

北米合衆國に於ける三大道路試験

幹事 内務技師 鹿城生

何と云つても道路の改良に就ては、改良面積や延長から云つても亦費用の點から云つても、一番盛に遣てるのは合衆國であります。合衆國否寧ろ之れは世界の大勢と云つてもよいのであります。今日は鐵道の時代が過ぎ去つて道路の勃興時代になつたのであります。大戦を境として道路の利用方法も變り道路上の運搬機具も變り従て其築造方法も變つて來たのであります。即道路の一新紀元が開かれたのであります。然しながら合衆國の現今の状態から見ますと、道路上の運搬機具即車輛の急激な發達に較べると、道路の改良は遙に遅れて居るので、折角發達した運輸機具も之れがため其機能を充分に發揮することが出來ないのであります。或る人の推定によると國內の車輛總運轉費用は道路の費用の十二倍をすると云ふ具合で經濟上から鋪裝の改良は一日も忽がせにすることが出來ないのであります。是等の點が利に聰い米國人の最も遺憾とする處で之れがため各州共競ふて巨資を承じ雄大な改良計劃を建て、政府も之れが補助獎勵に努力しつゝあるのではな

ります。然るに一方最新智識を應用し相當耐久力あるものと考へて築造した鋪道が數年ならずして高速度の重い車輛の頻繁な通行のため破壊さるゝものが多いのであります。之れがため現今の交通用具に對する道路の築造技術が疑はれ出したのであります。若しこのままに進むならば徒に國帑を空費する結果ともなるのであります。此の種の研究が目下の急務であります。併かし間ぬるい試験をして居ては其間だに新造の道路がどんどん破壊して行く恐れがあると云ふことから、流石は米國人だけあつて手取り早く効果の現れる様、思ひ切つて大規模の試験道路の計劃を隨所に建たのであります。

我が國よりは此の方面に於ての技術も進歩し、深い經驗を保持する米國が、以上の様な有様であるのに、我が東京市とか大阪市が渺なからぬ路面改良費を投ずるのに何等の經驗も無く、用意も無く行きなり然かも從來有つた方法でない外國の鋪裝方法を眞似様などは、大膽な遣り方で盲蛇に怖じずの類であるまいか、或は他國の實驗の結果に教ればよいではな

いかと云ふ人もあらふが、風土氣候の異つた所に應用して成功しやうとするには、少からぬ失敗と長年月を要するのであります。其失敗の費用で、試験するならば遙かに安くもあり、效果も早く得られ、沿道の人々に度々迷惑をかける様な事もなく自信強い工事が出来上るのであります。目下の所、我が國の舗道は罪を獨り根本の構造にのみ歸することが出来ない其施工方法其他にも大部缺陷が有る様だけれども、兎に角虎を描いて猫にもならない感がするのである。

米國で道路の試験をして居るのは數限りもない程あります。其主なものは次の様なものであります。

一「バージニヤ」州にある米國道路局の試験場で「コンクリート」基礎の上に瀝青材料で舗装した圓形の道路を造り其上に「トラック」を自働的に走らして試験したのであります。瀝青舗道は色々に異つたものを造り、比較試験を行つて居ります。

二「バーシニヤ」州「アレキサダー」郡で之れも米國道路局が監督して二哩ばかりの「コンクリート」試験道路を造つたのであります。床版の厚さや形状其他鐵筋の入れかたなども色々考へまして多くの實驗を行つたのであります。總て科學的研究は出来るだけ實際に車輛を通行せしむる前に行ひまして車輛の種類や通行の度數などは田舎の通行に似よりのものとしたのであります。「コンクリート」舗道に就ては各州

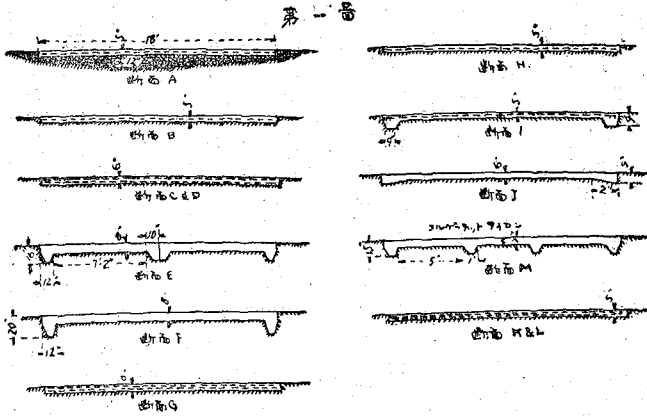
で骨材や鐵筋の割合を色々變へて試験して居るものが多いのであります。

三「イリノイス」州の主府「スプリングフィールド」市に近く「ベーツ」と云ふ所に延長二哩に亘り試験専用の道路を造りまして六十三種類の舗装を施し此の上を「イリノイス」州で規定して居る重量以上の重さを持つてゐる車輛を走らして其破壊の狀況を精細に比較調査したのであります。之れは同州で約二億圓の道路改良計畫を建てたのであります。其設計の資料にする目的で取りかかつた仕事であります。

四「カルホルニヤ」州「ピッツバーク」と云ふ所で延長約千四百尺の橢圓形の有效幅員十八尺の「コンクリート」道路を造りまして五十臺にも近い色々の重さの「トラック」を走らして破壊するまで試験しました。此試験の目的は初めに鐵筋「コンクリート」の舗道に伸張力の強い特種の鐵材を使用することが利益であるや否やを調べて鐵材の新しい販路を見出したいのが主眼で「コロンビヤ」鋼鐵會社の出資に成つたのであります。其後合衆國政府と「カルホルニヤ」道路委員會の助力を得ることとなつたのであります。

五「ワイオーミング」州「カスバー」と云ふ所で千九百二十一年に延長二千四百尺の試験道路を造りました。此所では幅八尺長さ九尺厚さ六寸の鐵筋「コンクリート」床版を豫め造つて置きまして之れを現場に運び舗装したのであります。

以上の内合衆國道路局の試験道路「イリノイス」州「ベール」試験道路及「カリホルニア」州「ピッツバーグ」に於ける試験

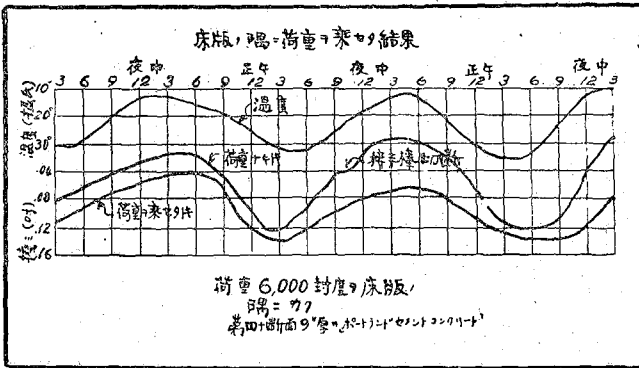


道路を三大試験道大試験道路として爰に其大要を述べたいと思ふので是等の道路を總て合衆國道路局と協力して遣つて居るのでありますから試験事項並に其方法なども重

復して居るものもあります。

北米合衆國に於ける三大道路試験

第二圖



カルホルニア州ピッツバーグに於ける試験道路

鋪道を造ることの外、普通の「コンクリート」鋪道をも造る必

「ピッツバーグ」の試験道路は最初其研究の結果から鐵筋用鋼材の新しい販路を見出すことが出来はすまいかと云ふ望みからして「カルホルニア」州の「コロンビヤ」鋼鐵會社の企てに成つたものであります。此試験をなす爲には鐵筋「コンクリート」の

要を認めただけであり、然して研究の結果隋圓形の道路に十三種（断面圖参照）の鋪道を造り之を破壊して使用に耐へなくなるまで試験したのであります、以上の様な次第で其目的も鐵材の新販路を見出すと云ふことであるし試験の費用も「コロンビヤ」會社から出資したのでありますから、他の種類の鋪道を併せて試験することが出来なかつたのは聊か遺憾とする所であり、千九百二十一年の二月初めから千九百二十二年の三月十五日まで此の會社の費用で試験したのであります、其後合衆國政府道路局及「カルホルニヤ」州道路委員會の助力を得まして、其一切の費用を其兩方から拂ふ様に成つたのであります。

大體の試験の設備を申しますと所々に鋪道を横切り四ツの隧道を掘り各隧道に一本づゝの棒を建て其上端は鋪道に突き刺し下端は路床を貫いて各觀測隧道に達せしめたのであります、鋪裝床版と隧道の頂上との間は三呎四吋の間隔を置き其間には土を詰め車輛によつて起る衝擊の甚しく傳らぬ様な装置となつて居ります、然して此觀測隧道内には前述の鋪裝床版の撓度を測る棒に其の撓度を記録すべき装置をしたのみならず隧道内之と反對の側に鋪裝床版と無關係に地盤の移動を記録すべき装置を設け、而して多くの場合に鋪裝床版は關係なく可なり精密に地盤の移動を測定することが出来る様になつて居ります、其他床版の溫度。床版と地盤との間の壓力。

路床の水分試験などの装置をいたしました。

試験道路は鋪裝幅員十八呎で平行線の兩端を半圓で結んで楕圓形に造りました其周長は約四分の一哩強であります此道路の上を三噸半乃至五噸「トラック」三十臺を走らしたのであります、此の「トラック」中最も輕いのは其總重量一萬四千五百封度で最も重いものは二萬九千封度ありました。「トラック」を二列に走らし千九百二十一年十一月九日から運轉を初めたのですが、千九百二十二年一月卅一日以來は或る部分は修繕しなければ二列に車を走らすことが出来ぬ程破損しましたから其后姑くの間全く通行が出来なくなるまで一列走行をいたしました。それから運轉を中止いたしました總ての破損箇所を修繕いたしました。

修繕は鐵筋を使用せず普通の「コンクリート」で六吋の厚さとしたしました、最も車輛を運轉試験しての間でも絶へず修繕を怠らなかつたのであります、運轉中午前十時と午後三時に各十五分間づゝ運轉を中止いたしました破損箇所を調べ修繕することにしたのみならず破損の生じた時は徹夜しても應急修理を施したのであります、此の應急修繕材料には「アスファルト」と碎石篩滓を混合したものや、豫め「コンクリート」床版を造つて置いて破損毎に之を敷たこともあり、又煉瓦や板を敷き其の上に「オイル、マカダム」を敷き詰る應急修繕したこともあり、一列運轉をなす頃は破損もひどか

つたので木材を井桁に組むで修繕した所もあり、大きな破損個所には色々な方法を施したのですが、其内一番成績のよかつた應急の修繕方法は一呎角の木材を横に列べて「コンクリート」と木材と接する所には衝撃を少くするため接手に跨り鐵板を敷き「コンクリート」の方へ鐵板を取り付けたのであり

ました、其他破損した「コンクリート」床板を取り除き厚さ三呎幅一吋の板を縦横に敷き其上に厚さ三分の鐵板を敷いて「スパイキ」で板に打ち附けて修繕した所もあります、破損の起つた所は一々平面圖に其程度と時日とを記入して後日の研究材料にしたのであります、十二月廿七日頃A、B、H、及Iの四個所は殆ど通行が出来ない程に破損いたしましたから其の内のある部分を六吋厚の鐵筋なしの「コンクリート」で修繕いたしました。然し其の内でも或る部分は完成になつて居りましたから完全の部分は引き續き試験したのであります。

修繕個所に新に「コンクリート」床版を施工いたしますに當りましては、其最も弱點であります所の接手を色々と研究いたしました色々た構造方法を採用いたしましたして施工の際の接手補強の方法を同時に研究致しました。

千九百二十二年六月一日全部修繕を完成致しましたから再び試験運轉を始めました、此時に用ゐました貨物自動車は四十五臺で二列に反對の方向に走らしたのでありますが、千九百二十二年八月一日まで運轉しました所弱き部分は甚しく破

損いたしました、十三種の鋪裝中八ヶ所だけは殆ど破れないと云つてもよい程完全の状態にありましたが、五個所（A、B、H、I、L）だけは大部分は破れました、そこで今回は更に他の方法で残りの完全な部分を壊して見やふと云ふことで其準備をしたのであります、

最後の試験には非常に重い荷を運ぶことの出来る車を運轉して見様と云ふことになりまして木製車輪に巾十吋の鐵輪帶を附けた二輪附隨車を採用しました、此の附隨車は一軸の上に五十噸の重さのものを乗せることが出来るのであります、先づ最初に十五噸（何故十五噸の重さを採用したかと申しますと合衆各洲の大部分は橋梁の設計に十五噸の荷重を乗せることとして計算して居るからであります）の重さに乗せて百五回運轉して試験致しました、其結果を見ますと表面に現れた所では單に鐵輪帶の爲めに鋪裝面が擦り潰されたと云ふに過ぎなかつたのであります、そこで次には三十噸（九回轉）三十五噸（三回轉）四十噸（二回轉）と次第に荷重を増加して試験しましたが、多少困難はありましたが兎に角運轉には支障なかつたのであります、最後に五十噸の荷重を乗せましたが此の時には一時間に十二哩とか十六哩と云ふ様な早い速度で走ることもなく極く遅い速度で三回運轉いたしました、丁度四分の一哩の所を一回轉するのに六日かかりました、鋪裝の弱い所では路床諸共破壊されて車輪は地面に喰ひ込み之を引き

上げるのに非常に困難いたしました五十噸の荷重を通しました結果十三種の路面の内五種は甚しく破されましたが八種の路面は少々表面が磨滅された外餘り異狀を呈さなかつたのであります、少くも路表に現れて居る所では何等異狀がなかつたのであります(六吋厚さの鐵筋「コンクリート」床版及八吋厚の普通の「コンクリート」床版は五十噸の集中荷重の通つた後も表面には何等破損の様子がなかつたのであります)が「コンクリート」の標本を取る爲めに其後所々に「コアボアラック」を行いましたか床版の中央で破損して完全なものを取る事が出来なかつたのであります、厚さ六吋の鐵筋なしの床版は稍良好の結果を得ましたか五吋の床版は鐵筋が入れたものでも一哩に付き二十四噸以下の鐵筋を入れたものは全く破れ五十五噸以上を入れたものは破損しなかつた様であります、勿論床版の強さは鐵筋の量ばかりでなく其入れ方にもよるのであります、鐵筋を断面に示さるゝ通り入れられました、鐵筋には特に伸張力の強い鋼鐵を使用しました、又「コンクリート」を施工後二週間の間水中に置きまして龜裂を防止ぎ車輛を四十四日後に通しました)

本試験に使用致せる車輛は全て貨物自動車製造會社の寄與に成つたものであります、本試験中全體の「トラック」の走つた哩数は十七萬六千哩で回轉回数は六十六萬千四百四十九回通過總噸數七百三十六萬五千百噸で其平均速度は一時間十

二哩になつて居ります、本試験中十二月廿一日から約三ヶ月間兩側の側溝に水を滿し、路床に充分水分を吸收せしめました、此の試験の大體の結果を申しますと次の様な事になると云ふことです。

一 粘土に撒水しながら「ローラー」をかけて高さ僅つゝ仕上げた路床を非常に吸水性少く三ヶ月間水に接して居ても其滲透は水平巨離で一呎垂直の方向には二呎位しか達して居らなかつたと云ふことであります。

此の事柄は本試験中偶然に發見された事實でありまして其路床の築造方法は次の通りであります、鋪裝すべき全長に亘り深さ三呎幅三十尺を堀鑿し(中央十八呎鋪裝、兩端六呎ツグ路肩)之に仕上厚六吋になる位に「アドベ」(「アドベ」)と申しますと主成分は粘土でありますして水分の多少により非常に伸縮し水を吸收することが遅いが一度水を吸收致しますと容易に乾かぬ性質を持って居つて型に入れて固めますと稍固く泥瓦などを造る材料であります本試験場「カルホルニヤ」州一帶の土臺をなして居る土質であります)を埋め戻し之を搔き均した後十四噸「ローラー」(輪帶幅一吋に付き四百五十封度の壓力)で少量つゝ撒水しながら輾壓したのであります、が次層との接合をよくするために其表面半吋位搔起して更に次の層を造るために新しき「ア

ドベ」を加へ掻き均して輾壓し順次同様な方法を繰り返して造り上げたのであります。此の作業のため一哩につき千弗位の工事を増したと云ふことです。斯様にして造り上げた路床から試験孔によつて長さ五十六吋輕二吋の螺鑽で路床の試験材を取りまして一々其中の水分を検査いたしました勿論雨水は路面の龜裂を生じた所や破壊した所から浸入致しましたがそんな所ですらも深さ二呎以上には達して居らなかつたのであります。又測溝から來る水分は鋪裝の縁から四呎離れて居る試験孔までは達しなかつたのであります。試験中三ヶ月間兩測溝に水を滿して居つたのであります。床版の中心には水分の増加することがなかつたのであります。

二 床版の縁及角又は施工の際の接手は一番弱點でありまして重い荷重が乗ると第一番に破れるのであります。

「コンクリート」床版は「アーチ」の作用をして「コンクリート」床版と路床との間の應力に變化を及すと考へらるる理由もあるのですが其程度はどれだけ影響するものか又温度の變化が路床上に來る應力とどんな關係を持てるかと云ふ點も本試験と同時に研究されたのであります。

「トラツク」を運轉して試験をして居る間に第一回の雨のため床版の兩端が浮いて路床と離れたのであります。此支へのない離れた部分は多くの場合兩端から二呎の部分であ

りました。其後時々降雨がありました爲めに兩端の路床が膨張し之がため車輛が乗つた時の床版の兩端の撓みを減少する様に成つたのであります。此の時に路床から探つた土質を見ますと中央部は乾いてるのに兩端が濕氣を帯びて居つたのであります。縁や角の弱點であると云ふ理由や其補強方法を種々研究發表されました。

三 衝撃によつて生ずる撓みは大きく従つて破壊力が大なるのでありますから成るべく平な平面を造り殊に施工の時の接手は御撃を起さない様な、構造にすることが肝要であります。

四 車輛の通過のとき前輪のため鋪裝床版が撓むのであります。観測隧道の上を車輛が通過するときに床版に撓みを生ずるの度毎に床版は波打つてのを見したのであります。

観測隧道の上を車輛が通過するときに床版に撓みを生ずるのであります。其測定の結果を圖面に書いて見ますと全て「トラツク」の前後に波を打つと云ふことを見出したのであります。而して原形に復するに始め撓む時よりも長い時間を要するのであります。原形に復することが遅いと云ふことは研究すべき問題であります。

一日中で寒いときと温い時とに施工接手に起る剪力の差を八ツの施工接手に起る撓みにより（此撓みの観測は吋の千分の一まで讀める機械で鋪裝の表面で観測しました）研

究して見たのであります。此の試験をする爲に「トラック」の前輪を施工接手に直ぐ接近して置き全體の車の重さを一方の床版で支へたのであります。此の位置で午前六時十五分と午後二時半の一日中最も寒い時と温い時に施工接手の床版の角で測りました。此のときに用ゐました「トラック」の重さは一萬四千六百封度で、前輪に來る重さは五千三百六十封度後輪に來る重さは、九千二百封度でありありました。

鋪装を築造します際に四分厚の板を施工接手の間に入れて其外に何も填めなかつたのであります。朝の觀測の際は此の板は緩むで居りました。「トラック」の乗て居りました床版の角で朝の平均の撓みは〇、〇二二吋で「トラック」の乗つて居らない方の床版の撓みは〇、〇〇一吋でありました。午後になりまして床版は膨張しまして間の板を互に可成りの力で押し合ふてる故接手に於ける剪力は板を通して傳はり之れが爲め兩床版の撓みは殆同一でありました。午後測つた接手に於ける平均の撓みを「トラック」の乗つて居る方の角で〇、〇〇五吋で他の側で〇〇〇四吋でありました。

五 六吋厚さの「コンクリート」床版の上を五噸「トラック」が通ると床版は撓むのであります。が通過後二時以上も經なければ原位置に復さないのであります。連續して長い間通

ると原位置に復することが猶一層遅くなるのであります。之れは物質の彈性限度を超えて働かすからだらふと思はるのであります。重大な研究問題であります。

六 「コンクリート」鋪装面上を中實「ゴムタイヤ」を持つてる車輛のみ通る場合は三百五十萬噸の車輛が通つても表面の磨滅することが更になかつたのであります。之れは「コンクリート」鋪道の表面に仕上げの際に附した鏝の跡や仕上げのとき書た文字が其後明瞭に見得らるゝことによつて知らるゝのであります。

以上は「ピッツバーグ」におきましての大體の試験經過であります。が續々と精しい經過報告を出して居ります。又其結果に基いた研究も今猶發表しつゝあるのであります。

二 イリノイス洲ベーツ試験道路

千九百十八年十一月の投標により「イリノイス」州は合衆國政府の補助金を合して約二億圓の費用を千九百二十年から道路改良費に投ずることとなつたのであります。當時同州内の改良道路は重き車輛の交通のため破壊さるゝことが多かつたのであります。から技術家は非常に心配したのであります。實は如何にして此の重き車輛の交通に耐ゆる道路を造つたらよいかといふ確な自信が技術家の間になかつたのであります。そこで此の交通に耐ふる鋪道を合理的に設計するに必要な材料

を供給する様な研究計畫が建てられたのでありますが何分にも色々複雑な問題がありまして多くの年月を要する其内に一方工事は着々進捗して不安心な舗装が出来ると云ふことでは何にもならぬと云ふことでした。それで地方舗装道路の設計に必要な確な材料を出来るだけ早く得るには實驗道路を造るが一番早道だと云ふことで同州道路監督官の「エス、イ、ブラット」氏の提言に基き現今普通認められてる舗道を實際に造つて其上を實際に車輛を通して試験すると云ふことになつたのであります試験中は他の車輛を決して通さぬことになつたしました。

試験舗道として採用したことは明に重き車輛には耐え難いと認められたことから始まり順次其厚さ即強さを増して充分耐え得ると見たもの或は強過ると思はるゝものに至つて居ります。道路が出来上りまして其上を通す車輛を始めは極々軽いものより初めまして次第に重さを増加しました最後には「イリノイス」州の規定してある制限荷重(車軸に八噸)の一倍半迄通す設計であります。

試験道路の工事を千九百二十年に始めまして千九百二十一年の夏(七月)に完成いたしました、本年の一月初めまでに本試験道路に遣ひました費用は約四十五萬圓強になつて居りますが今日までに本試験によつて得ました智識の御蔭で本改良工事を安く丈夫に造ることが出来たと云ふことのみで既に其

費用を償ふて餘りあるのであります。

本試験道路の長さは一萬八百呎(二哩)で其舗装幅員は十八呎であります。此道路に一區劃普通百呎或は二百呎の長さに煉瓦「アスファルト、コンクリート」ポルトランド、セメント、コンクリート」などで六十三種の異なるつたを造りました其各種舗装の大體の様式を表に示されてあります。(表参照) 試験道路の位置の選定に當りましては成るべく土質、句配、見通し、配水の全長に亘り同一の状態にある所で且「イリノイス」州として代表的の所を出来るだけ選定したのであります。

同じ種類の試験舗道を強弱三種類造りまして輕、重並に中間の重さの荷重に耐える構造といたしました各組の内弱きものは四吋厚さの「コンクリート」床版の強さに相當する位のもの、強きものは大體九吋厚の「コンクリート」に相當する位のものを選定しました。「コンクリート」舗道の強さと他の舗道の強さと比較するには次の様な假定をしたのです。

一「コンクリート」基礎を持てる「モノリシツク」或は「セミ、モノリシツク」煉瓦舗道は基礎「コンクリート」と同じ性質の煉瓦舗道の全體の厚さに等しき「コンクリート」と同一の力を有するものとしました。

二「コンクリート」基礎上に瀝青目筋を使つて造た煉瓦舗道

の強さは基礎「コンクリート」の厚さに煉瓦の厚さの半分を加へたものに等しき厚さを持つて居る同一配合の「コンクリート」床版の強さに等しきものといいたしました。

三「コンクリート」基礎の上に造つた瀝青鋪裝厚さ二吋或は三吋の強さは其厚さ基礎「コンクリート」に一吋を加へたものに等しき厚さを持つて居る同一配合の「コンクリート」床版と等しいとしたのであります。

鋪裝面及路床には巾十八呎に對し二吋の「クラウン」を附けました従つて、鋪裝の厚さは全體が同一であります、路肩を各側六呎をとり側溝の底は一樣に路面頂點から三吋さがつて居る様にいたしました。

試験道路の土質は「イリノイス」州に普通に見らるゝ一樣に細かくて茶褐色を帯びて居る眞土でありますが普通粘土質と云ふべき土質であります路床は全線を通し一樣な構造とするために鋪裝をする一日前に全路床を八吋の深さに掻き起し十噸「ローラー」で輾壓いたしました其上型を置き水を加へて一夜放置しまして翌朝丁寧に規定の高さに削り仕上げました、路床の全線に亘り一樣であるかどうかと云ふ試験のためには二十五呎毎に靜荷重を乗せ或は衝擊を與へて地盤の耐壓力を測り水分の量を「コンクリート」を打つ前に觀測いたしました。其外所から路床の「サンプル」を取りまして合衆國道路局の試験所に送りまして分析し且つ耐壓力の試験を行つ

たのであります、是等の試験をいたしますには「イリノイス」道路局で考案いたしました針入度試験機や合衆國道路局で考案いたしました衝擊試験器を各觀測所で用ひました詳しい路床の試験には路床試験圓筒（其の構造は千九百二十一年六月三十日の「インヂニヤリンク、ニュース、レコード」に出て居ります）を用ひました是等の器械を全線を通して約千個を据付けました其測定の結果は非常に有益なのでありますが長くなるからここには省いて置きます。

材料や工事施行細則は凡べて「イリノイス」州で現行の規定によつたのであります、即ち材料は規定に従て検査し、其結果を記録して居ります。本來の目的が種々の鋪道の比較値を見出すにあるのだからして材料、配合並に築造方法の一樣と云ふ事に關しては非常に注意を拂つたので御座います空氣の溫度、水を混すること、水量、其他後日の參考と思はるものは記録しました、厚さと云ふ點に付て甚大の注意を拂ひました結果、砂或は「マステック」(砂と瀝青とを混合した鋪裝材料)の下敷を除いては規定の寸法より四分の一吋即ち二分異

た物は稀で有ました平均十六分の一吋の差でありました。「コンクリート」を使用する各種の鋪裝から材料を取りまして耐壓試験の爲めに九個の圓筒(長十二吋全六吋)及横の耐荷力を試験するために三枚の床版、長三十吋巾十二吋高八吋)を造りまして試験道路と同一の保護を加へて置き「トラ

ツク」を乗せる時に「コンクリート」の強さや経過日数のた
め強さに及ぼす影響などを試験いたしました。

此の試験に「トラック」を運轉しよふと云ふことの目的は
理論は別として實際の資料を得やふと云ふのでありましたが
苟も設計上の根本問題を解決する望みのある事には努力を惜
まなかつたのであります、此意味に於て色々の研究が企てら
れ着々實行されて居るのであります、さて解決すべき主な問
題は、何々であるかと申しますと、大體次の様なものであり
ます。

荷重に關係した事柄に就ては

一 車輪に來る荷重をどれだけに制限すべきかと云ふ問題即
ち車輛の重さの制限であります、車輛の重さは常に法律に
よつて制限して行てるのであります、車輛を制限して之れ
に耐る道路を造るべきか又車輛を制限しないでどんな車輛
の通過も耐え得る道路を造るべきかと云ふことは研究問題
なのであります、然し目下の所車輛の荷重を制限して夫れに
耐えるだけの強の道路を造るのが大體經濟的だと云ふこ
となつて居ります、然しどれだけの重さに車輛を制限した
なら最も經濟的かと云ふことは確に定まつて居りませぬ、
例ひ「トラック」輸送並に道路築造維持修繕上からして最
も經濟的な車輛の重さが定まつたとした所で從來金をかけ
て造つた舗道を直に捨つるに忍びないと云ふ所からして其

の制限を採用しないのであります、それですから目下の所
各國の制限なるものは全て宜い加減のものであります、故に
今日吾々の採るべき方法を結局經濟上利益だと云ふ荷重を
長い間に見出して追々と其の荷重に追附く様に法律により
規定して行く外はないのであります。

二 車輛の通過の爲めに生ずる街撃を路面の平滑の度「タイ
ヤ」の種類彈條及車輛の構造により異なるのであります、實
際造り得る平らかさで前述の各要素が異なることにより衝撃
がどれだけ、違ふものであるかを知ることが、肝要であり
ます。

三 最大應力を舗路に生ぜしむる車輛の位置を見出すこと、
之れは路床の問題さへ解決さるゝに於ては困難な問題でな
いのであります。

四 「タイヤ」を異にする車輛の荷重分布状態「タイヤ」の異
ると車輛から路面に傳はる荷重分布状態も異り又分布面積
も異なるのであります、之れは「タイヤ」の構造に關係す
るので構造が定まれば解決も簡單であります。

荷重を路床に傳へる能力に付ては第一には「コンプレツシ
ーブ」シヤリンク」並に「ベンデンク」やストレツス」に最も
よく耐える様に設計もし又築造するには如何にすべきやと云
ふ問題であります、第二には舗道床版に普通用らるる材料の安
全作用應力の決定であります、此の問題中には屢々荷重を繰

り返した時に生ずる影響も含むるので居あります。

可なり大きな磨滅力剪力及耐應力に耐る「コンクリート」の設計は大體満足な解決を得たのであります。「コンクリート」の彎折率（モデラス、オブ、ラプチュア）を左右する要素に關しては「レウイス」研究所の「アブラム」教授の研究の結果を參考といたしました然して鐵筋なしの「コンクリート」床版及剛性鋪道床版に荷重を繰返しかけた時の試験は非常に數多く「イリノイス」州道路局の實驗室で行ひました。

路踏の支持力に就ては第一に土質の性質による影響、第二に路床を形成して土質の含水量による影響、第三に路床を形成して土質の含水量調節法、第四に荷重を繰返しかけた路床に及ぼす影響、第五路床の天然支持力を増進する方法などでありました。路床支持に就ては千九百二十年拾月以來「イリノイス」州で鋪道床版の下に千二百個所に觀測装を設けて大仕掛に試験を行つて居ります、此の試験は土質、含水量荷重を繰返しかけた時の關係路床の支持力及含水量の調節方法を含んで居るのであります、而して此時荷重を繰返しかけた時に生ずる路荷支持力測定器を完成されました、猶此の測定には床版に靜荷重及反復荷重をかけた時に生ずる撓み及變形率を測る器を用ひまして「チェック」したのであります、溫度の影響に就ては第一に溫度の變化により直接鋪道に起す應力第二に溫度の變化により路床支持の状態を變へたために鋪道

床版に起る關接應力などであり、溫度の變化によつて關接に應力を起さしむると云ふことは重大な事件であることを本試験により知つたのであります。

本試験道路は千九百廿一年七月に完成したのであります。「コンクリート」が硬化して全部一樣の強さ少なくも結果に大なる影響を與へない程の差を生ずる迄「トラック」の運轉を開始しなかつたのであります而して「コンクリート」の硬化がどれだけに行てるかと云ふ試験は先に取つて居つた試験片によつたのであります。「トラック」を實際に運轉し始めたのは千九百二十二年の三月でありまして同年九月迄續きました、試験道路が出来上つてから「トラック」を運轉する迄の間に前記色々の試験を行ひました、それで「トラック」を運轉して試験する前に既に之等の試験成績からして大體の強弱の程度を豫想することが出来たのであります。「トラック」運轉試験は後輪荷重が二千五百封度から始めまして次第に約千封度づゝ増して行きました各荷重の試験は凡千往復づゝ行つたのであります。

順序として「トラック」を走らして試験した結果を御話しする前に豫備試験に付て御話ししなければならぬのであります、すが甚だ浩瀚なものになりますから其内のあるものを大體御話し致すこととします。

「ベーツ」試験道概略表

「マカダム」基礎瀝青填充材を有する煉瓦舗道

北米合衆國に於ける三大道路試験

| 番 號 | 長 呎 | 煉 瓦 厚 吋 | 下敷き吋 | 石灰碎石基礎厚吋 | 全 厚 |
|-----|-----|-------------|--------|----------|-----|
| 1—A | 100 | 3 ラ ツ グ | 2 砂 | 4 | 9 |
| 1—B | 100 | 3 ラ ツ グ レ ス | 2 砂 | 4 | 9 |
| 2 | 100 | 4 ラ ツ グ | 2 砂 | 4 | 10 |
| 3 | 100 | 4 ラ ツ グ レ ス | 2 砂 | 4 | 10 |
| 4 | 100 | 4 ラ ツ グ | 1 砂瀝青混 | 8 | 13 |
| 5 | 100 | 3 ラ ツ グ レ ス | 2 同 | 8 | 13 |
| 計 | 600 | | | | |

「アスファルト」舗道——「マカダム」基礎

| 番 號 | 長 呎 | 表 面 層 吋 | 石灰碎石基礎工吋 | 全 厚 |
|-----|-----|------------|----------|-----|
| 6 | 200 | 2 ½ 「トペーカ」 | 10 マカダム | 12 |
| 7 | 200 | 2 ½ 同 | 8 | 10 |
| 8 | 200 | 1 ½ 「トペーカ」 | 5 | 8 |
| 9 | 200 | 1 ½ バインダー | 6 | 8 |
| 10 | 200 | 2 ½ 同 | 4 | 6 |
| 11 | 200 | 2 ½ 同 | 4 | 6 |

「アスファルト」舗道「コンクリート」基礎6吋縁石

| 番 號 | 長 呎 | 表 装 工 吋 | 基 礎 層 合 | | 全 厚 |
|------|-----|------------|---------|---------|-----|
| | | | 厚 吋 | 配 合 | |
| 12—A | 200 | 2 「トペーカ」 | 4 | 1:3:5 | 6 |
| 12—B | 25 | 2 同 | 5 | 1:3:5 | 7 |
| 13 | 200 | 1 ½ 同 | 4 | 1:3:5 | 7 |
| 14 | 200 | 2 同 | 4 | 1:2:3 ½ | 6 |
| 15 | 200 | 1 ½ 同 | 4 | 1:2:3 ½ | 7 |
| 16 | 200 | 2 同 | 5 | 1:2:5 | 7 |
| 17 | 200 | 2 同 | 5 | 1:2:3 ½ | 7 |
| 18 | 200 | 1 ½ 同 | 5 | 1:2:3 ½ | 8 |
| 19 | 200 | 1 ½ バインダー | 5 | 1:2:3 ½ | 8 |
| 20 | 200 | 2 同 | 6 | 1:2:5 | 8 |
| 21 | 200 | 2 同 | 6 | 1:2:3 ½ | 8 |
| 22 | 200 | 2 同 | 7 | 1:2:3 ½ | 9 |
| | | 1 ½ 「トペーカ」 | 8 | 1:2:3 ½ | 11 |
| | | 1 ½ バインダー | | | |

煉瓦舗道——瀝青目筋 ——「コンクリート」基礎

| 號番 | 長吋 | 煉瓦の厚 吋 | 下 敷 | 石灰碎石コンクリート基礎 | | 總厚 吋 | 道路の改良 第六卷 第一號 |
|------|------|-------------|--------|-----------------|-------------------------|------------------|---------------------|
| | | | | 厚 吋 | 配 合 | | |
| 23—A | 100 | 3 ラ ッ グ | 1 砂 | 6 $\frac{1}{2}$ | 1 : 2 : 3 $\frac{1}{2}$ | 10 $\frac{1}{2}$ | |
| 23—B | 100 | 3 ラ ッ グ レ ス | 1 同 | 6 $\frac{1}{2}$ | 同 | 10 $\frac{1}{2}$ | |
| 24 | 100 | 3 ラ ッ グ | 1 同 | 5 $\frac{1}{2}$ | 同 | 9 $\frac{1}{2}$ | |
| 25 | 100 | 3 ラ ッ グ レ ス | 1 砂と瀝青 | 5 $\frac{1}{2}$ | 同 | 9 $\frac{1}{2}$ | |
| 26—A | 100 | 4 ラ ッ グ | 1 同 | 4 | 同 | 9 | |
| 26—B | 100 | 4 ラ ッ グ レ ス | 1 同 | 4 | 同 | 9 | |
| 27 | 100 | 3 ラ ッ グ | 1 同 | 4 $\frac{1}{2}$ | 同 | 8 $\frac{1}{2}$ | |
| 28 | 100 | 3 ラ ッ グ レ ス | 1 同 | 4 $\frac{1}{2}$ | 同 | 8 $\frac{1}{2}$ | |
| 29—A | 100 | 3 ラ ッ グ | 1 同 | 4 $\frac{1}{2}$ | 1 : 3 : 5 | 8 $\frac{1}{2}$ | |
| 29—B | 75 | 3 ラ ッ グ レ ス | 1 同 | 4 $\frac{1}{2}$ | 1 : 3 : 5 | 8 $\frac{1}{2}$ | |
| 30 | 125 | 3 ラ ッ グ | 1 同 | 3 $\frac{1}{2}$ | 1 : 2 : 3 $\frac{1}{2}$ | 7 $\frac{1}{2}$ | |
| 31 | 100 | 3 ラ ッ グ レ ス | 1 同 | 3 $\frac{1}{2}$ | 1 : 2 : 3 $\frac{1}{2}$ | 7 $\frac{1}{2}$ | |
| 32—A | 100 | 3 ラ ッ グ | 1 同 | 3 $\frac{1}{2}$ | 1 : 3 : 5 | 7 $\frac{1}{2}$ | |
| 32—B | 100 | 3 ラ ッ グ レ ス | 1 同 | 3 $\frac{1}{2}$ | 1 : 3 : 5 | 7 $\frac{1}{2}$ | |
| 計 | 1400 | | | | | | |

ラ ッ グ 附 煉 瓦 舗 道 「モ ノ リ シ ッ ク」 及 「セ ミ モ ノ リ シ ッ ク」 コ ン ク リ ー ト 基 礎

| 番 號 | 長 尺 | 煉瓦の厚さ 吋 | 様 式 | 基礎層(吋モルター) | | 總厚 | 六 六 |
|------|-----|------------|---------------------------------------|------------|-------------------------|-----------------|-----|
| | | | | 吋 厚 | 配 合 | | |
| 33 | 200 | 3 | モ ノ リ シ ッ ク | 2 | 1 : 2 : 3 $\frac{1}{2}$ | 5 | |
| 34—A | 200 | 3 | セ ミ モ ノ リ シ ッ ク | 2 | 同 | 5 $\frac{1}{2}$ | |
| 34—B | 50 | | ボ ル ト ラ ン ド セ メ ン ト モ ノ リ シ ッ ク | 標 準 | 設 計 | 6 | |
| 35 | 200 | 4 | 同 | 2 | 1 : 2 : 3 $\frac{1}{2}$ | 6 | |
| 36 | 200 | 3 | 同 | 3 | 1 : 3 : 5 | 6 | |
| 37 | 200 | 3 | 同 | 2 | 1 : 2 : 3 $\frac{1}{2}$ | 6 | |
| 38 | 200 | 4 | 同 | 3 | 同 | 7 | |
| 39 | 200 | 4 | 同 | 4 | 1 : 3 : 5 | 8 | |

「コンクリート」舗道

北米合衆國に於ける三大道路試験

| 號 番 | 長 尺 | 吋 厚 | 配 合 | 摘 要 |
|------|------|-----|-------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 40 | 200 | 9 | 1 : 2 : 3 $\frac{1}{2}$ | |
| 41 | 150 | 8 | 同 | 横の接手25尺毎 縦の同 全長 |
| 42 | 150 | 8 | 同 | |
| 43 | 150 | 7 | 同 | (1) |
| 44 | 150 | 7 | 同 | (2) |
| 45 | 100 | 6 | 同 | (1) 鐵筋入 |
| 46 | 100 | 6 | 同 | (2) |
| 47 | 100 | 6 | 同 | (1) 鐵筋入り横の棒は縦の接手を貫く |
| 48 | 100 | 5 | 同 | (2) |
| 49 | 200 | 5 | 同 | (1) 鐵筋入り縦の接手なし |
| 50 | 200 | 5 | 同 | 45番と同様 |
| 51 | 200 | 6 | 同 | 46番と同様 |
| 52 | 200 | 6 | 同 | 47番と同様 |
| 53 | 100 | 5 | 同 | 網狀鐵筋 |
| 54 | 200 | 5 | 同 | 網狀鐵筋 |
| 55 | 200 | 5 | 同 | |
| 56 | 200 | 5 | 同 | 125尺は「カルシウムクロライド」4%を入れる 57同 同 2 $\frac{1}{2}$ % 入る |
| 57 | 200 | 5 | 同 | 「セマイト。セメント」 |
| 58 | 200 | 4 | 同 | 4吋石の基礎 |
| 59 | 200 | 4 | 同 | 「セマイトセメント」 |
| 60 | 200 | 4 | 同 | 2 $\frac{1}{2}$ % 「カルシウムクロライド」 |
| 61-A | 100 | 4 | 同 | 水凍「ライム」7 $\frac{1}{2}$ % |
| 61-B | 100 | 4 | 同 | |
| 62 | 200 | 4 | 同 | (2) $\frac{3}{4}$ 吋「デフホムドバー」5尺長10中心 $\frac{3}{4}$ 吋全ノモノ端より6吋の所に入る |
| 63-A | 150 | 7 | 同 | 62番と同様 |
| 63-B | 50 | 7 | 同 | |
| 計 | 3800 | | | |

(1)は横ノ 接手は25毎
(2)縦の接手は全長に設く

路床の水分に就て

路床の水分を検査する爲めに殆ど一年の間一定の期間毎に「ベーツ」試験道路並に「イリノイス」州の主都「スプリングフィールド」附近の六十哩の道路に亘り數百個所の見本を採集したのであります。含水量は十一月十二月の秋分に一番多く乾た土の重さの四十「パーセント」も含み七月頃の夏分は最も少く三十三「パーセント」位でした。鋪道の縁に近き所又は龜裂個所に近き所の路床含水量は他の所の含水量と何等著しき變りなかつたのであります。試験道路の鋪裝の兩側に表面から二呎半の所に長二百呎に亘り土管を埋め燼滓を以て埋め戻し含水量の試験をしたのであります。が他の所と餘り變りなかつたのであります。然し試験道路の附近八哩に亘り同一の構造で試験した結果によりますと他の所と比較して一樣に其含水量が低かつたのであります。其の試験は地質が同じ様な所で排水土管を設けない所から澤山の見本を採つて來て其後比較研究中であります。

濕氣を帯びた粘土層に就て

千九百二十一年二月に開かれた米國道路築造協會の席上で大學教授の「イノ」氏の話によると「オハヨウ」州のある種の粘土は濕氣を含むるものを型に入れて堅めたものは水

を吸収することは少ないけれども之を乾かした後に水中に入ると時は短時間に水を多量に吸収して直に崩れると云ふことが本試験に於きましても鋪裝の大部分は空氣の乾燥して居る時に造られたのであります。従て路床も乾て居つたものと思はれます。夫れ故千九百二十年の秋試験道路の路床が急に降雨後三日内に水分を吸収したと云ふことも此の現象に歸因することが多くないかと思はれます。

道路の兩端から中心の方に水が滲み込むで行くのにどんな割合で透過して行くかを試験する爲に千九百二十一年七月頃鋪道の端に沿ふて溝を掘りまして水を數日間滿して置きました。然るに初めは温度の變化の爲め鋪道床版の兩端が地盤から離れた爲之から水が浸入して目的を達する事が出来なかつたのであります。後には鋪道の兩端から一呎離れた所に所々溝を掘りまして三週間水を滿して置きました。其後溝から僅に三十吋離れた所から見本を採り試験して見ました。も鋪道の下地の所のものと含水量は何等變りがなかつたのであります。土壤の凍結が水分吸収にどんな影響を及すものかを試験するために澤山の個所から路床を非常に注意して毀さぬ様に切り取り一度凍らした後更に之れを解かしてから水中に入れたのであります。其内大部分は凍結後とける時に水のために崩れたのであります。之に反し凍らないものは完全の形をし

て居りまして徐々に水を吸収しましたが、凍たものは水中に入れると直ぐに水を吸収しました。此の試験の内普通のもの（四個の平均）二十八「パーセント」の水分を含むて居つたのでありますが二十時間水中に入れて置たため水分が三十三「パーセント」となり即五「パーセント」増加したのであります。初めの含水量が同一のものを六時間凍らした後二十時間水に漬して検査いたしましたがこの結果は四割二分の水分を含て居りました即一割四分の増加であります。是等の試験の結果から想像するに粘土層の路床は屢々雨が降つても地中に浸入することが非常に少ないのでありますが一層凍結しますと吸水作用が著しく成るのであります、本試験道路に於きましては凍る程の温度には達して居らなかつたのにも係らず千九百二十年の秋から冬にかけて含水量が多く夏に近くに從て次第に少く千九百二十一年の秋から冬にかけて急激に増加はしなかつたのであります。角再び増加して來たのであります。

路床の耐荷力に就て

路床の支持力に影響を及す各要素を確むるために非常に努力したのであります、路床に只一回荷重をかけた時と何回も繰り返してかけた時とは路床の状態が異ると云ふことが信じられて居るのであります。此の試験をするために現場で毎平

方吋に五十封度の壓力を無限に繰り返しかけらるゝ様な機械を案出したのであります、此の機械は完全に其目的に適ふたものとは申されませんが此の機を用ひて測定した結果からして濕氣を含でる土質に幾回も荷重を繰返してかける場合にはある一定の彈性限度があると云ふことが云ひ得るのであります、一例を申しますと粘土質の路床に毎平方吋に五封度の壓力を約千回加へたのであります。初め僅かの回数に凹むだけの凹みを生じまして其後の荷重に對しては或る一定の沈下はするのであります。荷重を取り去れば完全に原位置に復したのであります、次に平方吋に廿五封度の壓力を加へた結果試験を終へた後の全沈下は〇・二五吋でありました、本機を用ひて極く少き面積の上で試験した結果と數平方尺を持つて「コンクリート」床版の上に水壓機により試験した結果とは非常によく合したのであります、然し同一の路床で含有水分が同じであつても試験すべき點が變ると同一の結果を得なかつたのであります、之れは機械と路床面との間の接觸が完全に行つて居らなかつたと云ふ事にも一部分歸するかも知れません。主として路床の密度が異つて居つたと云ふことに歸因するらしいと云ふことです、經濟的設計であると考へらるゝ道路に起る如き極く軽い壓力のもとに年中此の彈性限度が起るのであるか又一年中最も水分の多き時にのみ越るものであるかと云ふことは研究しなければならぬ問題で本試験場の最

も水分多き時節四十「パーセント」を含む如きは明に低きものであつて恐らく平方吋に一封度以下ならむと考へらるゝのであります、目下現場に於て路床が最多く水分を含むだ時に耐え得る支持力の決定に付て研究中で之れに要する機械も考案されたのであります。

路床の等質に就て

「ベーツ」試験道路に路床と鋪裝床版との間の互の位置が随時期に判る様な装置を設けまして一年間一週間に一度づゝ觀測致しました其結果温度の變化によつて床版が反り曲り床版と床版が規則正しく周期的に離れるのを見たとあります。其離れる距離は非常に不同でありまして其のあるものは可なり廣い面積（此範圍に付ては目下の所精確に測る設備が有りませむ）に渡り二分の一吋離れたものがあります此の不同は恐らく路床の沈下の不同であると云ふことに歸因するだらふと思はれます、此の床版と路床と離れると云ふことは全々床版の歪にばかり歸することが出來ないので恐らくは床版自身は規則正しく歪むのだが路床が道路上に荷重が乗つてない時でも不安定なためかくも不規則の離れ方をするのではないかと思はるのであります或る人は路床の含水量に歸因するのではないかと云ふ人もあるのであります路床の含水量は數ヶ月開始一様であつたのだから其結果だとも云ひ得ないので

あります又温度の變化に歸因するものとも考へらるゝのであります之れは主として路床の鋤き均や輾壓等の工事の不同の爲め路床の密度に不同が有つたのではないかと云ふことであります。

凍結作用並に其影響に就て

千九百二十年から二十一年にかけて「ベーツ」道路試験場で霜害の觀測をしたのであります、此の觀測期間内に寒いことが只一度ありました。此の時には野外の地盤並に路肩が約八吋ばかり凍りました、高低測量を精密に行ひました結果道路の全線に亘り鋪道の縁か中心よりも速かに隆起致しました或る區域に於きましては縦の接手のある所で兩端を四分の三吋中心は四分の一吋隆起したものがあります、縦の接手のなかつた部分を殆同じ様に春迄には縦の方向に龜裂を起したのであります、極く少數ではあるけれども兩端で四分の三吋中央で二分の一吋隆起したものがありますが斯る所は縦の龜裂が目立なかつたのであります、此の觀測中は車輛の通行を許さなかつたのでありますから縦の龜裂は床版を兩端で支へたため床版自身の重さだけで起つたのであります、凍結のため起る地盤の隆起が他の部分よりは兩端に於て早く起るとすれば寒國で殊に重い車輛の通る所では廣い床版の縦の龜裂を防ぐことは出來ないのであります、廣い床版の兩端で支へ

ることとして縦の龜裂の起らない様な設計にすることを經濟上不得策である様に見ゆると云ふことで目下の所「イリノイス」州では縦の方向に接手を設けて不規則な龜裂を防ぐことにしてあります。

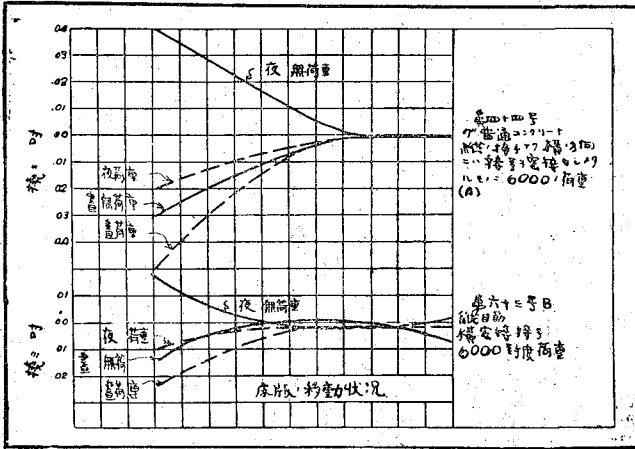
温度の影響に就て

温度や湿度の變化によつて生ずる鋪道床版の伸縮のあることは事實でありますが此の横の伸縮が縦の龜裂を起す原因であるとは考へられないのであります之れは寧ろ路床の凍結並に床版の歪みにより生ずると云ふ方が事實に近いことと思はれます、而して横の方向の龜裂は温度や濕氣の變化によつて起る「コンクリート」床版の縮みによつて起るとするのが事實に近い様であります、千九百二十年の秋荷重を乗せた後に「コンクリート」床版に起る沈下と壓力とを測定致しましたが其結果は非常に不規則なもので其の不規則の原因から探つてかからなければ何等の参考にもならないと云ふ様な考へを起したのであります、それで床版の隅に於ての床路が鋪道に反復して荷重をかけた場合に何等支持力を持たない程壓縮さるゝものであるかどうかと云ふ試験をすることになつたのでありますそれで四十八時間の間絶へず反復して荷重をかけたのであります其結果夜になると荷重を乗せてあるにも係らず日中荷重を乗せてない時より床版の隅が高いと云ふ事實を發見

北米合衆國に於ける三大道路試験

したのであります、從來の試験では此の重要な事實には氣が付かずに居つたのであります、此の結果路床を一日中或る時間だけ極く僅か床版を支へると云ふことが判つたのであります、

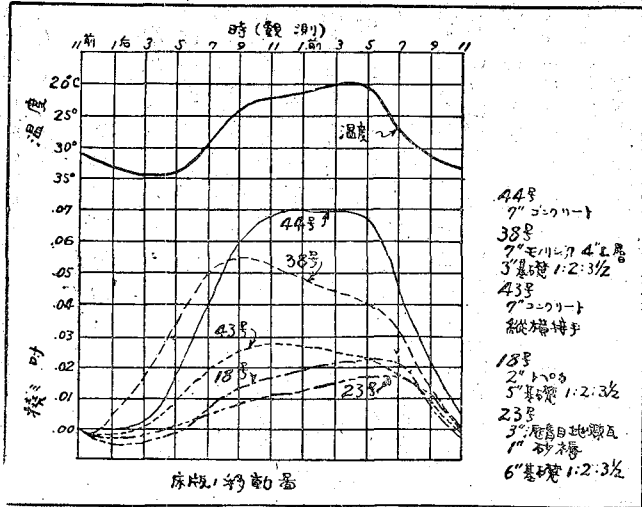
第三圖



第二圖は九吋厚さの鐵筋なき混凝土床版に荷重を乗たせ時と卸した時との床版の垂直移動並に空氣の温度を示す曲線で多くの實驗中で

標準となるべき物で有ます垂直距離の測定を「アメスダイアルス」により千分の一吋迄讀める装置とし一時間毎に三分間

つゝ床版の隅に六千封度の重さをかけました此の荷重で「コンクリート」の計算上の維應力は平方吋に二百二十封度でありました、



床版の角で其角度を二等分した直線の高さの變化を示した。ものでA圖中上の實線は上方點線は六千封度の荷重を

第三圖は

床版の角で二吋平方吋の所に乗せた時の位置を示し、下方の實線は荷重のない時の最大沈下の位置を示し下方の點線は六千封度の荷重を日中乗せた時の床版の位置を示すのであります(A圖は四十四號鋪裝で「コンクリート」の厚さ七吋で鐵筋を使用せず縦の接手なく横の接手を密接して造たのであります)夜間の荷重に對しては床版の角を「カンテレバー」として働き日中荷重をかけた程沈下しないのであります從て地盤は夜間は遊び居り晝間は幾分床版を支持するのであります夜間荷重を載せた時に床版の角の「カンテレバー」として働くものとして計算しますと「コンクリート」床版の維應力は平方に三百六十封度となるのでありますから。鐵筋を入れない「コンクリート」床版としては低くはないのであります、若し猶一層重い荷重をかけたとすれば床版は路床に接近して維應力は益々大きくなるのであります、B圖は同様の試験でありますが縦の接手を持てる場合の試験であります或る部分に於て夜間反り上つただけ押し下げ様として四噸の荷重を載せたのであります現位置に反すことが出来なかつたと云ふことで又或る場合に於ては日中には「コンクリート」床版を兩端で支へられて中央部は浮き上つて路床と接觸することがなかつたと云ふことです、斯る時に床版の兩端に於ける路床は幾分か夜になつて原形に復しますが永久に沈下したのもあります、床版の歪みて曇天の時よりも晴天のときに急

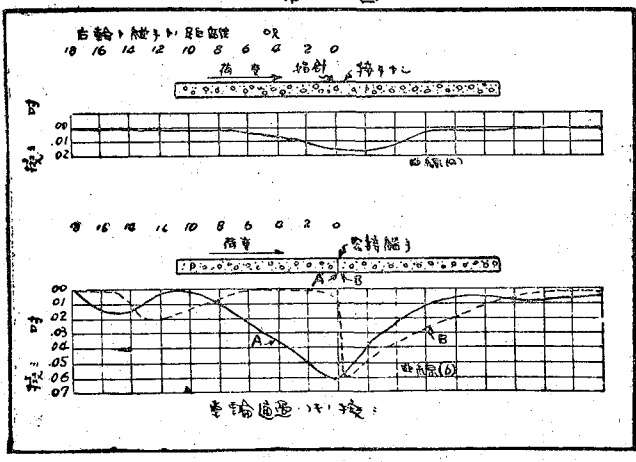
におこりまして日光の直射してるときに急陰を造ると **Alkali** **Dial** に感ずる程影響するのであります路面に撒水しても同一の結果を見るのであります「モノリシック、ブリック」舗道の歪みは「コンクリート」と殆同一でありますが瀝青「コンクリート」舗道の時は稍其影響が少ないのであります「コンクリート」基礎の上に煉瓦を敷き瀝青にて目筋を施せるものは瀝青「コンクリート」と同様歪は小さいのであります、第四圖は色々の舗道床版縁の上下の動を示したもので観測は二十四時間の開始同時に行つたものであります、

可なりの厚さを有する弾性質の材料を用ひて造た舗道は其下の基礎「コンクリート」の温度の變化の差を少なくする性質を以てる故床版の歪みの度も出ないのであります、此の種の舗道は夜分荷重がかつた時に剛性路床或は弾力性に富む路床で可なり支へらるゝのであります。

剛性路床が歪だ結果水が床版の下に浸入することがあります、最も大きな歪みは七八月頃に起るよりも寧ろ秋の最も寒い天氣の時に起ると云ことが其後の實驗で判つたのであります、床版の端が上昇したため之れより雨水或は雪解けのため水が日没頃浸入して夜分になつて之れが凍結して床版の兩端を支へるのであります、而して自分自身の目方で縦の方向に龜裂が起らなければ翌日は全體の床版が上げらるゝことも考へ得ることです、床版の兩端或は中央に凍結を生じ氷のあ

ることが屢々ありますが毛細管現象で説明するより此の現象で説明した方が事實に近く感ずる場合多くあります。

第五圖



クリート」舗道の表面の不陸は四分の一時以下なるべきことを規定して居ります、然し此の程度に仕事を仕上げる事は困

路面上
衝撃の
影響に
就て

「イリノイ
ス」州では
路面が凹凸
であると自
動車の通る
時衝撃作用
で路面を破
壊すること
が大きいと
云ふことで
工事仕様書
には「コン

難な仕事で殊更五十分の一或は三十分の一と云ふ勾配を持つてゐる所又は曲線の所などは困難であります然し追々と施工法も改良さるゝので平な表面を得ることに成功することと存じます、公道で衝撃の程度を精密な試験方法で行つた事はないのでありますから「コンクリート」表面の些少の凸凹は大した影響がないのではないかと思ふ、節があるのであります、夫れは「アンメス、ダイアルス」で「トラック」が一時間二十哩の速度で走る場合に生ずる鋪道床版（普通の平さの路面で龜裂などのない所）の撓みを測定したのでありますから同一の荷重を徐々にかけて徐々に取り去つた時の撓みと何等變りがなかつたのであります、鐵筋なしの「コンクリート」桁に反復荷重をかけた時の結果を測定するために考案した機械は荷重を十分の一秒間に一回かけらるゝ様になつてゐるのであります、が此の機械を使つた時は明に撓みの度を認め其大きさも精密に測定することが出来たのであります、何れにしても目下實際に築造し得る平かさで車輛が通つた時に起る衝撃についての總ての疑問を解決する方法を考究することは肝要なことであります、

龜裂に就て

鋪道に起る龜裂は或る程度までは起つても大きい影響を受けないのであるからして起り得べき總ての龜裂を防ぐ様な設

計にする必要はないと云ふのは現今の米國技術家の大多數の意見で殊に本試験道路施行者の意見の様であります、剛性鋪道床版に横の龜裂の起ること或は横の接手を設けることは止を得ないもので平で且つ比較的沈下しない路面でさへあつてくれ、ば鋪道の目的を充分達してゐるのだと云ふ意見らしいのであります、「イリノイス」州では最近數年間横の接手を設けなかつたのであります、が非常に重い「トラック」の通る所とか或は特殊の事情のある所の外は横の龜裂は三十尺以内には起らなかつたのであります、「クック」郡の「コンクリート」道路は非常に重い車輛が通る結果路床や排水方法の如何に係はらず横の方向に龜裂を生じ縦の龜裂は全線に亘り起つたのであります、が之れを前に申し述べました「ベーツ」試験道路の時の様に路床と鋪道床版と接觸してないため車輛の重さで破壊したらしく思はるるのであります、が現今猶大なる支障なく交通に供されて居るのであります、龜裂が大きく起る場合は見場が悪いとか少し位修繕費がかかる位で済むのであります、が角が細々に破碎されたものは改造しなければならぬことになり、ますから其のため交通にも邪魔になるし費用も多くかかるのであります、「クック」郡の例で見ますと完全に破碎されたのは概ね二、三平方「ヤード」即一坪足らずの區域で主として鋪道縁で角に起つて居るのであります、又縦横の接手の交點に起つた例もあります。

「コンクリート」の許容應力に就て

従来普通「コンクリート」の伸張に對する安全許容應力は一回の荷重によつて毀れた時の強さに安全率をかけて充分だと思像したものを用ゐて設計して居りましたが幾回も繰り返して荷重をかけますと軽い荷重でも毀れるのであります、この

反復荷重の普通「コンクリート」桁に對する影響を試験するために本道路試験所員は「オルダー」氏並に「クレンマー」氏らの考案にかかる機械を採用いたしました、この機械は車軸の兩端に車輪を附け車軸の中央に垂直の「シャフト」をつけて電氣「モーター」三回轉する様になつて居ります試験片は六吋角棒を丁度車の輻の様に中央支柱から放射せしめ之に軌條を乗せて其上に前の車輪を走らして桁が破れると自動的に機械が止り係員なしに晝夜間斷なく運轉が出来る様になつて居ります此の試験で破した後で「ユニバーサルステンドマシン」にかけて彎折係数を定めたのであります。

始めの一組（七本）の桁には「コンクリート」の彎折係数の七十五「パーセント」と考へた荷重を百十三萬回かけました此の荷重は後で三十七「パーセント」しかないと云ふ事が判明致しました。然るに何れも桁を破壊しなかつたのでありますから五十三（パーセン）迄荷重を増して四萬三千七百七十四回かけて始めて一本毀れました此の時の桁の彎折係数は平

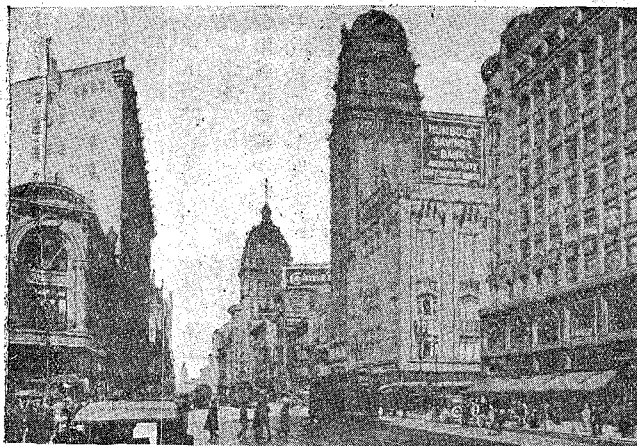
方時に約千封度でありました破れた桁と同一配合で同時に造た桁が五本ありましたから破れたものの代りに入れて試験しましたが同一荷重で平均六萬回で毀れました然し元の七本組の残りには二百十四萬回でも毀れなかつたのであります其後六十「パーセント」迄増してかけました結果殆ど平均約四萬回で破れました。

其後各組十二本づつの桁から成る二組の試験を行いました試験を行ふ前に同時に造つた試験機にかけて彎折係数を定め其七十（パーセント）の荷重を一組の桁にかけました其結果多いものは三、四千回少ないものは三、四百回で破れました、他の一組には六十「パーセント」の荷重をかけましたが此の時は前回よりは稍長く續たのであります、この無限に繰り反しが出来る破壊荷重の百分率を始めてかける時の桁の古さによりますので本試験で造つてから廿八日後に試験にかけることによつて置きました、この試験の結果無限に繰り返しても毀れない荷重は彎折係数の五十「パーセント」弱だろふと云ふことでもあります。

最大應力を生ずる位置に就て

第五圖は床版の端に荷重をかけた時の床版の撓みを示すものであります（A）曲線は四噸の車輛が床版の端に沿ふて出来るだけ指針に近く通る時に床版の端にある *Fig. 5* 指針の

示したものであります(B)曲線は横の接手の両端に指針を置いた時の撓みを示すもので有りますが此の觀測時が恰も夏であり



場所なからフシラシコ市マケッ街に最ても販やなか場る
り感便て却すらか易行通りあり線路四車電にるな所

まして温度が高かつたものですか

床版の膨脹のため接

手を見た所では密着して居りました然し接手のないA曲線よりは撓

は大きかつたのであります此外に

接手に兩床版に亘り鐵棒を入れたものと全く

離して縁を絶たものと試験いたしましたが前者は密着した接
手と餘り變りなく後者は其撓みは接手で、殆んど○・二吋弱に

達しました、歪みと應力とは比例するのでありますから床版に最大の應力を生ずる位置は此の圖により判るのであります接手に於て兩床版の共同して働く様に或る方法を講ずることは有効なのであります之れは第二圖により立證するものであります。

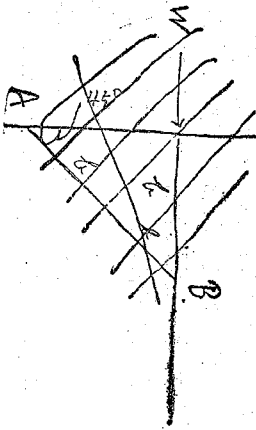
剛性鋪道の設計に就て

前申述べました實驗の結果剛性鋪道の合理的設計は望みが
あるのであります合理的設計をするのは根本の設計方針を
定めなければならぬのであります其根本の要素とはどむなも
のをいふのかと申しますと通るべき最大荷重とか其荷重の通
る位置とか其度數とか或は最大破壊作用の程度などでありま
す又實際上造り得る平らな路面の上を車輛が走る時に起る衝
撃なども決定する必要があるのであります。

「トラック」の重さに付ては「イリノイス」當局はどふ考へ
てるかと申しますと充分研究して「トラック」の經濟的の重
さを決定する迄は何等根據なしに定められたものであります
が現行の法律に規定してゐる荷重に(一車輛に一萬六千封度)
従ふがよいと云ふことです其煩繁の程度は現今規定してゐる重
さ位のは近き將來に於ては幹線道路の大部分を占むるだ
らふと云ふことでありまして其外許容應力路床支持の點も相當
考へなければならぬのであります。

「イリノイス」州試験道路主任者「クリフホード、オールダー」氏の考へによると剛性床版が大氣に露出した時は温度の變化のため一日中ある時間の間は歪みを生じて例ひ路床がよくとも端は全く支へないのであります。少くも粘土質の路床に於ては一年中或る期間は非常に低い支持力を持つると云ふこととで殊に春になつて氷が溶ける頃には路床は充分に水を含むので此の時に温度が下がると龜裂が大きくなると云ふことを考へても少部分の破壊を防ぐためには角は何等支持力のない「カンテレバー」として設計することが必要だと云ふことです。

「オールダー」氏の意見によれば鋪道の隅を「カンテレバー」として考へて最大荷重を通し得る厚さにするならば鋪道の其他の部分は例ひ破壊したとしても鋪道としての役は充分すると云ふことです。而して其の床版の厚さを定むるに次の式を出したのであります。



北米合衆國に於ける三大道路試験

$$D = \sqrt{\frac{3W}{S}}$$

D は床版の厚さ W は荷重

S は許容伸張力

若し兩床版の端に鐵棒又は他の其方法により共同して兩床版を働かしむる場合は次の公式を用ゐるも可安全なりと云ふことであります。

$$D = \sqrt{\frac{1\frac{1}{2}W}{S}}$$

反復荷重試験の結果普通道路工事に用ゐらるゝ一、二、三、五配合の「コンクリート」の強さは平方吋に二百封度には取り得るだらふと云ふことを知つたのであります。四分三吋の鐵棒一本を兩床版に入れただけでは一方の床版に荷重が乗た時他方の床版に傳へるだけの充分の働きをしない事は實驗によつて判たのであります。これは普通鐵棒に充分に「アスファルト」類を塗る故に力の傳達を防げるものと思はるゝのであります。

前に記しました式が實際に適するや否を檢するため次の實驗を致しました。

例一、相當の幅を置いた接手の隅に八千封度の荷重を反復してかけました此の時の床版は厚さ六吋半で配合は一、二、三半で築造後約一ヶ年を経たものであります。此時の計算上の

強さは平方時に五百六十九封でありましたが、荷重三十回かけた後床版の角に於ける路床を勵き取りましたが七十六回で毀れました。

例二、同様の床版の隅に六千封度の荷重をかけましたが六十二回で毀れました此の時の維應力は平方時に四百二十六封度で路床は砂混り眞土でありました毀れた時は日中でありましたから路床が充分働いて居つたことと思はれます。

例三、施工接手のある床版の隅に八千封度の荷重をかけました接手には八分五寸の短き鐵棒を入れました床版の厚さは四吋半で其配合は一、二、三半で築造後六ヶ月経たものでありましたが二番目の式により計算しますと維應力は平方時に六百六十六封度なりましたが十四回荷重をかけただけで夜間毀れました同様の方法で破壊荷重より少い荷重で澤山の試験を行ひました、其結果床版の隅に於ける支持力はないものと見なければならぬと云ふ結論になつたのであります。

交通密度の影響に就て

反復荷重試験の時述べた如く「コンクリート」床版に其彎折係数の五十「パーセント」以上の應力を生ぜしむる様な荷重が屢々通るか否かにより「コンクリート」床版の壽命は決定するのでありますから道路の幅員を安全に且愉快に通れると云ふことは別としても普通車輛が行き違へ得ると共に重い

「トラック」が床版の上で祐に行き違ふことが出来るのみならず最大荷重の起る度数なども考へて幅員を定めることが必要なのであります、例へば反復荷重試験で述べました様に「コンクリート」床版に彎折係数の六割の應力を起す様な荷重を数千回もかけると破壊するのでありまますから若し築造後初の月に此の應力を生ずる様な荷重が五千回も通れば其床版は多分最初の月に毀れる事と思はるのであります然し同じ荷重が數年間に亘り同一回数通つたとしても「コンクリート」床版は年と共に強さを増すのであるから永久に保つのであります「コンクリート」及「モノリシック、ブリック」舗道は温度の變化により著しく反り上ると云ふことが試験によつて明になつたのであります之の理由からして斯様な床版は路床の性質などには關係なしに隅の強さを定むべきことだと云ふ「オルダー」氏の意見であります路床の支持力が大なれば大なる程日中の荷重に對しては床版の維應力が少くて濟む理でありますけれども路床の善悪は夜間に重い荷重をかけた時に生ずる床版の應力には影響のない程夜間に於ては床版の端や角は上に反りかへるのであります、夫れ故路床が良いと云ふことは破壊應力の起り得る度数を減ずるに過ぎないのであります、夫れ故に良い路床の上に造つた床版の毀れると云ふのは夜間交通が頻繁で且路床により支持されることの最も少ない時に起るのであります。(續く)