

シ非常ニ地價カ騰リマシタソレ以前ハ年々洪水ノ害ヲ被ルモノテアリマスカラ段々人口カ減少シマシタノガ近頃反對ニ名士ノ別莊地ニナリマシテ殊ニ皇帝陛下ノ御獵場ニナツテ居リマスカラ陛下モ時々此ノ邊ヘ行幸ニナルト云フヤツナ譯テ大變良イ所ニナツタノテアリマス是等ハ砂防工事ノ効果ノ大ナルモノト思ヒマス甚タ御分リ惡イ話ヲ申上ケテ恐縮致シマスガ是テ御免ヲ蒙リマス(完)

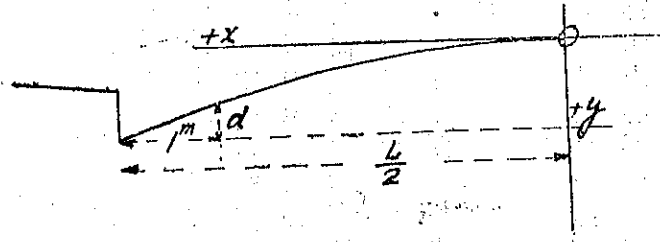
路面形ノ理論

(Ann. d. Ponts et Chauss. 1916-IV. P. 7-63)

從來路面ノ形狀ハ主トシテ經驗的智識ニ基キテ決定サレ其理論的研究ハ殆ント閑却サレ居タリシカバ里市道路技師 L. Girard 氏ハ該問題ニ關シ理論的研究ヲ試ミ其結果ヲ發表セシヲ以テ左ニ其要旨ヲ摘記ス

巴里市ノ路面 巴里市ニ於テ一八八六年以降一九一五年ニ至ル迄採用シ來リシ路面形ハ Allard 氏案ニシテ其橫斷形ハ第一圖ニ示セル如ク $\frac{d}{L-1}$ ナル等式ニ由テ現ハサル、拋物線ナリキ茲ニ d ハ L 字形側溝ノ深ニシテ L ハ路面ノ幅員ナリ而テ d ハ路面ノ鋪料ニ對シテ適當ニ規定サレ其數値ハ第一表 d_0 列ニ示スカ如シ此種ノ路面ニアリテハ幅員六米突乃至二〇米突ノ範圍ニ於テ其弦矢比 $\frac{f}{L}$ (f ハ中央ニ於ケル矢高) ハ鋪料ニ由リテ殆ント一定シ其數値ハ第一表第二列ニ示スカ如シ

然ルニ該種ノ路面ニテハ狹キ道路程割合ニ急勾配ヲ有スルノミナラス側溝ノ斷面積ハ路幅ニ無



第一圖

關係ナル等種々ノ缺點ヲ有セシヲ以テ一九一五年道路規程ヲ改正シ以
後新形狀ヲ採用スルニ至レリ

路面勾配ノ極限 雨水排除ノ點ヨリ云ヘハ路面ノ勾配ハ急ナル程優レ
リト雖モ交通ノ便否安危ニ由リ各種鋪料ニ對シテ自ラ限度ノ存スルア
リ多年ノ經驗ニ由リ今日佛國技術者間ニ認メラル、此等ノ極限勾配ハ
第一表第三及第四列ニ掲クルカ如シ

路面ノ水理 良好ナル路面ヲ流ル、雨水ハ極メテ薄キ層ヲナスヲ以テ
其流速流量等ヲ與フル式モ亦普通水路ニ對スルモノト稍趣ヲ異ニセリ
周到ナル實驗的研究ノ結果ニ由レハ最急勾配縱横勾配ノ合成ノ方向ニ
於ケル流速及流量ハ次式ニ由テ現ハサル

$$v = Ch\sqrt{i}, \quad Q = Ch^2\sqrt{i}$$

v.....流速(米/秒),

Q.....每一米ニ對スル流量(立米/秒)

C.....鋪料ニ由テ定マル係數, h.....流水層ノ厚(米), i.....最急勾配

而テ流速ニ對スル式ハ Bazin 氏流速公式 $v = \frac{C\sqrt{ri}}{1 + \frac{k}{\sqrt{r}}}$ ニ於テ動水半徑 r

カ極メテ小ニ從ツテ $\frac{A}{\sqrt{r}}$ ノ値ハ極メテ大ニシテ是ニ對シテ一ヲ無視

シタル場合ト同一ノ形狀ヲ有ス猶 C ハ路面ノ粗度ニ由ルモノニシテ實

驗ノ結果各種鋪料ニ對スル數値ハ第一表第五列ニ示スカ如シ
而テ路面上ノ水深(h)大ニ失スル時ハ交通殊ニ歩行ニ困難ヲ來スヲ以テ普通五耗ヲ超エサルヲ可
トス

第一 表

	les chaussées empierrées (碎石道)	les ch. pavées en pierre (鋪石道)	les ch. pavées en bois (埋設土基礎木塊道)	les ch. asphaltées (おたふろと鋪道)
d_a	m^2 0.72	m^2 0.72-0.60	m^2 0.60	m^2 0.48
f/L	1:50	1:50	1:60	1:80
縦勾配ノ極限	0.04	0.04	0.035	0.025
横勾配ノ極限	0.06	0.08	0.040	0.020
C (米%)	220	190	270	350

路面形決定ニ關スル要件 路面形狀ヲ科學的ニ決定セン爲メニハ次ノ諸件ニ就キ充分ナル研究ヲ要ス

- (一) 排水上ノ要件 (イ) 路面流水ノ深ヲ充分小ニスルコト (ロ) 車輪ニ由ル凹ミノ排水可能ナルコト
 - (ハ) 流速ハ路面ヲ損セサル程度ナルコト
 - (二) 交通上ノ要件 (ニ) 車輪馬歩行者等ノ滑ラスコト (ホ) 車輪ト路面トノ接觸不充分ナラサルコト
 - (曲面上ニ四輪車ヲ驅ル場合四輪ノ凡テカ路面ニ接スル爲メニハ車臺ニ若干ノ歪ヲ生ス此歪ノナルヘク少ナルコト)
- (イ) 今路面ノ一點 B ニ於テ縦勾配 j 横勾配 p 有スル時ハ水ハ最急勾配 P ノ方向ニ流ルヘシ而テ

$$P = \sqrt{j^2 + p^2}, \quad v = Cn\sqrt{P} \quad \dots \dots \dots (1)$$

ナルヲ以テ今排水スヘキ雨水ヲ單位面積ニ就キ每秒 q トシ $\frac{q}{Cn^2}$ ヲ A ヲ以テ現ハセハ B ニ於テ排水上必要ナル横勾配 p ハ

$$p = \frac{Aa}{\sqrt{2}} \sqrt{A^2c^2 + \sqrt{A^4c^2 + 4j^2}} \quad \text{where} \quad A = \frac{q}{Cn^2} = \frac{p}{cn\sqrt{P}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

但シハ路面ノ中央ヨリ測リタルB點ノ水平距離ナリ而テ巴里市ニ於テハ一時間八〇耗ノ雨量ヲ標準トシテ排水量ヲ計算セリ今第一表中ノCノ値ヲ用ヒAノ數值ヲ算出スレハ第二表第一列ニ示スカ如シ是ニ由テ路面カ排水上必要ナル低極勾配並ニ其橫斷形ヲ求メ得ヘシ今

$$\frac{P}{j} = a, \quad \frac{As}{Vj} = X, \quad \frac{3.4y}{j^2} = Y$$

ト置ケハ該橫斷形ノ曲線ハ

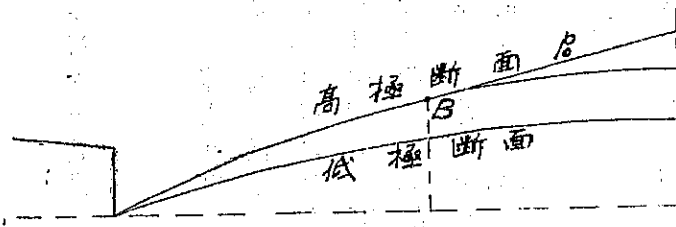
$$X = \sqrt{\frac{a^2 - 1}{a}}, \quad Y = 2 + \frac{a^2 - 3}{V a} \dots \dots \dots (2)$$

ナル等式ニ由テ現ハシ得即式(2)ノ表現スル曲線ハ低極斷面(Profil limite)ニシテ路面カ磨損ノ結果該斷面ニ低下シタル時ハ改築ノ時機ニ達セシモノナル故路面新築ノ際ハ支障ナキ限リ之ヲ隆起セシメ置クヲ利ナリトス然レトモ既述ノ如ク交通ノ便否ヨリ隆起ノ程度モ自ラ極限サルハヲ以テ其限度ノ路面形ヲ高極斷面(Profil de sécurité or Profil of safety)ト名ツクレハ使用中ノ路面ハ其形狀ヲ此等兩極限形ノ中間ニ維持セサルヘカラス

(ロ)次ニ車輪ニ因テ路面ニ刻サル、凹所ニ溜水シタル場合其ノ廣サヲ交通ニ困難ナラサル程度ニ止ムル爲メ必要ナル勾配(P₀)ヲ索ムルニ經驗上

$$P_0 = \frac{H \times \text{車輪}(L) - 0.003}{0.5} \dots \dots \dots (3)$$

ニシテハ舗料ノ種類ニ由リテ異ナリ其新路面ニ對スル値ハ第二表第二列ニ示スカ如シ而テ式(3)ニ依リテP₀ノ値ヲ算出スレハ第二表第三列ニ掲クルカ如シ從テ新路面ニ於テハ何レノ點ノ最急勾配(P)モP₀ヨリ小ナラサルヲ可トス即



第二圖

ニシテ横斷ノ勾配 P ハ式(4)ノ條件ヲ満足スルヲ要ス然ルニ式(2)ノ與フル路面ノ P ハ側溝ニ最大ニシテ中央ニ於テ零ナルヲ以テ中心ニ近キ部分ノ P ハ式(4)ニ從フ能ハス因テ $P = \sqrt{P_0^2 - j^2} = p_0$ ナル點 B ヨリ以上ハ其點ニ於ケル接線即 p_0 ナル傾斜ノ直線ヲ以テ斷面形ト爲スヲ可トス(第二圖參照) 巴里市ニ於テ一九一五年以來用フル所ノ高極斷面ハ Beauveuve 氏案ニシテ其等式ハ次ノ如シ

$$y = (a\sqrt{j} + b) \frac{a^2}{10^4} \dots \dots \dots (5)$$

茲ニ a 及 b ハ鋪料ニ由リテ異ナル係數ニシテ第二表第四列及第五列ニ舉クルカ如シ

而テ路面ノ幅員三〇米突以内ニ於テハ縱勾配 j カ $0.3\% P_0$ ヨリ大ナラサル限り最急勾配 P ハ P_0 ヨリ大ナラサルヲ以テ此場合 p_0 ナル傾斜ヲ以テ側溝ニ接續スル平面ヲ以テ路面ヲ形成セシムルヲ可トス巴里市内ノ街路ノ大部分ハ此種ニ屬スルヲ以テ凡テ直線斷面ヲ用ヒ鋪石道及木塊道ニシテ $\sqrt{0.020}$ あすふゝると道ニ於テ $\sqrt{0.010}$ ナル場合ハ第二表第六列ノ p_0 ナル勾配ヲ採用シ j 是ヨリ大ナル時ハ同表第七列ノ p_0 ナル勾配ヲ使用ス然ル

ニ j ノ極限ハ第一表第四列ニ示セル如キヲ以テ最急勾配 P ノ極限值 P_m ハ第二表第八列ニ示スカ如キ値トナル
 (ハ)路面流水ノ速度ノ過大ナルハ有害ナルヲ以テ之ヲ $0.5 - 0.7 \sqrt{p_0}$ 以下ニ止ムルヲ要ス今雨量ヲ毎

時八〇耗トスレハ中央ヨリ横距 r ナル點ニ於ケル流速ハ

$$v = Ch\sqrt{P}, \quad Q = wh \quad \therefore v = \sqrt{QCh/P} \dots \dots \dots (6)$$

ナル關係ニ由リテ算出シ得ヘシ

(ニ)路面勾配ノ急ニ過クルハ人馬車輛等ノ通行ニ危險ヲ生スヘシ而テ路面ノ摩擦係數 f ハ勿論鋪料ニ由リテ異ナルト雖モ其狀態ノ潔不潔ニ關スルコト大ニシテ清潔ナル路面ニアリテハ0.2以上ノ値ヲ有スレトモ泥濘ニ塗レタル路面ニ於テハ0.05以下ニ下ルコト稀ナラス故ニ路面ノ最急勾配カ第二表 P_{max} 以内ナル時ハ滑轉ノ惧少ナシト雖モ鋪道ニ於テハ時々路面ノ洗淨ヲ行フヲ可トス

(ホ)一平面ヲ爲サ、ル路面上ニ四輪車ヲ斜ニ通行セシムル場合若シ車臺ニシテ完全ニ剛固ナラハ其一輪ハ路面ニ接スル能ハサルヘシ今該輪ノ下縁ト路面トノ間隔ヲ δ ヲ以テ現ハセハ $\delta = \frac{1}{2} \frac{v^2}{g \sin \theta}$ ナル形狀ノ路面ニ於テハ

$$\delta = aEV, \quad V = \text{車ノ軌間}, \quad E = \text{前後二輪間ノ距離}$$

今 F ヲ二米突 E ヲ三米突トシテ Alard 氏案路面形(第一圖)ニ對スル δ ヲ求ムレハ $\delta = 0.825V^2$ ナリ然ルニ第二表中ノ P_0' 又ハ P_0'' ナル勾配ノ平面ヨリナル鋪道ニ於テハ中央ニ於ケル δ ハ頗ル大ニシテ之ヲ前者ニ比スレハ次ノ如シ

	礫石道及鋪石道	木塊道	砂チヌル道
Alard 氏路面ニ對スル δ	0.06	0.05	0.04
P_0' ナル二平面ヨリナル路面ニ對スル δ	0.12	0.09	0.05
P_0'' 面	0.09	0.05	0.04

而テ實際車臺ハ完全剛體ナラサルヲ以テ自ラ歪ヲ生シテ全輪ヲ路面ニ接觸セシムヘシ從テ δ ノ

大ナルハ車輛ニ著シキ惡影響ヲ與フルヲ以テ平面形路面ニ對シテハ中央ニ近キ部分ノ勾配ヲ特

ニ緩ニスルカ又ハ適當ナル曲線ヲ挾ミテ之ヲ緩和ス

(第三圖參照)

側溝 側溝ハ步道邊石ト車道路面ノ緣端トヨリ成ル
L 字形溝ニシテ其幅員ハ跨越ノ便宜上一米突ニ一定
セリ(第四圖參照)而テ其水理的性質ハ次式ノ如シ

$$v = \frac{C_{ad}}{2} \sqrt{j}, \quad Q = \frac{V^2}{C V j} = S q$$

茲ニSハ懸案ノ點ニ對スル集水面積Qハ單位面積ニ
對スル毎秒ノ雨量ニシテ巴里市ニ於テハ

車道 雨量(L) 12^m 以上ニ屬シ 0.08 m³/hour $V = \frac{2}{3}L$

同上 12^m 以上ニ屬シ 0.04 " $V = L$

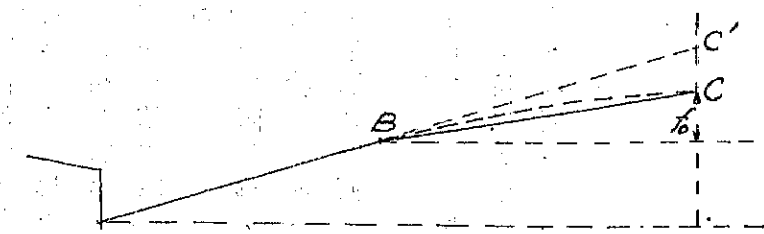
ヲ採用ス猶Vハ步道ノ全幅員ニシテ集水面積ノ長サ
ヲニトスレハ

$$S = \frac{V+L}{2} z$$

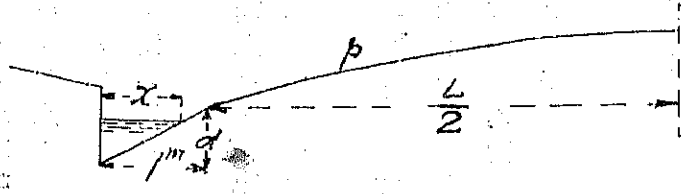
ニシテ此等ノ材料ヨリdヲ求ムレハ

$$d^2 \sqrt{j} = \beta \frac{S}{10^6} \dots \dots \dots (5)$$

ニシテβノ數值ハ第二表中ニ掲ケタリ然レトモd過大ナル時ハ溝底ノ勾配(d)ト路面勾配(p)トノ
差著シク爲メニ車輪ノ浮キ(δ)ヲ大ナラシムルヲ以テ實際巴里市ニ於テ用フル所ノdハ第二表中

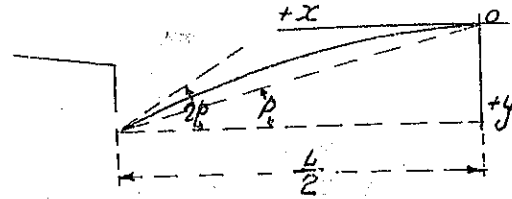


第三圖



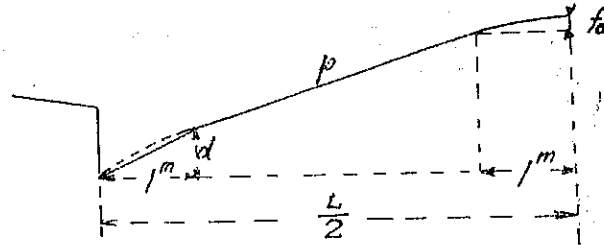
第四圖

シ次ノ如キ式ヲ用フ
 ABB ラーノ曲線トナスヲ可トス猶車道ノ幅員四米突以下ノ場合ハ路面ヲ單一ナル拋物線形ト



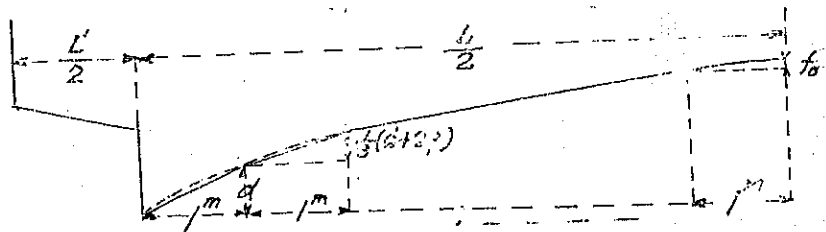
第五圖

$$L < 4^m \quad y = \frac{2p}{L} x^2$$



第六圖

$$4^m < L < 12^m \quad \frac{p}{2} < f_0 < \frac{3p}{4}$$



第七圖

$$L > 12^m \quad \frac{p}{2} < f_0 < \frac{3p}{4}$$

直列ニ示セル
 モノヲ以テ限
 度トナス猶滯
 底ト路面トノ
 接合ヲ平滑ナ
 ラシムル爲メ
 溝底ヲ

$y = (\frac{d}{2} - px)^2 + pax$
 (Bヲ原點トス)
 ナル曲線ト爲
 ス事アリ而テ
 幅員一二米突
 以上ノ場合ハ
 一般ニd大ニ
 過ルヲ以テ側
 溝ヲ第五圖乙
 ノ如キ二段形
 ト爲スカ又ハ

参考資料 えれふあんと、びゅーと堰堤ノ基礎ニ施工セラレタル注膠泥工

五六

$$y = \frac{2p}{T} a^2, \quad p \text{ハ第二表中 } p_0' \text{ 及 } p_0'' \text{ノ値ヲ用フ}$$

左ニ參考ノ爲メ巴里市現行ノ標準路面形略圖ヲ掲ク

第二表

	礫石道	鋪石道	水塊道	おすぶると鋪道
(A)	0-0041	0-0047	0-0033	0-0025
(B)	0-020	0-020	0-015	0-010
P_0	0-034	0-034	0-024	0-014
a	22	20	16	12
b	1-6	1-3	0-8	0-4
p_0'	—	0-033	0-024	0-014
p_0''	—	0-026	0-013	0-010
P_m	0-033	0-034	0-042	0-022
$R(4m < L < 12m)$	104	120	85	65
$R(12m < L)$	62	72	51	39
$d_1(L < 12m) \leq$	0-072	0-072	0-060	0-048
$d_1(L > 12m) \leq$	0-030	0-030	0-075	0-060

えれふあんと、びゅーと堰堤ノ基礎ニ施工セラレタル注膠泥工

(Engineering News-Record June 28, 1917)

合衆國水理局 (United States Reclamation Service)ノ築造セルえれふあんと、びゅーと堰堤 (Elephant Butte Dam)