

混 凝 土 鋪 裝 目 地 の 設 計

早 田 英 夫

混凝土鋪裝は歐米殊に米國に於て歐洲大戰以來急速なる進展をなし現在では全鋪裝道路中の約 56% を占めて居る。我國に於ても漸次此種の鋪裝が施工せらるゝに至り、自動車交通の急激なる發達と共に益々普及せらるべき傾向にあり。此種鋪裝に關し最も問題となるのは目的地の設計構造、表面仕上げ或は我國の如き鐵車輪交通多き所では之に對する表層の磨耗抵抗性等であるが、その氣象や交通に適應した標準工法の如きものは各國共なく、今後の研究改善に俟つべきものが多い。以下目的地の設計構造に就いて先づ其の基本型の種類及び目的その他を述べ、次に夫等の構造上の基本的必要條件に基きたる目的地細部の合理的設計に就いて述べて見たいと思ふ。

1. 目的地の種類及び目的

1. 目的地の必要

混凝土鋪裝床版に作用する外力には交通荷重、氣象作用等があるが其の種類、性質は多種多様である。版の應力も明かに版一局部のみに生じて、普通實施せられてゐる程度の版ならばその幅や長さによつて大した影響を蒙らないものもあるが、又版の幅や長さに直接關係し其の應力の大きさが床版寸法の如何によるものもある。一定寸法の鋪裝版に生ずる應力に

就いては合理的に解析する事が重要であつて、特に路盤の摩擦によつて生ずる應力を解析するを要す。併し與へられたる抵抗断面に對する應力の大きさを、床版の長さや幅によつて決定して始めて此種の外力に對し應力算定の基礎を確立する事が出来るのである。故に一定床版を設定するために目地が必要である。而してその個々の床版は構造上夫れ自身に於て充分に外力に對する抵抗力を有すると共に、鋪裝全體として充分な強度と効用を發揮し得るものでなければならぬ。従つて鋪裝設計上一床版内に龜裂を發生せしめず、又床版間に構造上必要なる連結を保ち得るが如き適當なる目地とするを要す。

2. 目地の種類

混凝土鋪裝に使用せらるゝ目地を構造上より分類すれば大別して (a) 連結型 (b) 絶縁型の 2 種となる。龜裂によりて生じたる目地は構造上上記 2 種の内の何れかに屬す。即ち原設計に於て龜裂部分を連結目地として保つが如き構造となる様に鐵棒を挿入したものと、床版が收縮したる際絶縁型目地となるものとある。

3. 連結型目地 Closed joints

連結型目地は床版に彎曲應力を受けしめず、又構造上荷重傳達作用をなす剪斷力に抵抗せしむる爲に使用するのである。通常床版厚の中央に挿入せらるゝ目地連結用の連繫鐵棒の上下には壓力が働いてゐるために、目地に或程度の彎曲抵抗を與へる。併し乍ら實地經驗に依ると通常主に中央縱目地として設置せらるゝ之等の目地は、撓曲性を充分有して居るから床版が彎曲を受ける様にはない。故に連結目地は構造上彎曲率には抵抗し得ないが剪斷力に抵抗し得るものと解釋される。此種目地の抗剪性を得るには原則として目地面に何等かの方法で嚙合を附與せしむる方法として

- i. 一般に實施せらるゝが如く鉄柄金屬凹凸釘を埋込んで造りたる既製品によつて嚙合を得る方法。
- ii. 縦斷方向に柄型枠を使用し片方の床版にゾループを造り、型枠を取外して次の床版を打つ時に混凝土が其の中へ流れ込んで柄型嚙合を得る方法。

iii. 目地設置後の破壊に依りて嚙合を得るが如き盲目地による方法。

iv. 自然に發生する龜裂目地に依りて嚙合を得る方法。

上記何れの方法に依るも柄型嚙合の構造上の原理に於ては何等異なる所がないが、只後二者は床版が破壊を招きたる後夫れ自身に於ては無数の柄型を形成する事實に於て前二者と異なるのである。

連結目地工法の如何に關せず基本的構造上の作用は抗剪性にあるを以て、かゝる目地面は常に緊密なる柄型嚙合をなしてゐて分離してはいけない。此の目的の爲に又連繫鐵棒が使用せらる。連繫棒は通常隣接二床版を緊結する比較的短き鐵棒であつて、目地面を分離せしめんとする力に抵抗する爲に張應力を受けるのである。而して此種鐵棒は合釘とは構造上の作用を異にする。

4. 絶縁型目地 Free joints

絶縁型目地とは隣接二床版が伸縮する際自由に閉閉し得る構造を有する目地を謂ひ、膨脹、收縮及び作業目地として使用せらる。此種目地は明かに抗曲性を有しないが抗剪性は有する場合と然らざる場合とある。目地に抗剪性を附與せしむるには目地面に比較的短い鐵棒の合釘を使用することである。一方の床版に造りたる附着力なき軸穴中に合釘を挿入し之に依り氣温及濕度變化に伴ひ床版が伸縮する際目地の閉閉を許すのである。構造上絶縁型の伸縮目地は目地面が實際に

分離し得ると云ふ條件に基いて設計せねばならぬ。何れの目地も縁端に補強を要する點に於ては何等變る所はないが、設置すべき目地間隔は之を異にする。

5. 龜裂目地 Cracks

龜裂も目地の一種であるがその線形並びに形成せらるゝ性状が調節し得ないから最も不都合なものである。而して龜裂發生は通常已むを得ざるものであるから龜裂目地部分の強度を維持するには、龜裂發生を豫期したる即ち床版の弱い部分には必ず龜裂が生ずると云ふ條件に基きて、之に適當な補強法を講ずる事である。鋪裝に種々の不明なる外力が働いて床版に龜裂を發生し易い場合は鐵網補強が最も望ましい。即ち龜裂發生の位置及方向は不明なるが爲めに、目地に連繫鐵棒として働らくが如き品種及び量の鐵筋を



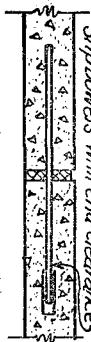
SMOOTH-FACE BUTT JOINT
Figure 1



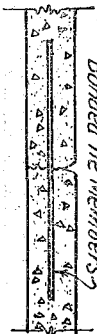
DUMMY TYPE DOWELED JOINT
Figure 4



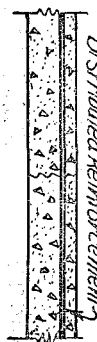
Bonded The Bars
TONGUE AND GROOVE TIED JOINT
Figure 2



Slip Dowels with end clearance
DOWELED EXPANSION JOINT
Figure 5



Bonded The Members
DUMMY TYPE TIED JOINT
Figure 3



Distributed Reinforcement
TIED CRACK JOINT
Figure 6

Figures 1 to 6. Types of Pavement Joints.

床版の全面積を通じて相當密なる間隔に配置するのである。然る時は龜裂目地間が緊結を保つて居る間は安全に嚙合つて居る。而してかくして生じたる目地間の摩擦抵抗は頗る大にして構造上龜裂發生前の強度と同様である。

6. 縦 目 地 Longitudinal joints

鋪裝幅員が 5m ~ 5.5 m にして街路に於けるが如く兩側に境界石を有して居る場合に、從來縦目地を設置しなかつたから縱龜裂が屢々生じた。彼の有名なベーツ試験道路に於ては縦目地を用ひて比較的狭い幅に鋪裝せねばならぬことを教へて居る。經驗上縦目地を設置して幅員 3 m 即ち 1 車線毎に鋪裝を分割すれば、縱龜裂は實際上生じないものだと言はれて居る。通常行はれる縦目地としては駄柄目地或は盲目地の如き連結型のものにして、二車線鋪裝の場合は更に連繫鐵棒を挿入する。四車線鋪裝の場合に於ては通常突付け目地の如き絶縁型のものにて二つの二車線に分ける様設計する。鋪裝を一度に一車線宛施工する場合は二車線鋪裝に於てすら縦目地を突付け型とすることがある。之は交通頻繁にして工事中交通止をなし得ざる個所に行ふ普通の方法である。

7. 横 目 地 Transverse joints

横目地には膨脹、收縮及作業目地の三種がある。作業目地は若し横目地を合理的な一定間隔に豫定して配置すれば殆んど不必要であるが、只工事を中止せねばならない様な非常の場合には之を必要とする。床版を一定長に切ること即ち横目地を造る目的は、鋪裝床版が伸縮して縱斷移動をなさんが爲めに過剩の應力を受けるのを防止することである。此の目的に膨脹目地、收縮目地が用ひられる。膨脹目地用填充材としては各種のもの例へば瀝青質材を注入するもの、瀝青質目地板、ゴム、コルク其他伸縮性に富む混合物等が用ひらる。最近空氣褥目地 (Air cushion joint) と呼ばれる、目地材が用ひ

られてゐる。此種填充材は U 字状をなせる軽い鐵板より成り U の上部には目地閉閉用の V 形の鐵片を備へ之れに瀝青質注入材を容るゝのである。

收縮目地は床版に收縮が起つた時目地を開き得る構造とすればよいのである。故に一般に次の如き連結目地とする。即ち鋪装面より床版厚の約 $\frac{1}{3}$ の高さに浅いグルーブを切込んで首目地を造る。而して目地縁端は脱落を防護するために丸味を附し又瀝青質填充材を容るゝ構造とするために約 12 mm の幅を與へる。

上述の如く横目地は全然膨脹目地とするか或は收縮兼膨脹目地の構造とするのである。一般に膨脹目地幅としては少く共鋪裝延長 30 m に付き 25 mm を與ふる事が必要と考へられる。收縮目地は原則的に膨脹目地に比し工費低廉なるを以て膨脹目地の間隔を大にして其の間に 1~3 個の首目地を設置する工法を採用する。併し乍ら膨脹目地は間隔が最大となつた場合之を適當に填充して置くこと困難なるため、目地幅が 25 mm を超過しない様な又間隔が最小となりたる場合填充材を溢出せしめざるが如き間隔に設置せねばならない。目地幅が 25 mm 以上の場合に補強用に合釘を使用すると、之に非常に大きな彎曲應力並びに壓應力が働らくから實際上不經濟となる。横目地の間隔は床版長を決定するものであつてその配置は各床版の龜裂發生の有無に重大なる影響を及ぼすものである。

8. 床 版 長 Slab length

横目地の間隔を適當に決定するには主として經驗上得たる技術的判斷によらねばならぬ。此の終局の目的は床版内に充分に龜裂を調節し得ることであるから、目地間隔を左右する數多の要素例へば骨材の性質、養生、路盤の状態、交通の状態その他によりて間隔を變へねばならない。

現在の既設舗装の状態を廣く調査した結果明かになつて居る様に、或る地方では他の地方に比し一層横目地間隔を大にしてよい様な場合がある。横目地の間隔が非常に廣く造られて居て事實上省略されて居る様な場合には、當然龜裂が発生するから床版長が龜裂目地により分たれた不定のものとなる譯である。龜裂によりて決定せられた床版長はその性状最も不都合であると云ふ事實に依ひ、目地が信頼し得る働きをなすためには合理的の一定短床版となすことが絶対に重要であると云はねばならぬ。實地に於て床版長は $10m \sim 20m$ を選定するのが望ましい様に思はれる。

I. 交通荷重並びに衝擊係數

1. 交通荷重 Traffic loads

目地設計の見地より交通荷重として最も重要なのは最大輸荷重であつて自動車の總重量は必ずしも重要ではない。此の最大輸荷重の値は各國に於て異り米國の各州では法定 $3,600 kg$ ($8,000 lbs$) とし我國では道路構造令に依れば荷路にありては $4,500 kg$ 國道にありては $3,000 kg$ である。自動車收縮令によれば後輪の荷重は總重量の 80% であるから前記の荷重は夫々 $4,800 kg$, $3,200 kg$ となる。

2. 衝擊係數 Impact

混凝土舗装設計上自動車の如き空氣クイヤに依つて荷重が作用せしめらるゝ時は、動荷重による衝擊の影響は特に重要なものと考へられてゐない。混凝土舗装は通常その路面の平坦性に就きて規格を與へて居るが、目地に於ける衝擊の影響に關して考慮を拂ふのは望ましいことである。目地部分の舗装面は目地填充材が僅かでも高くなつてゐて衝擊影響を與へるものである。Buchanan 氏及び Reid 氏は空氣クイヤの場合に於てすら、高さ $25mm$ の斜面障害物を通過する時は靜荷重の

50% の衝撃荷重を與へると云つて居る。又イリノイ州道路局 (Illinois Department of Highways) に於て目地部分の衝撃影響に關し最近調査した結果に依れば作業目地とか横龜裂は路面の凹凸より尙一層危険であつて其處を通過する時生ずる急激荷重は車輛荷重の 1.5 倍である。依つてイリノイ州標準鋪裝は床版の隅角附近に於て急激荷重の作用に抵抗せしむる爲に縁端に沿ひて $19\text{ mm} \left(\frac{3}{4}\text{ inch} \right)$ 丸棒を挿入して居る。故に絶縁型目地設計に當りては 50% の衝撃係数を採用するを要す。連結目地の場合は此の量の衝撃係数を考ふる必要はない様に思はれる。膨脹目地には相當の衝撃係数を用ふべきで全體 50% を採用する。之に關し Illinois test で調査した所に依ると、適當な寸法の合釘を適當な間隔に配置すれば目地部分は破壊されず、又 25% 以下の衝撃係数を考ふれば充分である。我國では設計上道路構造令に於て最大 30% と定めてある。

IV. 連結型目地 Closed joint の設計

1. 柄形目地の形状及寸法 Size and shape of tongue and groove

通常用ひらるゝ柄形目地には 2 種ある。即ち第 7 圖 A 型、B 型に示す如きものである。支壓面を水平とする時は目地部分が彎曲を受けた際突出部 (Tongue) が溝 (Groove) に拘束せられるから、之を避ける爲に B 型に示す支壓面 bb' 及 cc' の如く幾分斜面を與へる方がよい。何れの型式によるも断面 ab , bc 及 cd は剪断されず又支壓面

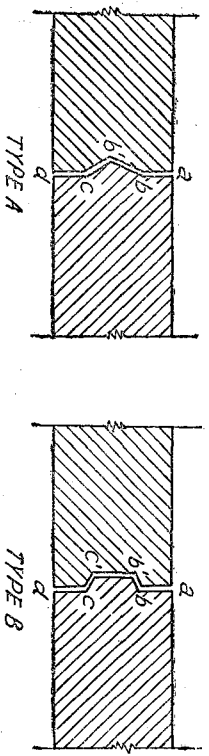


Figure 7. Types of Tongue and Groove Formation

bb' は壓せせられざる寸法とせねばならぬ。併し乍ら目地に作用する集中荷重の目地線に沿ふての分布状態は不確實であるから、計算によりて適當な寸法を與ふる事は困難である。故に柄形目地の寸法は實地經驗上満足なものを採用せねばならぬ。現在廣く用ひらるゝ標準寸法としては次の如きものである。

	A 型	B 型
bc	62 ~ 75 mm	62 ~ 75 mm
b'c'		37 ~ 50 mm
bb'	25 ~ 37 mm	25 mm

ab, cd の寸法は床版厚によつて異なるが大體等しくする。

2. 盲目地の寸法 Size of dummy joint groove

盲目地を形成するグルーズには二つの目的がある。即ち

- i. グルーズの線形に従つて鋪裝斷面を破壊せしむるに足るだけの弱所とすること。
- ii. 目地部の鋪裝面を防護する爲めに淺いグルーズに瀝青質材料を入れて目地を封緘し得る構造とすること。

盲目地の抗剪性即ち荷重傳達力はその龜裂面の場合如何に依るのであるから、この目的のために床版厚は出来るだけ大にし、又グルーズより下方部分が確實に破壊し得る様な構造にする。經驗に依ればグルーズと一致した線形に目地が破壊するに要するグルーズの深は大體床版厚の $\frac{1}{3}$ であると言はれ、又幅は 10 mm ~ 12 mm あれば所要の填充材を充たし且つ目地縁端の作業も容易であると云はれて居る。

3. 連 繫 鐵 棒 Tie bars

連結型目地の抗剪應力は目地の嚙合如何に依るのであるから床版が收縮した時目地面が互に分離するを防止する爲に抗張材として目地の兩端に跨る短かき鐵棒か或は鐵網を使用す。木製或は金屬製の駝柄凹凸鉄の如き既製品を使用する時は目地を通して鐵網を挿入する事が出来ないから、此の場合には鉄に豫め小孔を穿ち其の中に鐵棒を挿入する。かゝる部材を連繫鐵棒と稱す。其の所要の直徑、長さ及び間隔等は目地で働らく張力に抵抗し得る様合理的に計算せねばならぬ。Lmの長さを有する床版が静止部たる中央に向つて收縮する時は $\frac{L}{2}$ m だけ路盤に沿ふて引かれ張應力を生ずる。此時生じたる張應力を連繫鐵棒が保てる間は目地は開かない。此時の連繫鐵棒の直徑及び間隔は次式で求められる。

$$A_s = \frac{LmC}{2f} \dots\dots\dots(1)$$

上式に於て

A_s = 目地長 1 m 當り鐵棒の斷面積 (cm²)

f_s = 鐵棒の許容張應力 (kg/cm²)

w = 床版の 1 m² 當り平均重量 (kg/m²)

C = 路盤とコンクリート版との摩擦係數

連繫鐵棒の所要長はその直徑及び許容附着應力の關係から求むることを得、許容張應力の等しき鐵棒でも丸棒より Deformed bar の方が許容附着應力大なるためその長さは短かくてよい。併し實施の場合は成る可く Deformed bar を使

用しその長さは各版に少く共直徑の 40 倍を埋込むを良しとす。従つて

$$l = 80d \dots\dots\dots (2)$$

上式に於て l = 連繫鐵棒の長 (cm)

$$d = \text{ " の直徑 (cm) }$$

4. 龜裂と鐵網補強 Cracks and reinforcement

鋪裝に發生した龜裂は構造上より云へば一つの目地である。これは鋪裝の非常に弱い部分となるのであるから補強せねばならぬ。而して龜裂は何時、何處に如何なる状態に出来るやも計り難いのであるから原設計に於て床版の全面積を通じて縱橫鐵筋を配置して若し龜裂が生じても常に連結を保つてゐる構造とせねばならぬ。此の設計に關し Clifford Older 氏は次の如く云つて居る。容易に知り得ない而も豫期すらなし得ない事情によつて生ずる有害な龜裂を減少せしむるには、床版寸法と路盤の摩擦力との關係から適當量の銲接鐵網 (Welded mesh) を埋置するのがよい。而して此の方法が結局不規則な龜裂を生ぜしめず經濟的である。

此補強鐵網に關する基本設計は前項にて述べたと同様で例へば l を横目地の間隔とすれば、公式 (1) により縱鐵筋量を見出し得るし、又同様に l を縱目地の間隔とすれば横鐵筋量を算定し得。鐵筋の配置に就いては鐵筋は徑の大なるものを粗に配置するより小なるものを密に配置するをよしとす。主鐵筋は出来るだけ密に 15 cm 以下とし又横鐵筋は 30 cm 以下とすべきである。

IV. 絶縁型目地 Free joint の設計

1. 設計一般

絶縁型目地は抗剪應力を有しない。目地部分が荷重が作用した際他の部分より大なる彎曲率を受けるから、適當な方法で之を補強せねばならぬ。之が補強法に次の如き三種あり。

- i. 縦斷方向床版縁邊に施工するが如く目地附近で増厚する法。
- ii. 鐵筋を目地縁邊に沿ふて挿入する法。此場合鐵筋量は目地附近に生ずる彎曲率と縦斷方向床版縁邊に生ずる彎曲率を等しからしめて決定する。

- iii. 合釘 (Dowel bar) を使用し目地の兩端に荷重を傳達せしむる法。
- ## 2. 増 厚

この方法は縦目地に對し用ひらるれば相當の成績を擧ぐるが横目地に對して用ふる時は路盤上一定間隔に横溝を造らねばならぬ故、施工上の困難を伴ふのみならず増厚の始まる斷面或はその附近に横龜裂を促進する傾向がある。これが設計は縦斷方向床版縁邊に於ける場合と同様の増厚を行ふ。

目地縁端に於ける厚は次式により求めらる。

$$h_e = \sqrt{\frac{3W}{s}} \dots \dots \dots (3)$$

上式に於て h_e = 縦斷方向床版縁邊の厚 (cm)

W = 最大輪荷重 (kg)

s = コンクリートの許容彎曲應力 (kg/cm^2)

3. 鐵筋挿入

現今行はるゝコンクリート鋪裝の横斷形状を見るに縱斷方向床版縁邊のみを厚くして居る。従つて目地部分は床版縁邊の厚より常に薄い。依りて目地縁端に沿ふて鐵棒を挿入して、床版縁邊の混凝土斷面と同様の抵抗力率を有する鐵筋混凝土斷面を作り、この部分の破壞を防止するのである。交通荷重が作用すると最大張力は版底面に生ずるから鐵筋は成可く下方に挿入せねばならぬが、防護上底面から 5 cm の所に入れる。故に鐵筋の高さは ($h_0 - 5$) となる。又鐵筋混凝土斷面に於て抵抗偶力の臂長を有効高の $\frac{9}{10}$ に取る。

長 30 cm 當りの鐵筋斷面積を求むるには次式による。

$$A'_s = \frac{5.5 s h_0^2}{f_s (h_0 - 5)}$$

上式に於て

A'_s = 長さ 30 cm 當りの鐵筋斷面積 (cm^2)

f_s = 鐵筋の許容彎曲應力 (kg/cm^2)

h_0 = 目地縁端の床版厚 (cm)

次に補強を要する部分は目地縁端より如何程の幅とすべきかと云ふ問題である。Westergaard 氏は交通荷重によつて目地に生ずる彎曲率は Point moment と稱するもので、其の値は目地に沿ふ方向にも之と直角の方向にも荷重作用點より

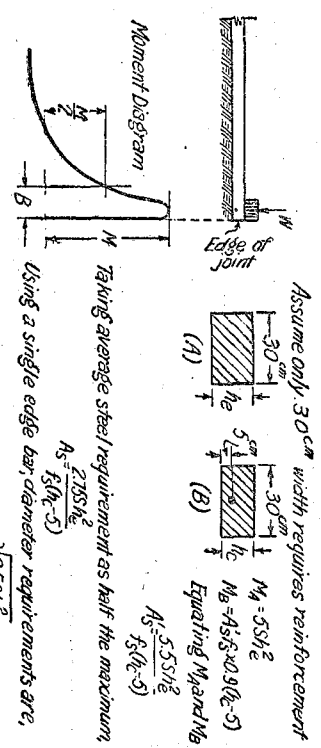
の距離が増加するに従ひ著しく減少するものなる事を示して居る。而して同氏の誘導したる彎曲率圖に依れば、目地縁端より 30 cm の距離に於て最大正彎曲率の半分に減少することを示して居る。又 Teller 氏は實際上荷重を縁端から 30 cm 移動せしむれば縁端應力を 50% 減少すると云ふ結果を得た。

前述の事實により補強を要する部分は目地縁端より約 30 cm の幅にて足る事が明らかである。而して補強程度は縁端に於て最大、30 cm 隔れる所では不必要となるから、幅 30 cm の所要平均鉄筋量は縁端に於けるもの約半分であり。従つて所要鉄筋断面積は

$$A_s = \frac{2.758 h_e^2}{f_s (l_e - 5)} \dots\dots\dots (4)$$

鉄筋は通常目地から約 10 cm 隔れる所に挿入するがよい。

所要鉄筋の徑に従ひ (4) 式は次の如くなる。



丸棒に對し $d = \frac{3.5 s h^2}{f_s (h_c - 5)} \dots \dots \dots (5)$

角棒に對し $b = \frac{2.75 s h^2}{f_s (h_c - 5)} \dots \dots \dots (5a)$

4. 合釘による補強 Use of slip-dowels

絶縁型目地に抗剪應力を附與するために合釘を使用する。故に合釘は目地の何れか一方の床版端に荷重が作用したる時、此の荷重を他の床版に傳へるが如き働きがなければならぬ。二床版端には等しい撓度を生ぜしむることが必要であるから、一本或は數本の合釘に依りて傳達さるべき荷重は作用荷重の $\frac{1}{2}$ でなければならぬ。

實際合釘を用ひて目地に抗剪應力を與ふる方法は、合釘自身が彎曲したり又コンクリート上の支壓力の強さ並びに分布状態が不確實であるため満足なものではない。而して合釘がその構造上の目的を達し得ざる場合がある。

合釘の總數は目地に作用する最大荷重の半分だけを傳達し得る効果を有して居るものであり、又其の間隔は荷重が作用して居る縁端に生ずる彎曲率がその 50% を減少する様に決定せねばならぬ。

5. 隅角補強 Corner strengthening

今隅角が床版縁邊と合釘を用ひざる横目地との交叉部であるとする。此場合隅角には最大輪荷重が作用し、又隅角附近では路盤支持力なきものとすれば、床版は負彎曲率を受くる突筋として働かねばならぬが、之に對して適當なる強

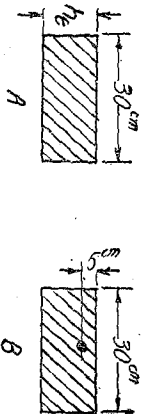


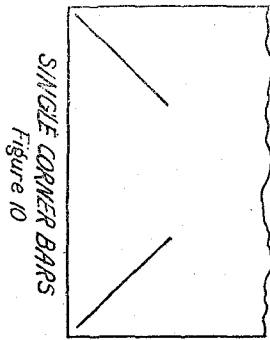
Figure 9

度を保たしむる様設計するを要す。今第9圖の如き二つの断面 A, B を採つて考ふるに、A はプレローンクリート断面、B は鉄筋コンクリート断面にして何れもその幅及厚は等しきものとす。鉄筋は床版面より 5cm 下方に挿入し抵抗隅力の臂長を有効高の $\frac{9}{10}$ にとれば A, B 兩断面の抵抗彎曲率を等しからしむる場合の所要鉄筋量は

$$A_s = \frac{5.5 s h_c^2}{f_s (l_0 - 5)} \quad (6)$$

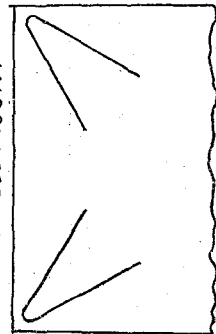
此設計法に従へば終端厚 22.5 cm の断面に於て幅 30 cm につき約 2~2.6 cm² の鉄筋量を要し寧ろ多量に過ぐ。

かゝる多量の鉄筋を挿入するは施工極めて困難である、故に隅角を補強する設計法としては先づプレローンクリート断面に増厚をなし、次に横目地に合釘 (Slip dowel) を入れて隅角が單獨に働く事を妨げる。更に用心補強として適當量の斜鐵筋或は縁邊鐵筋を使用す。第10圖~第13圖に示すものは通常用ひらるゝ鐵筋配置である。



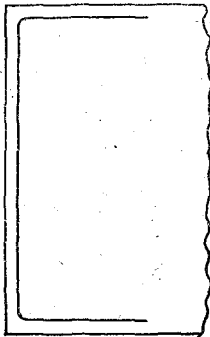
SINGLE CORNER BARS

Figure 10



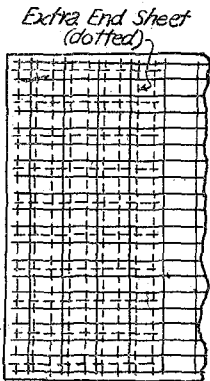
HAIRPIN CORNER BARS

Figure 11



END U-BAR

Figure 12



DISTRIBUTED REINFORCEMENT

Figure 13

Figures 10 to 13. Methods of Strengthening Slab Corners