には伸縮性ある填充材を使用して、左右兩床版を絶縁して置かねばならぬと述べて居る。又スエスではB型を採るかさもなくばO型をとる、此場合QRの距離は少くとも1mにすべしと主張して居る。

### (13) 防護と養生 (Protection and curing)

新しいコンクリートの表面を直接日光や風に當てたり、降雨に曝させぬ目的で、表面から相當の距離を保つて、適當な被覆 (防水布、藁藎等を用ひ) を施す (一日又は二日間) 事は、大抵何處でも行はれて居る。次に養生法としては、砂、土砂、藁藎の類を被覆して浸潤に保つて置く方法が一般的で、灌水法も屢々使用されて居る。養生期間と交通遮斷期間に就ては

防護及び養生期間

施工後交通開始迄ノ期間

ベルギー

25日

25日

イギリス	15日	28日
ドイツ	11日	{ 21日(季節良好の場合) 28日(冬季の場合)
スウェーデン	14日	21日
アメリカ	10日	21日

以上がレポート中の主なる事項に就ての抄録であるが、一般にコンクリート道路に於て、現在各國が最も關心を有して居る問題は、龜裂の防止を如何にすべきかで、次には、目地材の改良である。前者に對しては鐵筋又は鐵網を使用して龜裂を防止する方法があり、近來盛んに使用された傾向もあるが、龜裂防止に絶對的有效的のもので無い事が漸く判り、且之れが使用は自然鋪裝工費が高額となるので、レポート中でも之れに關しては餘り論及して居らない。後者目地材に就ては一層伸縮性に富み、且つ成るべく長期間其位置に定着して、コンクリート目地縁邊部の脱落を豫防し得る様なものと、各國折角的研究中である。

猶セメントマカダムに就て各國より有益なる研究報告が數多くあつたが、又項を改めて述べる事にしやう。