

## 軌條ノ負擔限度ニ關スル調査

工學博士 岡 田 竹 五 郎

軌條ノ磨滅及其負擔總噸數等ニ關シテハ我鐵道ニ於テ未タ統計的調査ヲ施セシコトナク唯外國ノ例ヲ以テ參考トナスノ外ナキハ常ニ遺憾トスル所ナリ是畢竟我鐵道ハ其敷設後日比較的淺ク加之列車數ノ激増アルカ爲メ不斷之ニ改良工事ヲ施シ稍長時日ノ統計ヲ得ルニ便利ナル線路甚キニ因ル東部鐵道管理局管内高崎線(天宮高崎間)ハ同管内ニ於テ最初ニ建設セラレタル線路ノ一ニシテ稍長年月ヲ經過シ殊ニ大宮熊谷間ハ幸ニ建設以來大ナル變更ヲ施サ、ルノミナラス比較的古キ記錄ノ存スルアリ且其軌條モ亦建設當初ノモノ大部分ヲ占メ上記軌條ノ磨滅其他ヲ研究スルニ頗適當セルヲ以テ同局ニテハ之カ調査ヲ行ヒ軌條使用ノ限度等ヲ推算シテ次ノ結果ヲ得タリ

## (一) 大宮熊谷間線路ノ沿革

明治十四年日本鐵道會社ノ創立セラル、ヤ先ツ東京前橋間線路建設ノ議ヲ決シ其内埼玉縣下川口ヨリ熊谷ニ至ル間ヲ最初ニ起工スルコト、セリ而シテ同十五年六月之カ工事ニ着手シ翌十六年七月二十八日假開業ヲ爲シタリ爾來本年三月末ニ至ル經過年月實ニ三十二年八ヶ月ヲ算ス本區間ハ開業以來些少ノ假橋及假線ヲ改築シタルト停車場信號所ヲ増設シタルノ外線路若クハ

勾配ノ變更ハ勿論軌條交換、水害復舊等ノ著シキ工事ヲ施シタルコトナシ

(二) 地勢及線路ノ狀況

線路ハ所謂武藏野ノ平原ヲ通スルヲ以テ地勢頗平坦ニシテ一ノ大土工若クハ大橋梁ノ存スルナク別紙縦斷面圖ニ示ス如ク最急勾配百二十分一、最小半徑二十鎖ニシテ大宮熊谷間線路延長二十一哩三十一鎖間ニ於ケル諸種ノ狀態左ノ如シ

最高最低基面ノ差

五二・〇呎

同上一哩ニ付平均

二・四呎

總昇降ノ和

一八一・〇呎

同上一哩ニ付平均

八・五呎

曲線總延長

三・四三哩

交切角度ノ和

三九〇度

同上一哩ニ付平均

一八度

線路水平直線換算延長

二三・六一哩

延長率

一一・一

本區間使用ノ軌條ハきんめる及ばあろう會社製(一八八一—一八八二年)平底鋼第一種六十一封度半ニシテ枕木ハ従前三十呎ニ付十一挺ノ割合ナリシモ明治四十二年度ヨリ同四十三年度ニ涉リ十三挺ニ増設シタリ

(三) 通過列車總回數

開業當日ヨリ本年三月末日ニ至ル期間ニ運轉セル列車總回數ハ第一號表ニ示ス如ク約二十八萬八千回ナリトス

(四) 列車平均重量推定  
 本區間ニ於ケル開業當時及現今ノ列車重量ハ各第二號表及第三號表ニ示スカ如クシテ其最大及平均重量ハ比較的輕シ

明治十七年	最大	平均
大正五年	二九二 <sub>期</sub>	一三一 <sub>期</sub>
	四三七	二五五

今開業當初ヨリ今日ニ至ル列車總平均重量ヲ推定スルハ頗難事ニ屬スレトモ假ニ當時ヨリ今日ニ至ルマテ等差級數ヲ以テ平等ニ遞増シタルモノトセハ蓋シ大差ナカラシテ列車運轉回數增加ノ割合ハ第四號表ニ示ス如ク是亦大體等差級數ヲ爲スヲ以テ計算ノ便宜上本假定ノ下ニ總平均重量ヲ求ムレハ次ノ如シ  
 今列車重量及明治十六年ヲ一トシタル運轉回數割合ハ

明治十七年	一三一 <sub>期</sub>	大正五年	二五五 <sub>期</sub>
	一一二五		五二五

ナルヲ以テ之ヲ等差級數的遞増トスレハ次ノ如クナルヘシ

明治十七年 十八年 十九年.....大正五年

列車重量	a	a+d	a+2d	a+32d	但シ
運轉回數割合	b	b+d'	b+2d'	b+32d'	$\begin{cases} a=131 \\ d=3875 \\ b=1.25 \\ d'=0.125 \end{cases}$

故ニ平均重量  $W$  ハ次式ニヨリ求ムルヲ得

$$W = \frac{\sum_0^{25} (a + nr)(b + nd)}{\sum_0^{25} (b + nd)} = \frac{\sum_0^{25} [ab + n(bd + ad) + n^2 ad]}{\sum_0^{25} (b + nd)} = \frac{22,147}{107.25} = 206.5$$

故ニ一列車總平均重量ハ約二百十噸ト見ルヲ得ヘシ

(五) 通過總重量

第三項ニ推定セル如ク通過列車總回数ハ二十八萬八千回ニシテ前項ニ依リ一列車平均二百十噸トセハ本區間通過總重量ハ左ノ如シ

$$28,800 \times 210 = 60,480,000 \text{ 噸}$$

(六) 軌條磨滅ノ現況

磨滅ノ爲既ニ軌條ヲ交換シタルハ第五號表及附圖ノ通り大正元年度ニ於テ半徑二十鎖曲線部約十鎖同二年度ニ於テ半徑三十鎖曲線部ニケ所計二十五鎖ニシテ其他軌條ノ現況ヲ調査スルニ第六號表及附圖ニ示ス如クニシテ磨滅ノ高左ノ如シ(本調査ニハ成ルヘク磨滅ノ大ナルモノ及小ナルモノ、兩種ヲ選ヒタリ)

曲線部(半徑二十鎖乃至四十鎖) 軌條六對調査

最大 十六分五吋

平均 外側 三十二分七吋  
内側 十六分三吋

同 (半徑五十鎖乃至百二十鎖) 軌條九對調査

最大 四分一吋

平均 外側 十六分三時  
 内側 三十二分五時

直線部 軌條七本調査

最大 十六分三時

平均 三十二分五時

右曲線直線合計軌條三十七本の調査に對シ

總平均 十六分三時弱

而シテ曲線部及直線部ノ哩程割合ヲ加算シ各平均數ヨリ計算スルトキハ總平均磨滅高ハ三十二分五時強ナリトス

(七) 磨滅ノ割合及軌條ノ使用限度ニ對スル通過噸數

前項ニ依リ算定スルニ軌條使用ノ限度ニ對スル通過噸數ハ左ノ如シ但シ軌條ノ磨滅ト通過噸數トハ全ク正比例スルモノニアラス軌條ノ性質其他地方ノ狀況特ニ天候ノ如何ニ關スルコト多ク歐米諸大家ノ意見モ未タ之ニ對シ斷定的結論ヲ下サスト雖概シテ軌條ハ年數ヲ經ルニ從ヒ其磨滅ノ割合減少スルヲ通則トスルカ如シ然レトモ本計算ニ於テハ大體ノ觀念ヲ得ルヲ目的トスルカ故ニ之ヲ正比例スルモノト假定セリ

箇 所	磨滅 $\frac{1}{16}$ ニ對スル通過噸數	軌條使用ノ限度 $\frac{3}{8}$ 磨滅ニ對スル通過噸數	備 考
既 更 換 曲線半徑 20 呎 同 30 呎	7,330,000 8,540,000	44,000,000 51,250,000	一列車平均重量 200 噸 通過列車噸數 220,000 噸 同 上 各 205 噸 250,000 噸

曲線半徑 20—40 <sup>呎</sup>	17,280,000	103,680,000	外側軌條ノ平均磨滅量ヲ用 ヒタリ
同上 50—120 <sup>呎</sup>	20,160,000	120,960,000	
曲線部平均	13,330,000	79,970,000	
直線部	24,190,000	145,140,000	
曲線部平均	13,760,000	112,560,000	

由是觀之本區間ノ如キ平坦ニシテ屈曲少シ曲線半徑概ネ大ナル區間ニアリテ且其列車速度モ比較的緩ニ軌條亦良質ナル場合ニハ磨滅高十六分一吋ニ付通過噸數曲線部ニ於テ約千四百萬直線部ニ於テ約二千五百萬使用限度ニ達スル通過總噸數曲線部ニ於テ八千萬直線部ニ於テ一億五千萬ト見レハ蓋シ大差ヲ生セザルヘシ

(以上ハ本區間ニ於ケル軌條カ磨滅高ノ單位ニ對スル平均通過噸數並ニ使用限度ニ達スル平均通過總噸數ニシテ本區間軌條ノ大更換ヲ爲スヘキ適當ノ時機トハ自ラ別問題ナリトス)

(八) 軌條使用ノ限度ニ達スル通過列車總回數

既ニ軌條ノ更換ヲ爲シタル二十鎖及三十鎖曲線ニ對スル實際通過列車總回數ハ前項ニ記スルカ如シ今假ニ列車平均重量ヲ二百五十噸トシ前項通過總噸數ヲ除シ以テ軌條使用ノ限度ニ對スル列車總回數ノ概念ヲ求ムレハ左ノ如シ

曲線部平均 三二〇〇〇〇〇<sup>回</sup>

直線部 五八〇〇〇〇〇

平均 四五〇〇〇〇〇

軌條ノ磨滅及使用ノ極度ニ關スル諸大家ノ所説ヲ對照表示スルコト左ノ如シ

線路ノ種類	又ハ軌條ノ種類	$\frac{1}{16}$ ニ對スル通過噸數	使用ノ極度ニ對スル通過總噸數	通過回數	備考
Wellington	60—80# 軌條	14,000,000 15,000,000	150,000,000 200,000,000 100,000,000 250,000,000	300,000 500,000	良質ノ軌條ニアリテハ磨滅 係ノ對スル通過噸數ハ更 ニ増大スルシ 1874年 Düsseldorfニ於 ケル技術會議ノ決定 (1899年ノ統計ニ據リ 486 ケ所ノ試驗區域成績ノ平均
Camp	平 坦 線	26,700,000	120,000,000	300,000	
Conard	80# 軌條	20,000,000	125,000,000 165,000,000	500,000	
Price Williams	平 坦 線	15,000,000	* \$6,400,000 (157,200,000)		
Webb	勾配 大ナル場合 且半徑大ナル場合	9,400,000 31,200,000	* (103,200,000)		
Hermann Rosche	平 均	17,200,000	153,750,000 × (140,000,000)	400,000	
大宮、蕨谷間	曲 線 部 直 線 部 均	14,000,000 25,000,000 19,000,000	80,000,000 150,000,000 115,000,000	320,000 380,000 450,000	

\*.....使用極度ニ達スル磨滅高チ  $\frac{3}{8}$  卜 假定シ磨滅  $\frac{1}{16}$ ニ對スル通過噸數ヨリ比例ニヨリ算出セル數字  
 ×.....( ) 内ノ數字ヲ加入平均シタル數字

第一號表

自明治十六年七月廿八日 大宮熊谷間ニ於ケル列車運轉回数  
至大正五年三月末日

年次	運行表面ニ依ル列車延回数		
	定期	不定期	合計
明治 16	1,086 <sup>回</sup>	0 <sup>回</sup>	1,086 <sup>回</sup>
17	2,806	450	3,256
18	3,062	270	4,232
19	3,386	610	3,996
20	3,650	0	3,650
21	3,650	562	4,232
22	4,180	212	4,392
23	4,380	0	4,380
24	4,380	0	4,380
25	4,404	102	4,506
26	5,640	200	5,840
27	6,940	0	6,940
28	7,320	0	7,320
29	7,320	0	7,320
30	8,012	0	8,012
31	8,784	0	8,784
32	8,760	0	8,760
33	8,760	0	8,760
34	8,784	0	8,784
35	8,760	0	8,760
36	9,108	348	9,456
37	9,516	732	10,248
38	9,490	524	10,014
39	11,050	520	11,570
40	12,168	732	12,900
41	12,900	730	13,630
42	13,140	730	13,870
43	13,686	1,242	14,928
44	13,870	1,460	15,330
大正 1	14,023	1,522	15,545
2	14,358	1,714	16,072
3	14,600	730	15,330
4	14,464	730	15,194
5	3,640	182	3,822
計	281,047	14,322	295,369

延日数	列車回数				毎 日 平 均 回 数
	定期 列車 (A)	延 期 回 数	運 行 表 ニ 依 ル 不 定 期 回 車 数	不 定 期 ニ タ ル 五 割 ノ 回 車 数 (B)	
11,938 <sup>日</sup>	281,047 <sup>回</sup>	14,322 <sup>回</sup>	7,161 <sup>回</sup>	288,203 <sup>回</sup>	24.1 <sup>回</sup>

備考

運行表ニ依ル不定期列車回数ノ約四割七五  
ハ實際運轉回数ニシテ之ニ臨時列車約零割  
二五ヲ加算シ合計五割ヲ以テ實際不定期列  
車運轉回数ト推定セリ



第 二 號 表

大宮熊谷間最大列車總重量比較 大正五年四月調

項 目		明治十七年	現 行	摘 要
		大 宮 熊 谷 間		
使用機關車	形式番號	5230型 <small>(舊三號)</small>	5500型	舊第三號ハ四輪聯結 てんだーニテ使用 關車ノ大ナルモノ
	貨物列車ノ牽引定數	32 輛	38 輛	
貨物列車ノ最大編成		盈 25 輛	盈 33 輛	明治十七年ニ於ケル列車ノ最大ハ定數ノ八割ヲ牽引セシメタルモノト推定ス
貨車一輛ノ平均重量 (噸)		9.87	11.50	明治十七年ニ於ケル使用車輛ノ重量(荷重、自重共)ノ平均シタルモノ十噸三九トナルモ約九割五分ノ積荷セルモノト推定ス
一列車ノ重量 (噸)	貨車編成	246.75	379.50	
	機 關 車	45.78	57.69	
	合 計	292.53	437.19	
比較增加割合			14.95 <small>百分</small>	

第 三 號 表 ノ (一)

明治十七年大宮熊谷間ニ於ケル列車平均重量 (推定)

旅 客 列 車						貨 物 列 車				總 延 重 量	列 車 種 別			
編 成					重 量		列 車 同 數	延 重 量	一 最 大 車 重 量			牽ヲト引聯見定結做數ノ約七割ノ重	列 車 同 數	延 重 量
車種	口 割	ハ 割	ハフ 割	ロハ 割	ユニ 割	客 車				機 關 車				
自重	6.25	6.23	6.70	6.85	5.87									
積重	1.30	1.88	1.84	1.34	3.88									
計	7.61	8.11	7.54	8.19	9.20									
輛數	1	2	2	1	1									
重量	7.61	16.22	15.04	8.19	9.20	56.26	45.78	6	612.24	292.53	218.50	2	437.00	1,019.24
						102.04								

備 考

機關車ハ 5230 號型ヲ使用シタルモノトス  
 客車ハ十七年ノ現在ニ依ル  
 客車ノ積重ハ 70 %ヲ積ミタルモノト見做シ計算セリ  
 客車ノ編成 (口 ハ ハフ ロハ ユニ) 計七輛ト推定セリ  
 客車々種ノ平均ハ一車凡ソ八噸五二トナル

第三號表ノ(二)

大宮熊谷間ニ於ケル現行列車重量表 (大正五年五月)

旅客列車ノ分

車種	四輪客車								ばき一客車								使用機關車重量	一列車ノ總重量
	イ	ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ホ	計	ホイ	ホロ	ホハ	ホニ	ホニ	イホ	ホロ	計		
自重	7.55	6.28	6.52	5.70	6.58	6.00	6.22	車	延	17.77	18.85	16.13	23.33	24.24	19.82	24.38	車	延
荷重	1.30	1.35	2.68	2.60	5.30	3.20	4.00	車	重量	2.47	3.08	5.06	6.02	7.00	2.00	3.82	車	重量
計	8.85	7.63	9.20	8.30	11.88	9.20	10.22	車	重量	20.24	21.73	21.19	29.35	31.24	21.82	28.20	車	重量
列車番號	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車	車
507		1		2				6	54.51									57.93
509		1	4	2	1			8	72.91									130.84
急 551					1			1	11.88	1	1	5	1				8	177.27
513		1		2	1			4	36.11		1	2					3	64.11
111					1			1	11.88	1	1	5	1				8	177.27
113	1	2	5	5	2			16	145.59									57.93
115	1	1	2	2	2			8	75.24		1	2					3	64.11
117					1	1		2	21.08		1	3				1	5	113.50
急 119						1		1	11.88	1	1	4	1			1	8	184.28
527		2	1	3	1			7	61.24		1	2					3	64.11
553					1			1	11.88	1	1	5		1			8	179.16
急 101					1			1	11.88			4		1	1	1	7	166.02
急 102												4		1	1	1	7	166.02
126		2	3	4	1			10	87.94									57.93
502		1	1	1	2			5	48.89		1	2					3	64.11
550					1			1	11.88	1	1	5		1			8	179.16
506					1	1		2	21.08		1	3				1	5	113.50
105					1	1		2	21.08	1	1	4	1			1	8	184.28
108	1	1	2	2	2			8	75.24		1	2					3	64.11
110	1	2	4	5	2		1	15	136.39									
516		1		2	1			4	36.11		1	2					3	64.11
112					1			1	11.88	1	1	5	1				8	177.27
急 552					1			1	11.88	1	1	5		1			8	179.16
128		1	4	2	1			8	72.91									57.93
車數計	4	16	28	32	28	3	2	113	1,061.36	8	16	64	5	5	2	6	106	2,381.55

客車延重量 四輪客車 自重 710.32 } 1,061.36 ばき一客車 自重 1,896.65 } 2,381.55  
 列車同數 24 自重 351.04 }  
 一列車平均 (表記積重ニ依ルモノ) 4,955.73 ÷ 24 = 206.49  
 積重ノ平均 (ト見做シタルモノ)  $\left[ \frac{710.32 + 1,896.65 + 1,512.82 + (351.04 + 484.90)}{7} \right] \div 24 = 196.04$

貨物列車ノ分

一個列車ノ最大					一個列車ノ平均			每一日ノ延數						
聯結車數	一車平均重量 (自重、積重共)	一編成ノ重量	牽引機 五五〇號 車數	重量合計	聯結車數	重量			列車同數	貨車		機關車		總延重量
						貨車	機關車	合計		車數	延重量	車數	延重量	
33	11.50	379.50	57.69	437.19	2	287.50	57.69	345.19	16	400	4,600.00	16	923.04	5,523.04

備考 車數ニハ緩急車ヲ含ム

一列車ノ平均重量一覽

旅客列車		貨物列車			總延重量	一列車ノ平均重量
列車同數	延重量	一列車ノ平均重量	列車同數	延重量		
24	4,764.36	198.51	16	5,523.04	10,227.99	255.70

第 四 號 表

大宮熊谷間ニ於ケル列車回數増加割合

年 次			列 車 回 數				比 較		記 事
			旅 客 合 計	貨 物		合 計	累 較 年 比	十 各 年 比 較 年 下 ノ 合 計	
				定 期	不 定 期				
明治	自	至							
16	7	28	4	2	6			建設中假營業	
	10	20	6	2	8		1.00		
16	10	21	6	2	8		1.00		
17	5	1	6	2	10	.25	1.25		
18	3	16	8	4	12	.20	1.50		
"	11	1	8	2	12		"		
19	3	16	10		12		"		
"	6	17	8	2	10	(-) .17	1.25		
"	11	1	8	2	10		"		
20	3	16	8	2	10		"		
21	3	16	10		12	.20	1.50		
22	4	16	10	2	12		"		
23	6	1	10	2	12		"		
24	1	12	10	2	12		"		
25	11	11	12	2	16	.33	2.00		
26	4	11	12	4	16		"		
27	4	1	16	4	20	.25	2.5		
28	—	—	16	4	20		"		
29	—	—	16	4	20		"		
30	7	7	20	4	24	.20	3.00		
31	—	—	20	4	24		"		
32	—	—	20	4	24		"		
33	—	—	20	4	24		"		
34	—	—	20	4	24		"		
35	—	—	20	4	24		"		
36	—	—	22	4	28	.15	3.50		
37	—	—	22	4	28		"		
38	9	20	16	10	26	(-) .07	3.25		
39	4	16	22	10	34	.21	4.25		
40	5	18	24	10	36	.06	4.50		
41	5	1	24	12	38	.06	4.75		
42	4	21	24	10	38		"		
43	4	21	24	14	42	.10	5.25		
44	—	—	24	14	42		"		
45	—	—	24	14	42		"		
"	7	1	24	15	43	.02	5.33		
大正	1	12	24	14	44	.02	5.50		
	5	21	24	14	44				
2	12	16	24	16	42	(-) .05	5.25		
3	—	—	24	16	42		"		
	3	25	24	14	40	(-) .05	5.00		
4	6	1	24	16	42	.05	5.25		
5	—	—	24	16	42		"		

(一)ハ減ヲ示ス

戦時中旅客列車減少セリ  
印ノ分三十七年ト比較ス

第五號表  
磨滅軌條更換調

更換年月	經過年月	位置	延長	勾配	半徑	磨滅高	
						內側	外側
大正 年月	年月	哩鎖節 哩鎖節	鎖節		鎖	吋	吋
1 9	29 2	34.23.60—34.33.58	9.98	330	20	3/16	3/8
2 10	30 3	18.63.75—18.76.02	12.27	1320	30	3/8	3/8
2 11	30 4	29.60.18—29.72.91	12.73	330	30	3/8	3/8

第六號表  
軌條磨滅現況調表

曲線半徑	磨滅 (1/32 吋ノ倍数 ニテ示ス)		位置		勾配
	內側軌條	外側軌條			
20	8	7	33. 15		
30	4	4	32. 40		
35	5	8	19. 30		200
40	6	6	18. 25		
40		10	20. 5		
40	6	6	34. 12		330
平均	(6)	(7)			
50	4	5	37. 40.5		1,000
60	5	7	23. 36		2,200
60	5	8	26. 40		240
60	2	7	36. 61		330
80	6	6	22. 2		
80	5	6	25. 20		400
80	6	6	30. 75		120
80	5	5	35. 70		600
120	5	7	17. 77		
平均	(6)	(8)			
直線	5		18. 40		330
同上	4		20. 30		
同上	5		22. 70		550
同上	4		27. 47		220
同上	5		31. 1		
同上	3		32. 60		
同上	6		32. 60		
平均	(5)				
總平均	(3/16)8				

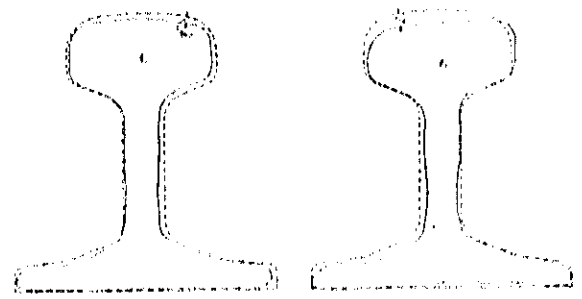


軌條斷面圖(現況ノ分)

六十寸度第一種きんめる及ばる一會社 明治十五年十二月

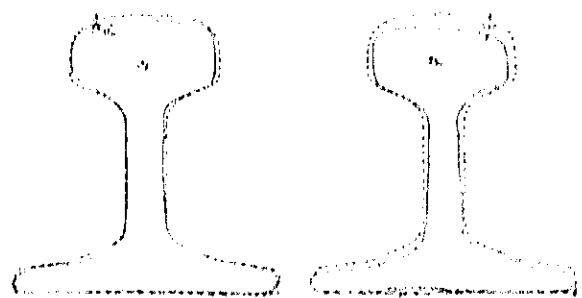
間上吹巢鴻

節零鑽十六哩二十三  
平 水  
線 直



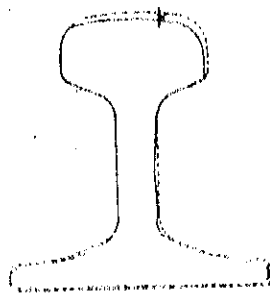
間谷熊上吹

節零鑽一十六哩六十三  
一ノ分十三百三釐勾  
鑽十六釐半



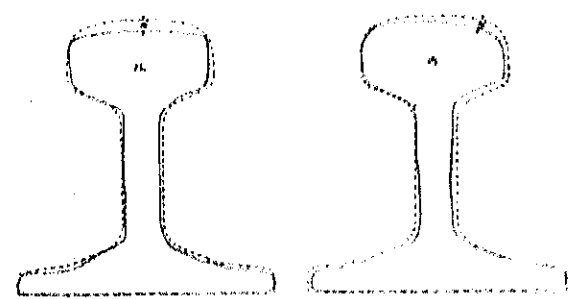
間巢鴻川桶

節零鑽七十四哩七十二  
一ノ分十二百二釐勾  
線 直



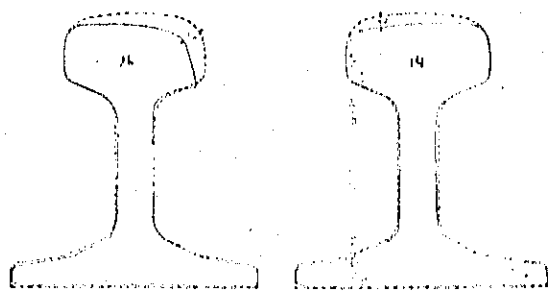
間上吹巢鴻

節零鑽十四哩二十三  
平 水  
鑽十三釐半



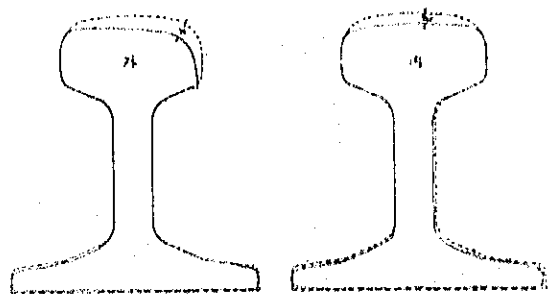
間尾上宮茂加

節零鑽五哩十二  
平 水  
鑽十四釐半



間巢鴻川桶

節零鑽十四哩六十二  
一ノ分十四百二釐勾  
鑽十六釐半



# 大宮熊谷間路線縱斷面圖

