

中心カ慢ケ浦ヨリ西北ノ地ヲ横過セルニ伴ヒ利根川下流銚子附近ノ河水カ西北方即チ上流ヘ引キ集メラレタル爲メナルヘシ若シ暴風雨ノ襲來無カリシナランニハ一日午前四時頃カ普通滿潮トナルヘキ等ナルカ上記變動ノ結果トシテ此ノ時刻ニ於テハ平時ノ分ヨリモ事實上約一尺二寸ノ減水ヲ生セルニ至レリ而シテ又一日午前六時乃至七時ニ至リテ中等潮位カ一ノ最高ニ達セルハ低氣壓中心カ既ニ遠地ニ移動シ去レル爲メ再ヒ河水ノ流下ヲ多クセル結果ナランカ(完)

## 軌道ノ低下及軌條強度試驗ニヨル鐵道軌道ノ

### 働作ニ關スル研究

(Eng. News Record, Mar. 14, 1918).

(梗概) 軌道ハ一ノ連續的彈性支床ト認メ得ルコト—剛性ニ富ム築造及完全ナル搦固メハ軌條ノ應力 (Rail stresses) ヲ輕減スルコト—列車ノ高速度ハ軌條應力ヲ著シク増大スルコト

鐵道軌道ノ働作ニ關シテ今日迄明ニ知ラレタルモノ甚タ夥カリシカ最近 The American Society of Civil Engineers 及ヒ The American Railway Engineering Association ノ軌道強度特別委員會ニ於テ初メテ廣汎ナル報告ヲ發表セリ

此ノ試驗ノ結果剛強ニ築造シタル道床厚キばらずと (Ballast) 重量ノ大ナル軌條及道床ノ完全ナル搦固メハ軌條ノ應力ヲ輕減スルコトヲ知レリ而シテ荷重ノ停止セル時及運動セルトキノ二ツノ場合ニ就キテ數千回ノ測定ヲナシタルカ此等ノ結果鐵道軌道ハ全クフック氏ノ法則 (Hooke's Law) ニ從フ一ノ彈性體ニシテ之ヲ理論的ニ取り扱ヒ得ルモノナルコトヲ確證セリ今實驗ニヨリ

テ知り得タル特殊事項ヲ列擧スレハ次ノ如シ

一 軌條ノ應力ハ枕木ノ間隔ニハ無關係ニシテ軌道ノ一般的低下ニヨリテ定メラル(第四、五及六圖參照)

二 軌條ノ應力ト軌道ノ低下トハ共ニ荷重ニ正比例シテ増加ス(第九圖參照)

三 ばらすとヲヨク敷キツメタル道床ニ對シテハ軌條應力モ軌道ノ低下モ共ニ最モ少ク其ノ不完全ナルモノニ對シテハ最モ大ナリ(第九圖)

即チ砂利ノ道床ハ盤滓(Cinder)ノモノヨリ良ク厚キモノハ薄キモノヨリ良シ完全ニ搗固ムレハ軌條ノ彎曲及應力ヲ輕減ス

四 第十圖ノ曲線ニ示ス如ク軌條ノ應力ハ其ノ重キモノニ於テハ其ノ輕キモノニ於ケルヨリ小ナリ

五 列車ハ高速度ニ於テ低速度ニ於ケルヨリ大ナル應力ヲ軌條ニ生セシメ(第八圖)ソノ増加ハ時ニ50%ヲ超過スルコトアリ

六 軌條ノ外縁ニ於ケル應力ハ一般ニ内縁ニ於ケルヨリモ大ナリ即チ軌條ハ或ル程度迄側壓ニヨル彎曲ニ對シテ働クモノナリ

本實驗ハ斬新ニシテ精密ナル軌條應力ノ自記伸度計及其他ノ機械及ソノ試驗方法ノ發達ニ貢獻スル所甚大ニシテ之カ爲メ此ノ種ノ問題ノ解決上種々ノ困難ヲ排除スルコトヲ得タリ

委員會ハ此實驗ニ於テ種々ノ困難ニ遭遇セシモ鐵道軌道ニ於ケル完全ナル強度報告書ヲ得ンカタメニハ標準軌道ニ於テ極メテ廣範圍ノ試驗ヨリ得タル實驗的事項ニ論據ヲ有セサルヘカラスト思惟セリ……試驗ハ實際期待ニ反セス困難ナリキ……例ヘハ軌條ノ歪ノミニ就キテモ二十五萬回以上ノ實驗及ヒソノ指度觀測記錄整理ヲ必要トセリ第八圖ノ壓力圖表ニ示サレタル各點ハ

すといむまとぐらふ (Schematograph) ノ記録盤ニ取りタル約百回ノ記録ヲ示ス故ニ五哩乃至六十哩ノ速度ニ於ケル特定ノ機關車ノ一組ノ圖表ヲ得ンタメニハ數百ノすといむまとぐらふ (Schematograph) ノ記録及數千回ノ夫等ノ指度觀測ヲ經サルヘカラス此レ等ノ試験ハ約四年前ニ開始セラレタリ

此ノ試験ニハ各種ノ道床ヲ用ヒ先ツ數條ノ軌條ニ於テ豫メ定メタル深サニ至ル迄ばらすとヲ置キ新シキ枕木ヲ配置セルモノヲ準備セリ此ノ外ニ又何等特別ノ準備ヲ施サル軌道モ實驗ニ供セラレ腐蝕セル枕木及軌道中ノ低所ノ影響モ研究セラレタリ試験區間ニ於ケル軌條ハ一碼ニ就テ85封度乃至125封度ノ間ニアリ枕木ハ概ネ  $6\frac{1}{2}$  吋  $\times$   $8\frac{1}{2}$  吋 ナレトモ  $7\frac{1}{2}$  吋  $\times$   $9\frac{1}{2}$  吋  $\times$   $8\frac{1}{2}$  吋 迄ニ至ルモノ使用セラレ砂利ノ深サハ枕木以下6吋乃至24吋トス

測定ハ靜荷重ニ於ケルモノト動荷重(列車荷重)ニ於ケルモノトニ就テ行ハレ靜荷重ニハ次ノモノヲ含ムモノトス

- 一 軌條一本ニ對シテ單一荷重アル場合
- 二 軌條一本ニ對シテ二箇ノ荷重アル場合此ノ場合ニハ二車軸ヲ有スル車輛ヲ用フ
- 三 異リタル形式ノ機關車アル場合

軌道ニ單複靜荷重ヲ働カサンカタメニハ荷重ヲ示度計付螺旋扛重器 (Load-indicating screw-jacks) ヲ軌條頂部ニ置キ又ハ試験區間ニ停止セル鐵材積臺車ヲ使用セリ動荷重ニ對スル實驗ハ 23,000 封度乃至 33,000 封度ノ働軸荷重ヲ有スル機關車ヲ以テセラレ其ノ速度ハ一時間5哩ヨリ60哩迄ヲ使用シ各ノ場合ニ於テ機關車ハ其發走 (Flying start) 後蒸氣ヲ停止シタルマ、試験區間ヲ走過スルモノトス

軌道ノ低下ヲ測定センカタメニ荷重示度計付扛重器以外ニ靜荷重ニ對シテハ水準器、動荷重ニ對

動スルモノ、如シ第九圖ノ太線ハ低下曲線圖表ニシテ其ノ左側ノモノハ未タ充分搗固セサルモノニシテ右側ノモノハ善ク搗固メシタルモノ、圖表ナリ左側ノ曲線ハ彎曲シテ一見弛緩シタルモノ、如ク其低下約0.2吋ナレトモ搗固メ後相當ノ時ヲ經過スレハ右側ノ圖表ニ示ス如ク0.03吋ヨリ0.10吋ノ間ニアルニ至ルヘシ

多クノ實驗ハ二回ツ、繰返サレ初メノ一回ハ枕木ノ上ニ荷重ヲ持チ來リ次回ニハ枕木ノ中間ニ荷重ス然ルニ實際ニハ此ノ二ツノ實驗ハ軌道ノ低下及軌條ノ應力共ニ其ノ差異ヲ認メス鐵道軌道ノ作用ハ各個枕木ノ反力ニヨルヨリモ寧ロ道床全體ノ彈性的反力ニヨリテ支配セラレ此ノ結論ハ更ニ機關車ニヨル低下圖表第六圖及第七圖ニヨリテ證明セラルヘシ何トナレハ之レ等圖表ニ於テ機關車ノ輪荷重ハ明ニ集中荷重ナルヘク而カモ何レノ方面ヨリ見ルモ等布荷重ニ於ケル如キ形ヲ取ルヘシ

重キ軌條ハ其ノ輕キモノヨリ長大ナル軌道ニ亘ツテ荷重ヲ分配シ同時ニ其ノ低下モ幾分小ナリ是レ軌條ノ硬性ノ然ラシムル所ニシテ重キ軌條ハ大ナル彎曲力率ヲ受得ルモツノ緣維應力ハ小ナリ

委員會ハ第九圖ニ示シタルカ如キ曲線ニヨリテ説明セル如ク一樣ノ支坐承 (Uniform cushion) ヲ有スルモノ、物理的性質ヲ基トシテ軌道ノ低下ト軌條ノ應力トノ理論的公式ヲ誘導セリ

$w$  = 軌條支承ノ彈性率

$q$  = 任意ノ點荷重ヨリカケテ隔ラタル所ノ低下量

即チ荷重ナキトキニ比較シテ荷重アルトキノ低下ノ深サ

故ニ

道床反力 =  $wq$

之ハ軌條ノ剪斷力増加ノ割合ニシテ又同時ニ軌條ノ彎曲率ノ變化ノ割合ナリ故ニソノ根本的ノ微分方程式ハ

$$EI \frac{d^4 y}{dx^4} = -wy$$

此ノ方程式ヲ積分スレハ低下公式ヲ得ヘシ

$$y = -\frac{1}{2} \frac{Plc}{u} e^{-kx} (\cos kx + \sin kx)$$

$$k = \sqrt[4]{\frac{u}{4EI}}$$

此ノ曲線ヨリ軌條應力ノ公式ヲ誘導シ得クシ

$$f = \frac{P}{4k} \frac{1}{I} e^{-kx} (\cos kx - \sin kx)$$

荷重直下ノ低下ハ上ノ800トシタルモノナルカ故ニ

$$y_{x=0} = \frac{-P}{\sqrt[4]{64EIu^3}}$$

荷重直下ノ軌條應力ハ軌條1吋ニ對シテ

$$f_{x=0} = \frac{1}{2} \frac{Plc}{u} = \frac{Pu}{\sqrt[4]{64EIu^3}}$$

47 此ノ最大反力ハ荷重カ  $\frac{2}{u}$  或ハ  $\frac{2^4 \sqrt{4EI}}{u}$  ニ等シキ長サニ亘リテ一樣ニ配布セラレタルトキ

生スル反力ト同シ

普通道床ニテハ

 $w = 1,000$  (35<sup>mm</sup> 乃至 125<sup>mm</sup> 軌條ニ對シ) $l = 27 \sim 68.7$ 有效分布長  $= 85 \sim 107$  <sup>mm</sup>

剛強ナル道床ニテハ

 $w = 1,500$ 有效分布長  $= 77 \sim 97$  <sup>mm</sup>

第十一圖ハ公式ニヨリテ算出シタル低下ト軌條ノ應力ノ曲線圖表ナリ二個又二個以上ノ荷重來リタルトキハ之レ等ノ曲線ヲ重ネ合ヒ組合セ之レカ和ヲ求ムレハ得ヘシ

第十二圖ノ太キ曲線ハ Mikado 形機關車及四車軸付臺車ヲ用ヒタルトキノ各輪荷重ノ組合セ方法及其ノ結果ヲ示シタルモノニシテ其ノ機關車ニ對スル曲線圖表ト第六圖ノ其レト比較スルトキハ極メテ密接ナル類似點ヲ見ルヘシ

第五圖ニ示セルモノモ之レ等ノ曲線ノ比較ニシテ其ノ一線ハ二車軸荷重ニヨリ生スル軌條應力ヲ觀測シタルモノヲ示シ第二ノ曲線ハ一車軸荷重ノトキノ觀測ヲ合成シタル形ヲ示シ最後ニ第三ノ曲線ハ理論的公式ヨリ算出シタルモノナリ

委員會ニ於テハ價ヲ集メタルカ其ノ結果ハ次ノ如シ Illinois Central R.R. ニ於テばらすとノ深24吋ヲ有スルモノハ其ノ軌道ノ $w$ ノ價ハ一時ニ就キ約1,600 封度六吋及一二吋ノ深サノばらすとヲ用ヒ7<sup>吋</sup>×9<sup>吋</sup>ノ枕木ヲ有スル軌道ニ於テハ約1,200 封度ヲ採用セリ6吋ノ燧滓(Chert)ばらすとヲ有シ且ツ餘リ堅牢ナラサル貨車専用ノ軌道ニテハ約750 封度ナリ

Illinois Central R.R. の Champaign & Havana 支線ニテ填土 (Loam) の築堤上ニ六吋ノ深サニ細カキ燼滓ヲ敷キ其ノ枕木ノ配置ハ22吋乃至26吋トシ56封度軌條ヲ使用シタルモノ、彈性率ハ約 530 封度ナルコトヲ知レリ此試験ヲ行ヒタル箇所ハ餘リニ堅牢ナル所ニハ非スシテ枕木ハ所々腐蝕セルモノアリキ Delaware, Lackawanna & Western R.R. ニ於テハ Illinois Central R.R. ヨリ更ニ堅牢ナル軌道ヲ有シソノ代表的軌道ニ對スル彈性率ハ一時ニツキ一時ニツキ2,200 封度ナリソノ枕木以下ニハ深サ18吋ノ玄武岩類 (Trap-rock) ノばらすとヲ使用シソノ道床モ又極メテ固キモノナリ

第四、五、六、七、八、九及十圖ノ代表的曲線圖ハ軌條應力測定ノ結果ヨリ得タル重要ナルモノナリ第三圖ノ如ク配置シタルすとれむまどぐらふヲ用ヒ走行中ノ機關車ノ下ニ測定セラレタル結果ヲ以テ圖表ヲ畫ケハ第八及第十圖ヲ得ヘシ但シコノ測定ハ第八圖ニ示サレタル各測點ニ於テ50乃至100回ノ觀測ノ記録ヲ合成シタルモノナルコトヲ記憶セサルヘカラス靜荷重ノ下ニ於ケル曲線ハ Berry 測定器ヲ以テ測定シタルモノナリ且ツ測定シタル應力ハ皆軌條底面ノ軸方向ニ於ケル應張力及應壓力ナルコトハ極メテ重要ナリ

同シ軌道ニ於テ其ノ搗固メ前後ニ各別々ノ試験ヲ用ヒタルカ其ノ結果搗固後軌條應力ノ著シク減スルヲ見タリ即チ85封度軌條ニ於テモ其ノ搗固メセサルモノハ搗固メテ後幾何モ經過セサル軌條應力ヨリモ更ニ1平方吋ニツキ5,000封度モ大ナルコトヲ見タリ此ハ荷重一軸ニツキ10,000乃至50,000封度ニシテ亦新ニ搗固メラレタル軌道ニ於ケル軌條應力カ1平方吋ニツキ5,000乃至20,000封度ナル何レノ場合ニモ實際ニ其ノ然ルヲ知ル劣等ナル軌道ニ於テハ其結果カ果シテ上述ノ如クナルヤ否ヤ未タ試験セス

軌條應力ハ又重キ軌條ニ於テハ其ノ輕キモノヨリ小ナルコトヲ知ルニ至レリ此點ハ第十圖ニヨリテ知ラル、所ナリばらすとノ深サハ撓度程軌條應力ニ影響ヲ及ホサ、レトモ砂利24吋ヲ置キ

タル軌條應力ハ24吋以下ナルモノヨリ小ナル應力ヲ有ス

軌條底面ニ應張力ヲ生スル正彎曲ハ荷重ノ直下ニ誘起セラルレトモ同時ニ軌條頭部ニ應張力ヲ生スル負彎曲モ軌條働作ニ於ケル重要ナル現象ナリ第五圖ニ示シタル二車軸荷重ニテハ軌條應力ハ車輪ト車輪トノ中間ニ於テ零トナレトモ機關車荷重ニテハ車輪間ニ反方向ノ彎曲ヲ起ス(第六圖參照)最大負彎曲ハ貨車々輪ト機關車ノ前方働輪ノ中間ニアリ其正負ノ力率共ニ車輪間ノ距離ヲ短縮スルコトニヨリテ減少セラル、カ如シ

走行中ノ機關車ノ下ニテハ彎曲ハ同一方法ニ分配セラレ第八圖ノ二ツノ附屬圖表ハ車輪間ノ負彎曲ヲ示ス

總テノ動荷重試驗ニ於テハ前方ノ働輪カ三個ノすとれむまどぐらふノ内中央ノモノヲ過キタルトキ働輪ノ對重(Counterweights)ハ最低位ニ在リ第二ノ働輪カ此ノすとれむまどぐらふヲ通過スルトキ其ノ對重ノ位置異ルトキハ之レ等前後ノ記錄ハ互ニ相殺スルコトアルヘシ

軌條應力ニ關スル速度ノ影響ヲ研究スルコトハ動荷重試驗ニ於ケル最も重要ナル事項トス而シテ委員會ハ結論シテ應力及速度ノ間ニ直線的關係ノ立派ニ成立ストナセリ輪荷重ニヨル力率ハ速度一時間ニ5哩以上ニテハ一時間ニツキ一哩増加スル毎ニ約0.3乃至1.2%増加ス重キ軌條ハ速度ノ増加ニ對スル應力増加率ハ輕キ軌條ニ於ケルヨリモ幾分大ナルカ如シ Mikado型機關車ヲ用ヒテ試驗シタルニ Illinois Central R.R.ノ軌道試驗ノ示ス所ハ其ノ増加率 The Atlantic and the Pacific R.R.ノモノヨリ幾分大ナリ而シテ炭水車々輪(Tender truck)ノ増加率ハ大ナリ勿論此ノ場合ニ應力ノ大サニ於テハ働輪ノソレヨリモ遙ニ小ナリ

軌條應力ニ及ス速度ノ響影ニ關スル上記説明ハ只一時間5哩ノ速度若シクハ其レ以上ノ速度ニノミ適用セラル、モノニシテ停止中ノ機關車又ハ5哩以下ノ速度ノモノニ對シテハ何等報告中



ニ記述スル所ナシ

軌條應力ニ及スヘキ他ノ事項(Factor)ノ影響ヲ決定センカタメニ種々ナル動荷重試験ヲ執行シタルカ次ニ掲クル結論ハ重要ナルモノナリ

即チ試験ノタメニ豫メ準備シタル軌道ハ普通良状態ニ於ケル同種荷重ノ代表的ナルモノナリ普通ノ軌道ニ於テハ其結果著シク異リ又幾分大ナル個々ノ價ヲ與フ

腐朽セル枕木ニテハ通常原形ノモノニ行ハレタル測定ヨリ20乃至40%大ナリ又軌條底面ノ内外兩端ノ應力ハ更ニ大ナル差ヲ有シ其ノ外縁ノ應力ハ一般軌條應力ヨリ平均約150%大ナルコトヲ示ス

機關車ニ稍大ナル動搖ヲ與フルニ足ル軌道ノ低所ノ軌條應力ハ低速度ニアルトキハ通常ノモノヨリ15%高速度ニ於ケルモノヨリ20乃至35%大ナリ

壤土質(Loam)ノ施工面(Subgrade)上ニ六吋ノ熾滓ヲばらすトヲ使用シタル輕便軌條ハ其ノ應力本線ニ六吋ノばらすトヲ使用シタルモノヨリ12乃至18%大ニシテ亦個々ノ價モ更ニ大ナル差異ヲ示ス機關車ノ状態モ軌條應力ニ大ナル影響ヲ及スモノニシテ試験ニ使用シタル或ル機關車ニ於テ其ノ一働輪衡鈎(Driving wheel equalizer)カ阻止セラレタルタメ其ノ一輪荷重ヲ輕減スルコトアリ其ノ時此ノ輕減セラレタル輪荷重ノ下ニ於ケル軌條應力ハ其ノ本來ノ應力ノ20%ニ達セサルニ反シ此ノ影響ヲ受ケタル働輪ノ直ク次ナル車輪ノ下ニ於テハ本來ノ應力ニ其ノ70%ヲ増加セリ

單荷重又ハ複(二)荷重ヲ働カサンカタメニ用ヒタル貨車及扛重機ハ軌條底部ノ内外兩端ニ於テ大體其ノ應力ハ相等シ是ニ反シ機關車荷重ノ下ニテハ其ノ停止セルト走行中ナルトニ論ナク内外兩縁ノ應力ハ其ノ差大ナリ而シテ普通外縁ノ應力ハ内縁ノソレヨリ大ナリ(第八圖參照)

嚴密ナル觀測ニヨレハ車輪直下ノ軌條ハ正規ノ位置ヨリモ外方ニ車輪間ノモノハ内方ニアリテ其ノ變位ハ0.01乃至0.03吋ニ及ヘリ(86封度軌條ニ於テ)斯クノ如ク機關車ノ場合ニハ軌條ハ波形ヲシテ彎曲シ其ノ内外兩緣間ノ應力ノ差モ此事實ニ適合ス其ノ外緣ノ應力カ内緣ノソレニ對スル比ハ可成大ニシテ屢3以上ニ及フ車輪ノ形ヲ圓錐形ニスルコトカ如何ナル程度迄軌條ノ外方ニ彎曲スルコトニ影響アルカ又其ノ如何ナル事項カ此ノ事ニ影響ヲ及スヤハ此ノ報告書中ニ論スル所無シ

夫故ニ軌條ノ側方ニ對スル強度ハ又實ニ軌道ノ強度ヲ定ムル一ツノ重要ナル要素ナリ側方ニ對スル彎曲率ハ垂直ノソレニ比シテ甚タ小ナレトモ之レニ關シテハ又纖維應力ノ増加スルコトヲ觀念スルノ要アリ

第一流ノ軌道上ニテ走行中ノ機關車ノ下ニ於ケル試驗ニ從ヘハ軌條底面ノ内外兩緣ニ於ケル應力ノ差異ハ速度ノアル限界内ニ於テハ一定ニシテ普通ノ輕便軌道上ニテハ不定ナリキ即チ或ル車輪ニテハ速度ト共ニ増加シ他ノ車輪ニアリテハ反ツテ減スルカ如キコトアリ(第八圖右側下方ノ曲線圖表ハ熾滓ばらすとヲ用ヒタルモノヨリ得タルモノナリ)

上來報告シタルモノ以外ニ多クノ問題ノ研究行ハレタリ最近ニ於テハ枕木下及ばらすと中ノ諸點ノ低下ノ測定ばらすと中ノ壓力、枕木ノ彎曲、對重及對重ノ過キタルモノ、軌條ニ及ス影響及諸種ノ曲線圖表ノ研究ナト行ハル

委員會ハ次ノ委員ヨリナル

Prof. Arthur N. Talbot, chairman; A. S. Baldwin, G. H. Brenner, John Brunner, W. J. Burton, C. S. Churchill, W. C. Cushing, R. W. Hunt, G. W. Kittredge, P. M. LaBech, C. G. E. Larsson, G. J. Ray, A. F. Reichmann, H. R. Safford, F. E. Turneure 及 J. E. Willoughby. (32)

1000  
 2000  
 3000  
 4000  
 5000  
 6000  
 7000  
 8000  
 9000  
 10000  
 11000  
 12000  
 13000  
 14000  
 15000  
 16000  
 17000  
 18000  
 19000  
 20000  
 21000  
 22000  
 23000  
 24000  
 25000  
 26000  
 27000  
 28000  
 29000  
 30000  
 31000  
 32000  
 33000  
 34000  
 35000  
 36000  
 37000  
 38000  
 39000  
 40000  
 41000  
 42000  
 43000  
 44000  
 45000  
 46000  
 47000  
 48000  
 49000  
 50000  
 51000  
 52000  
 53000  
 54000  
 55000  
 56000  
 57000  
 58000  
 59000  
 60000  
 61000  
 62000  
 63000  
 64000  
 65000  
 66000  
 67000  
 68000  
 69000  
 70000  
 71000  
 72000  
 73000  
 74000  
 75000  
 76000  
 77000  
 78000  
 79000  
 80000  
 81000  
 82000  
 83000  
 84000  
 85000  
 86000  
 87000  
 88000  
 89000  
 90000  
 91000  
 92000  
 93000  
 94000  
 95000  
 96000  
 97000  
 98000  
 99000  
 100000

Fig. 1. MEASURING RAIL DEPRESSION BY LEVEL-BAR

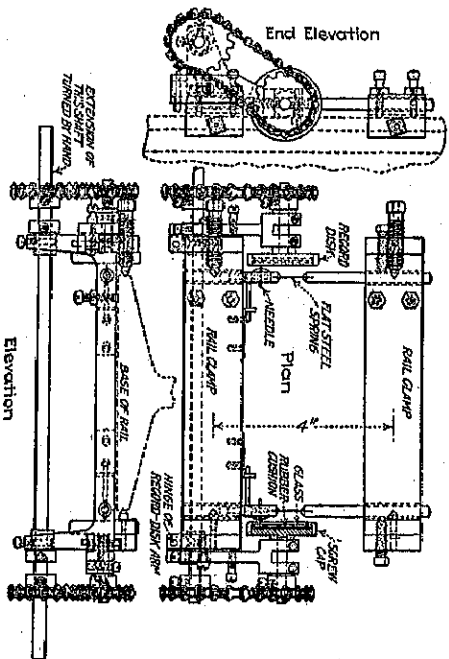


FIG. 2. FINAL FORM OF STREMMATOGRAPH FOR RAIL-STRESS MEASUREMENTS UNDER MOVING TRAINS

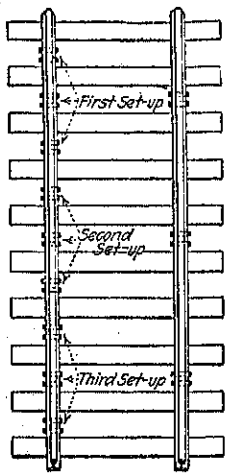


FIG. 3. STREMMATOGRAPH SET-UP

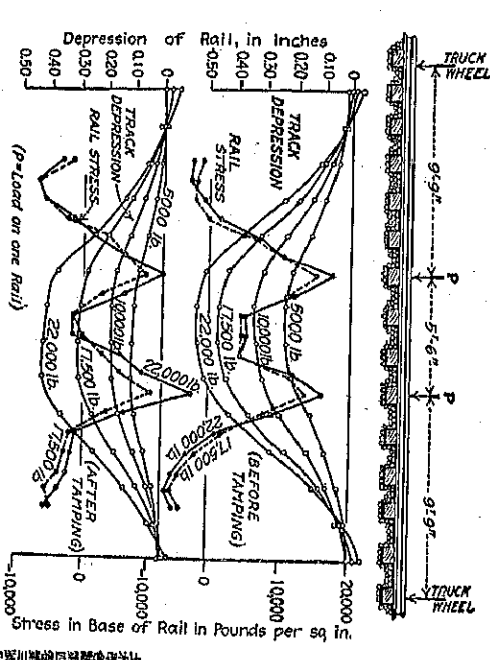
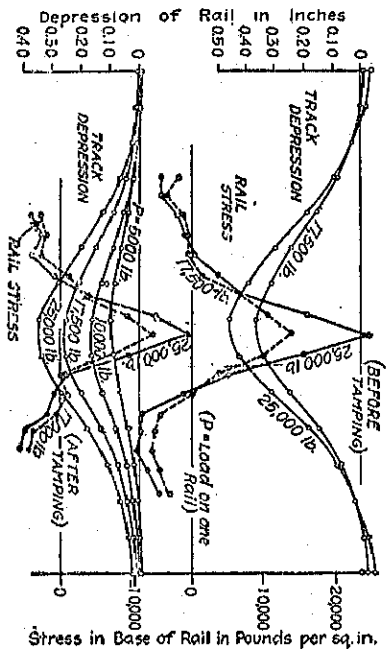


FIG. 4. DEPRESSION AND RAIL-STRESS CURVES FOR ONE AND TWO-AXLE LOADS

1000  
 2000  
 3000  
 4000  
 5000  
 6000  
 7000  
 8000  
 9000  
 10000  
 11000  
 12000  
 13000  
 14000  
 15000  
 16000  
 17000  
 18000  
 19000  
 20000  
 21000  
 22000  
 23000  
 24000  
 25000  
 26000  
 27000  
 28000  
 29000  
 30000  
 31000  
 32000  
 33000  
 34000  
 35000  
 36000  
 37000  
 38000  
 39000  
 40000  
 41000  
 42000  
 43000  
 44000  
 45000  
 46000  
 47000  
 48000  
 49000  
 50000  
 51000  
 52000  
 53000  
 54000  
 55000  
 56000  
 57000  
 58000  
 59000  
 60000  
 61000  
 62000  
 63000  
 64000  
 65000  
 66000  
 67000  
 68000  
 69000  
 70000  
 71000  
 72000  
 73000  
 74000  
 75000  
 76000  
 77000  
 78000  
 79000  
 80000  
 81000  
 82000  
 83000  
 84000  
 85000  
 86000  
 87000  
 88000  
 89000  
 90000  
 91000  
 92000  
 93000  
 94000  
 95000  
 96000  
 97000  
 98000  
 99000  
 100000

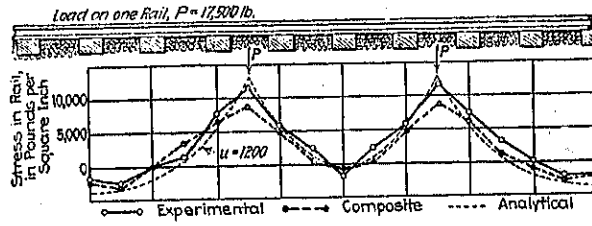


FIG. 5. THEORETICAL AND OBSERVED-STRESS CURVES  
 Full line is observed-stress curve for track conditions as in Fig. 4, each load being 17,500 lb. per rail. Dotted curve was computed from formula. Dash curve is composite of two measured one-axis load curves.

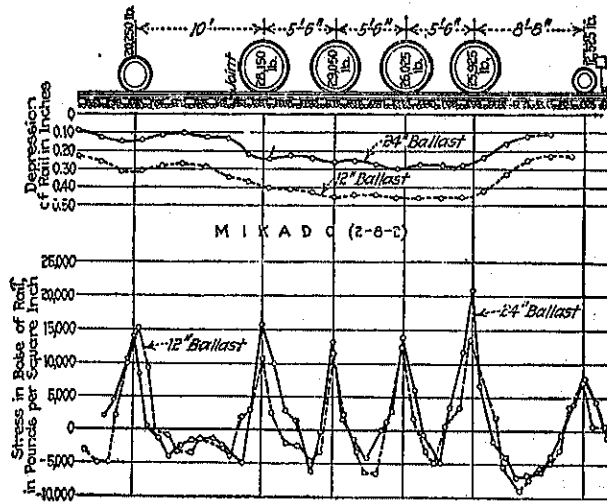


FIG. 6. DEPRESSIONS AND STRESSES UNDER MIKADO ENGINE FOR TWO DEPTHS OF BALLAST  
 Stresses measured in outer edge of rail base only; 85-lb. rail.

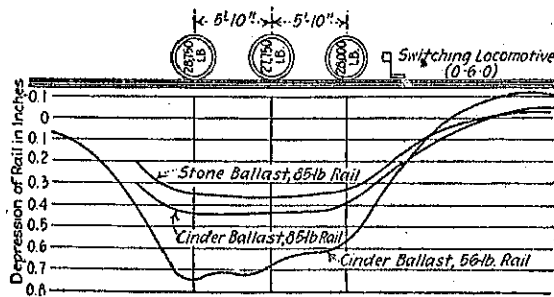
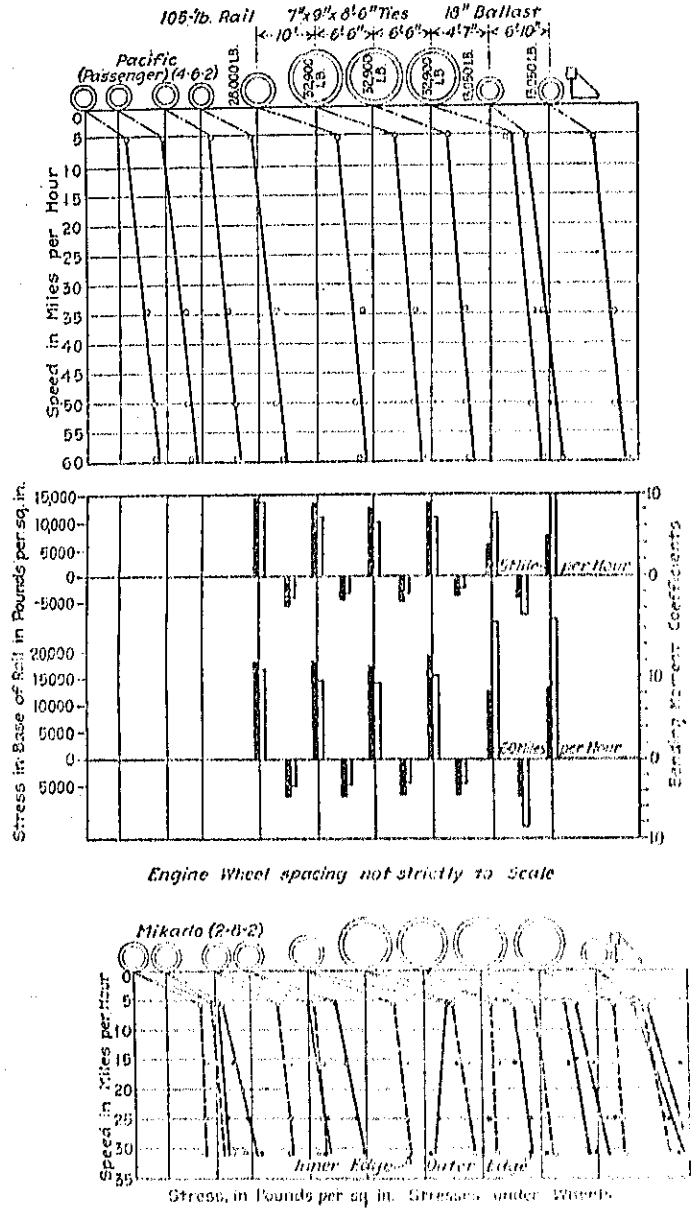
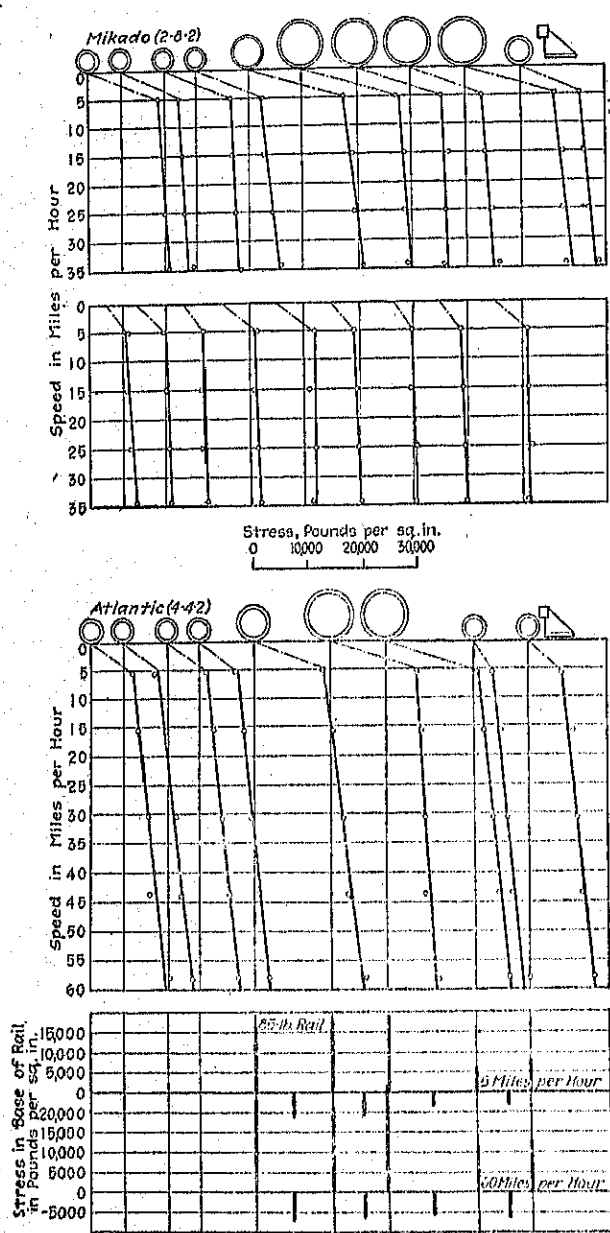


Fig. 7. DEPRESSIONS OF THREE ROADBEDS COMPARED

土木學會雜誌第四卷第三號



Upper diagrams are for Mikado locomotive with driver loads of 20,000 to 25,000 lb. Stresses under wheels and between wheels shown separately, the latter being negative; that is, compression in base of rail.

Lower diagrams are for Atlantic locomotive with driver loads of 25,000 lb. Below the speed-stress diagram is a plot of the stresses at two speeds. The diagrams in this column were made from measurements on well-tamped track having 85-lb. rail on 6 x 8-in. by 8-ft. ties on 12 in. of stone ballast.

Upper diagrams show speed-stress lines for Pacific passenger locomotive with driver loads of 20,000 lb., and plots of stresses (black) and bending-moment coefficients (light). These coefficients, multiplied by wheel-loads, give bending moment in rail in inch-pounds. Measurements were made on track in regular high-speed service, having 105-lb. rail on 7 x 9-in. by 8-ft. ties on 18 in. of stone ballast.

Lower diagram shows lateral bending of rail indicated by difference of speed-stress lines for inner and outer flange of rail base. Measurements were made under Mikado locomotive on track having 6 in. of cinder ballast.

FIG. 8. SPEED TESTS—STRESSES IN RAIL, MEASURED UNDER LOCOMOTIVES MOVING AT VARIOUS SPEEDS.

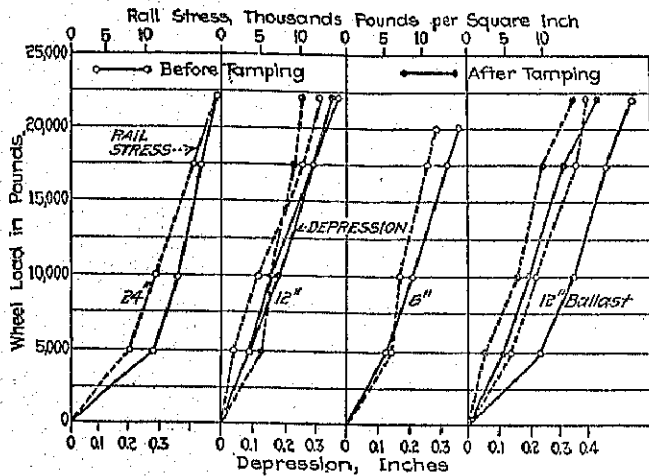


Fig. 9. DEPRESSION AND RAIL STRESS WERE FOUND TO BE PROPORTIONAL TO LOAD

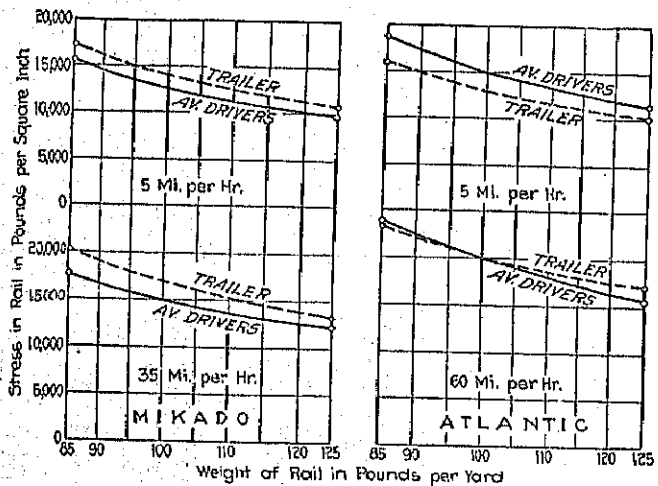


FIG. 10. HEAVY RAIL SHOWED LOWEST STRESSES

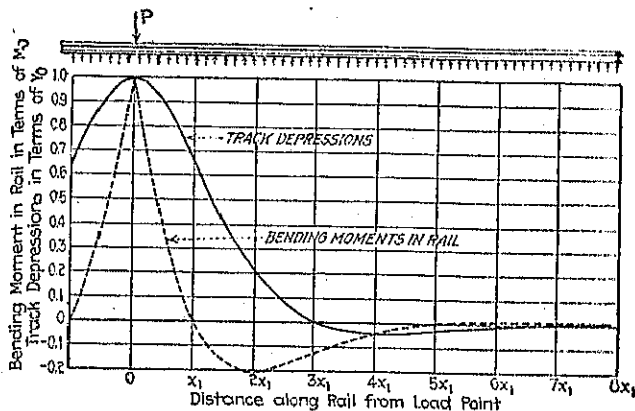


FIG. 11. DEPRESSION AND RAIL-STRESS CURVES COMPUTED FROM THEORETICAL FORMULA

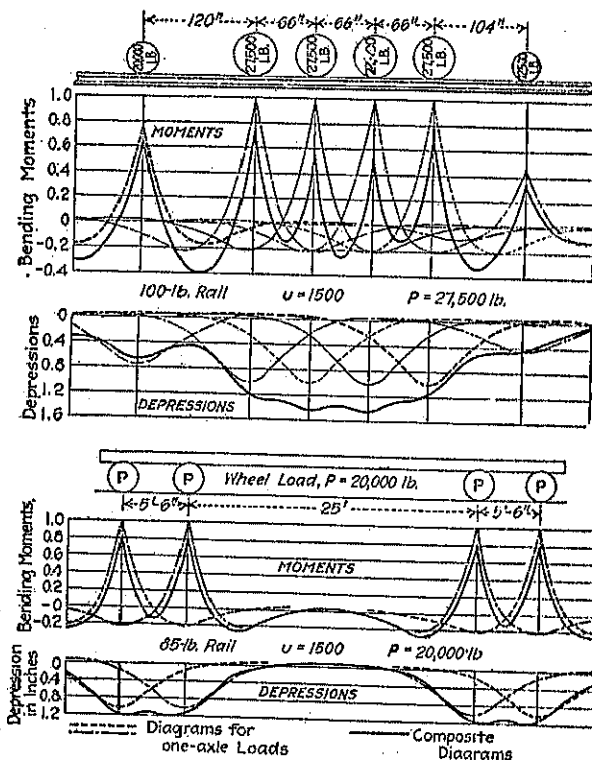


FIG. 12. COMPOSITE-THEORETICAL CURVES  
The locomotive curves are similar to those plotted from measurements in the track.