

橋梁用枕木強弱試驗報告

會員 工學士 田 中 豐報

一 緒言

本試驗ハ大正四年九月ヨリ大正七年十二月ニ亘リ鐵道院ニ於テ研究所ト設計課トノ共同作業ノ下ニ之ヲ施行シ橋梁用枕木ノ強弱檢測ヲナス旁一面ニ在リテハ枕木ノ比重及含水割合ノ調査ヲナシ又他ノ一面ニ在リテハ本試驗ニヨリテ得タル成績ヲ用ヒ供試木材ノ彎曲破壞應力強度及彈性係數ヲ計算シ以テ將來ノ參考ニ資セントスルモノナリ予ハ大正五年十月以降本試驗ニ干與セラルノ故ヲ以テ之ヲ此ニ報告セントスル者ナリ

二 供試材

(イ) 新枕木 樹種ハ檜ヒノキ 榎カシ 柳ヤナギ 樺カハノ四種トシ厚七吋幅八吋長七呎ト稱スルモノ各樹種二十一挺宛計八十四挺ニシテ其材質ニヨリ次ノ如ク區別セリ

檜甲 無節ノモノ

乙 小節有ルモノ (直徑一吋半以下ノ節一個以上十九個ノモノ)

丙 大節有ルモノ (直徑三吋以下ノ節十二個以上二十六個ノモノ)

榑甲 無節ノモノ

乙 小節有ルモノ (直徑一時半以下ノ節二個以上三十二個ノモノ)

丙 大節有ルモノ (直徑三時以下ノ節十七個以上二十六個ノモノ)

榑甲 無節ニシテ入皮ナキモノ

乙 無節ニシテ多少ノ入皮アルモノ

丙 節アリ且ツ入皮乙ヨリ多キモノ

榑甲 無節ノモノ

乙 無節若シクハ小節ノモノ (直徑一時以下ノ節三個以下ノモノ)

丙 大節有ルモノ (直徑三時以下ノ節二個以上七個ノモノ)

就中榑及榑ハ普通直徑ノ大ナル丸太材ヨリ造材スルニ因リ大節小節ニヨリテ區別スルコト困難ナルヲ以テ假ニ上記ノ區別ヲナシタリ

(ロ) 古枕木 上野水戸長野等ノ保線事務所ヨリ蒐集セルモノ、内支間五呎トシテ實地使用セラレ居リシモノヲ撰ヒ左記十四挺ヲ試験ニ供シタリ其他ノモノハ支間小ナリシモノニテ本試験ニ適セサルモノナリキ

樹種	榑	榑	栗	松	榑 (防腐劑注入材)
挺數	三	五	四	一	一

使用年月數	十四年八箇月	七年六箇月	九年五箇月	六年四箇月	十二年十箇月
-------	--------	-------	-------	-------	--------

但シ榑ノ十四年八箇月ハ十三年、十三年三箇月及十七年九箇月ノ平均ナリ

(ハ) 榑及榑ハ總テ素材ノ儘試験ニ供シ榑及榑ハ實用上防腐劑ヲ注入スルコトアルヲ以テ榑材六挺

及構材九挺ニくれおそーと又ハ混合液ヲ注入シテ試験ニ供シタリ
 構材及構材ニ注入シタル防腐劑ノ量ハ別表ニ詳記セルモ其大要次ノ如シ

樹種	防腐劑	挺數	注入量 一挺當リ平均(升)	一立呎當リ平均(升)
櫟	くれおそーと	三	一四・五九	五・一五
櫟	混合液	三	四・七一	一・六七
櫟	くれおそーと	三	八・一五	二・七八
櫟	混合液	六	四・五一	一・五五

三 試驗ノ方法

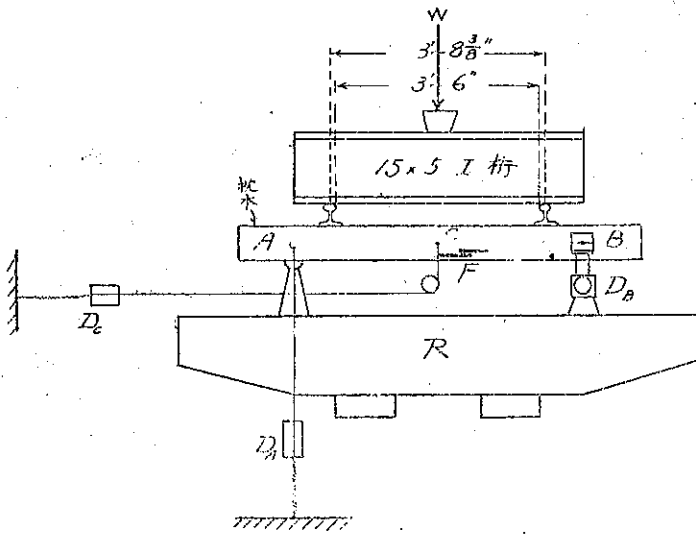
強弱試験ハ成ル可ク實際ト近似セル状態ニ於テ施行センカ爲メ實大ノ橋梁用枕木ヲ使用シ之ヲ
 間隔六呎又ハ五呎ノ支點上ニ架シ其上ニ軌間三呎六吋ニ六十封度軌條ヲ取付ケ軌條面上ニ荷重
 ヲ加ヘ荷重ノ増加ニ伴フ枕木ノ中央部ノ撓度ト其附近ノ抗張纖維ノ伸張ヲ測定シツ、漸次ニ荷
 重ヲ増加シ枕木ヲ破壊シ破壞荷重ヲ測定シタリ

抗張纖維ノ伸張ヲ測定スルニ當リ枕木ノ表面ニハ凹凸アリテ實測上不便アリシヲ以テ第一圖ニ
 示ス如ク枕木ノ表面ヨリ平均二分ノ一吋ノ距離ニ於テ之ヲ測定スルコト、ナシタリ
 供試材ハ強弱試験ヲ行フニ先立チ各枕木一挺毎ニ其體積及重量ヲ測定シ以テ試驗當時ニ於ケル
 枕木全體ノ比重ヲ算出シ且ツ素材ノ儘強弱試験ヲ行ヒタルモノハ試驗後直ニ軌條座部ノ内側ヨ
 リ厚サ約四分ノ三吋ノ木片ヲ切り取り同一斷片ニ就キ三回宛體積ヲ測定シ其平均體積ヲ求メ以
 テ比重ヲ算出シ次ニ試験片ヲラ・た・ばす (Water bath) 内ニ於テ攝氏九十度内外ノ熱ヲ與ヘ重
 量ノ減量ヲ見サルニ至ル迄連日乾燥シテ所謂絶對乾燥ノ状態ニ達セシメ絶對乾燥重量ト原重量
 トノ差重ヲ算出シ之ヲ含水量ト見做シ更ニ之ヲ原重量ニテ除シタルモノヲ以テ試験片ノ含水割

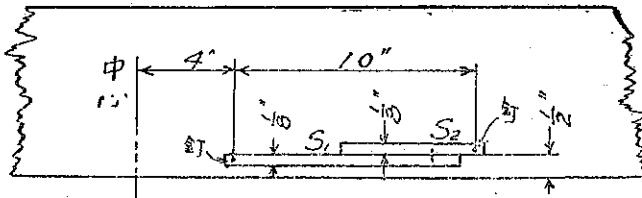
合ヲ求メタリ

本試驗ニ於テ強弱試驗ノ爲メ採用セル設備並ニ方法次ノ如シ
第一圖其一二於テR及Wハ研究所試驗室備付英國ばくとん (Buckton) 會社製五十噸試驗機ノ一

強弱試驗ノ設備ノ圖



第一圖 其 一



第二圖 其 二
(其 一ノF部擴大圖)

支點ノ壓縮ヲ指示スルモノナリ即チ D_A D_B D_C ノ三機ニヨリテ枕木ノ水平中心線上ノ三點 A B C ノ

部ニシテ之ニヨリテ枕木ニ W ナル荷重ヲ與フルモノナリ
荷重 W ハ零噸ヨリ漸次増加セシメ其差一噸毎ニ D_A D_B D_C 及 F ニ於テ各所要ノ變形ヲ觀測シ枕木ノ支間五呎ナルトキハ十五噸ニ於テ又枕木ノ支間六呎ナルトキハ十噸ニ於テ一旦荷重ヲ〇一噸ニ下ケ更ニ荷重ヲ十五噸及十噸ニ復歸セシメ漸次荷重ヲ増加シテ枕木ヲ破壞セシメタリ
第一圖其一二於テ D_A 及 D_C ハ田邊式自記撓度計ニシテ D_A ハ A 支點ノ壓縮ヲ記錄シ D_C ハ枕木ノ中央 C 點ノ撓度ヲ記錄ス D_B ハばくとん試驗機附屬ノ撓度計ニシテ B

變位ヲ測定スルコトヲ得之ニヨリテ各點ノ變位ヲ千分ノ一時迄觀測スルニ努メタリ
 第一圖其二ハ第一圖其一ノF部ノ擴大圖ニシテ枕木ノ表面ヨリ平均二分ノ一時ノ距離ニ於ケル
 長十吋ノ纖維ノ伸張ヲ測定セントスル部分ヲ示スモノナリ之カ爲メ S_1 及 S_2 ナル二個ノ銅板片ヲ
 枕木ノ側面ニ取リ付ケ荷重ヲ加フルニ先立チ針ヲ以テ此ノ兩片上ニ跨リテ細キ線ヲ引キ置キま
 いくろめ一たりニヨリテ此ノ細線ノ喰違ヲ一萬分ノ一時迄觀測シタリ
 枕木ノ破壞荷重ノ大サハばくとん試驗機ノ指度ニヨリテ直ニ之ヲ知ルコトヲ得ルカ故ニ之ヲ測
 定スルニ何等特別ノ手段ヲ講スル必要ナシ

四 試驗成績

試驗成績ノ詳細ハ總テ別表ニ示ス如クナルカ其要點ヲ摘記スレハ次表ノ如シ

- (イ) 公稱厚七吋幅八吋橋梁用新枕木強弱表
- (ロ) 橋梁用新枕木ノ比重及含水割合

附 強度トノ比較

- (ハ) 橋梁用新枕木破壞應力強度比較表
 - (ニ) 橋梁用新枕木彈性係數比較表
 - (ホ) 橋梁用新枕木ト古枕木トノ比較表
- 別表
- 一 橋梁用新枕木強弱試驗成績明細表
 - 一 彎曲ニヨル枕木ノ撓度及抗張纖維ノ伸張實測圖表
 - 一 防腐劑注入量明細表

論說報告 橋梁用枕木強弱試驗報告

支間		種		試驗數	彈性係數(噸/平方吋)平均		
					撓度ニヨルモノ(E_1) 彎曲伸張ニヨルモノ(E_2) $\frac{E_2}{E_1}$ (平均)		
同	榑	甲	無節	二	八六	一一五	一・三四
		乙	無節 多少入皮アルモノ	二	二九〇	八二	・七四
		丙	節及入皮アルモノ	二	六九	八四	一・三四
平均				八八	九三	一・八〇	
同	注材	甲	無節	三	四三	八五	一・四三
		乙	無節 若シクハ小節	三	九六	一三〇	一・四八
		丙	大節	三	七七	六七	・九一
平均				八九	八六	一・〇五	
五呎	榑	甲	無節	三	七七	一三七	一・四九
		乙	小節	三	六三	八三	一・三四
		丙	大節	三	三二	七六	一・〇四
平均				五五	九三	一・三四	
同	榑	甲	無節	三	八〇	九七	一・二〇
		乙	小節	三	五七	八四	一・〇三
		丙	大節	三	七四	七九	一・〇六
平均				七二	八四	一・一六	
同	榑	甲	無節	三	九〇	一〇九	一・二一
		乙	無節 多少入皮アルモノ	三	七〇	八九	一・二六
		丙	節及入皮アルモノ	三	六三	八三	一・三二
平均				七三	九三	一・二七	
同	榑	甲	無節	三	七〇	八四	一・二一
		乙	無節	三	六八	八三	一・二一
		丙	大節	三	六三	八三	一・三二
平均				六八	八三	一・二一	
同	榑	甲	無節	三	六三	八三	一・三二
		乙	無節	三	六三	八三	一・三二
		丙	大節	三	六三	八三	一・三二
平均				六三	八三	一・三二	
同	榑	甲	無節	三	六三	八三	一・三二
		乙	無節	三	六三	八三	一・三二
		丙	大節	三	六三	八三	一・三二
平均				六三	八三	一・三二	
同	榑	甲	無節	三	六三	八三	一・三二
		乙	無節	三	六三	八三	一・三二
		丙	大節	三	六三	八三	一・三二
平均				六三	八三	一・三二	

(ホ) 橋梁用新枕木ト古枕木トノ比較表

樹種	新古	破損應力度(＃/sq)		彈性係數(噸 平方吋)		平均耐久年限	
		彎曲應力	應力	彎曲伸張ニモ モノ(五)	彎曲伸張ニモ モノ(五)		
檜	新	5024	212	202	212	1.35	一四年八箇月
	古	3330	201	213	222	1.23	
比較(新枕木) (100トス)	新	41	204	211	211	1.22	七年六箇月
	古	42	204	211	211	1.21	
比較(新枕木) (100トス)	新	20	21	21	21	1.23	九年五箇月
	古	108	21	21	21	1.23	

橋梁用新枕木強弱試驗成績

試験番號	平均断面	比重			破損應力度			彈性係數		
		枕木全體ノ比重	含水試驗片ノ比重	含水量	破損荷重(噸)	彎曲應力(＃/sq)	應力(＃/sq)	撓度 = $\frac{1}{E_1}$ $\frac{L_1}{L_0}$	彎曲伸張 = $\frac{1}{E_2}$ $\frac{L_2}{L_0}$	$\frac{E_2}{E_1}$
甲 1	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.475	.516	1.974	23.86	5300	687	768	779	1.014
同 2	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.509	.548	2.199	24.93	5750	725	607	834	1.374
同 3	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.499	.441	.3517	20.10	4000	606	664	775	1.167
同 4	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.459	.410	1.435	22.00	4850	633	928	831	.806
甲 平均		.486	.486	2.024	22.72	5148	665	742	805	1.113

試驗用松木強弱試驗報告

93

試驗番號	平均斷面	比重			含水量	破壞荷重 (噸)	破壞應力強度		彈性係數		$\frac{F}{E_d}$
		松木全體 ノ比重	含水部試驗 片ノ比重	含水率			彎曲應力 (#/cm ²)	應剪力 (#/cm ²)	撓度 = $\frac{3}{8} \frac{PL^3}{EI}$	彎曲係數 = $\frac{3}{8} \frac{PL^3}{EI}$	
乙	1	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.485	.498	.2127	24.00	5360	691	715	871	1.218
	2	7 × 8	.524	.506	.1897	22.80	5400	684	795	901	1.133
	3	7 × 8 $\frac{1}{2}$	.509	.487	.1505	21.90	5150	652	703	773	1.107
	同	7 × 8	.446	.429	.1472	23.00	5200	680	762	886	.900
乙	平均		.491	.480	.1750	22.68	5280	672	744	809	1.080
	丙	7 $\frac{1}{8}$ × 8	.481	.492	.2130	18.57	4240	547	257	767	2.984
同	2	7 $\frac{3}{8}$ × 8	不明	.535	.2358	19.65	4410	574	503	652	1.296
	同	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.526	.483	.1814	18.70	4250	543	567	623	1.099
同	3	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.443	.483	.1740	17.00	3800	430	619	626	1.011
	同	7 $\frac{3}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.483	.483	.2061	18.48	4175	539	487	667	1.598
丙	平均		.483	.483	.2061	18.48	4175	539	487	667	1.598
	總	平均	.487	.488	.1945	21.28	4738	625	657	760	1.267
甲	1	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.519	.544	.1952	21.00	4850	620	633	895	1.414
	2	7 $\frac{1}{8}$ × 8	.539	.571	.2272	24.10	5510	710	766	897	1.093
	3	7 × 8 $\frac{1}{2}$	.531	.520	.2131	21.55	4930	471	775	899	1.160
	同	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.463	.484	.1699	23.30	5330	676	764	952	1.246
甲	平均		.571	.530	.2014	22.54	5130	662	735	896	1.228
	乙	7 $\frac{3}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.442	.461	.1805	21.75	4900	631	702	667	.950
同	2	7 $\frac{1}{8}$ × 8	.498	.532	.1857	25.50	5930	758	755	783	1.037
	同	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.453	.444	.2247	19.65	4420	570	630	652	1.085
同	3	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.453	.444	.2247	19.65	4420	570	630	652	1.085
	同	7 $\frac{3}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.467	.458	.1634	21.90	4750	625	757	805	1.072

乙	平均	.465	.474	.1986	22.20	5000	646	709	727	1.024	
丙	1	$7\frac{1}{8} \times 8\frac{1}{8}$	.583	.624	.2209	25.10	5750	735	663	840	1.267
丙	2	$7\frac{1}{8} \times 8$	.583	.602	.1931	25.40	5780	749	830	1208	1.405
丙	3	$7\frac{1}{8} \times 8\frac{1}{8}$	.529	.495	.1830	22.25	5010	646	598	830	1.388
丙	4	$7\frac{1}{8} \times 8\frac{1}{8}$	.580	.573	.1803	26.95	6000	776	805	757	.940
丙	平均	.569	.574	.1971	24.93	5635	727	732	909	1.250	
總	平均	.624	.519	.1957	23.22	5255	678	725	844	1.167	
六 呎											
甲	1	$7\frac{1}{8} \times 8\frac{1}{8}$	.717	.839	.3275	26.35	5640	743	595	762	1.231
丙	2	$6\frac{1}{8} \times 8\frac{1}{8}$	.689	.741	.2780	30.60	7670	937	722	758	1.050
丙	3	$7 \times 8\frac{1}{8}$	.785	.751	.3592	26.70	6239	789	564	695	1.232
丙	4	$6\frac{1}{8} \times 7\frac{1}{8}$	.622	.600	.1531	30.23	7769	934	934	916	.981
甲	平均	.703	.733	.2794	28.47	6925	836	704	733	1.136	
乙	1	$7\frac{1}{8} \times 8\frac{1}{8}$	.745	.844	.3245	23.70	6520	834	607	809	1.333
丙	2	$7 \times 8\frac{1}{8}$	.802	.872	.3470	26.00	5970	756	765	1031	1.348
丙	3	$7 \times 8\frac{1}{8}$	.775	.750	.2992	24.00	5310	673	526	531	1.010
丙	4	$6\frac{1}{8} \times 8\frac{1}{8}$	不明	.657	.1759	26.80	6450	806	838	974	1.162
乙	平均	.774	.781	.2687	26.33	6063	767	694	836	1.213	
丙	1	$7 \times 8\frac{1}{8}$	.762	.849	.3488	25.50	5950	753	694	831	1.197
丙	2	$7\frac{1}{8} \times 8\frac{1}{8}$	.712	.767	.3040	29.90	6850	875	641	933	1.510
丙	3	$7 \times 8\frac{1}{8}$	.788	.836	.3428	25.60	5970	706	530	590	1.113
丙	4	$7 \times 7\frac{1}{8}$	.641	.624	.1558	24.00	6160	861	700	1282	1.831
丙	平均	.726	.762	.2679	26.25	6213	772	641	918	1.413	
總	平均	.734	.753	.2347	27.26	6368	811	676	846	1.171	

試驗番號	平均断面	比重			含水量	破損荷重 (噸)	破損應力強度		彈性係數	
		梳木全體 ノ比重	含水試驗 片ノ比重	片ノ比重			彎曲應力 (#/sq")	應剪力 (#/sq")	彎曲 = $\frac{E_c}{E_a}$ 伸張 = $\frac{\nu_c}{\nu_a}$	$\frac{E_c}{E_a}$
甲 1	7 $\frac{1}{2}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.634	.617	.2375	26.00	5730	738	864	980	1.134
同 2	7 × 8 $\frac{1}{2}$	.644	.643	.2052	29.50	6850	871	914	857	.938
同 0	8 $\frac{1}{2}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.655	.627	.1853	27.00	6000	774	797	1212	1.560
甲 平均		.644	.629	.2093	27.50	6193	794	858	1027	1.211
乙 1	7 × 8 $\frac{1}{2}$	.725	.707	.1906	23.60	5420	687	838	1512	1.012
同 2	6 $\frac{1}{2}$ × 8	.718	.713	.2117	30.00	7210	908	1027	1040	1.287
同 3	7 $\frac{1}{2}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.612	.589	.1851	26.15	5950	766	801	1108	1.367
乙 平均		.685	.670	.1958	26.53	6193	787	909	1220	1.247
丙 1	6 $\frac{1}{2}$ × 7 $\frac{1}{2}$	.817	.791	.2019	31.00	8000	996	987	1291	1.112
同 2	6 $\frac{1}{2}$ × 8	.790	.722	.1865	27.40	6950	853	1105	1229	1.182
同 3	6 $\frac{1}{2}$ × 8	.572	.561	.1567	23.00	5650	703	659	779	1.182
丙 平均		.726	.691	.1817	27.13	6567	851	917	1080	1.180
總 平均		.685	.668	.1956	27.07	6448	811	895	1109	1.253
物 支 間 六 呎 防 腐 劑 注 入 材										
甲 1	7 × 8 $\frac{1}{2}$	.950	—	—	29.00	6750	857	827	1348	1.630
同 2	7 × 8 $\frac{1}{2}$	.680	—	—	32.00	7450	945	804	1041	1.295
甲 平均		.815	—	—	30.50	7100	901	816	1195	1.463
乙 1	7 × 8 $\frac{1}{2}$	.906	—	—	28.20	6550	833	1522	790	.519
同 2	6 $\frac{1}{2}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.695	—	—	26.00	6200	770	857	881	.970
乙 平均		.801	—	—	27.10	6375	802	1190	811	.745
丙 1	7 × 8 $\frac{1}{2}$	.920	—	—	26.00	6100	774	591	1097	1.704

同	2	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.624	—	—	27.60	6300	808	788	760	.964
丙	平	均	.772	—	—	26.80	6200	791	689	684	1.385
總	平	均	.796	—	—	28.13	6558	831	898	963	1.480
棉	支	間	六	呎	防	腐	劑	注	入	材	
甲	1	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.748	—	—	26.30	6700	750	584	620	1.062
同	2	7 $\frac{1}{2}$ ×8	.690	—	—	27.00	6150	796	816	918	1.125
同	3	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.850	—	—	28.00	6220	808	827	1031	1.247
甲	平	均	.763	—	—	27.10	6023	783	742	856	1.145
乙	1	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.809	—	—	31.00	6720	884	1142	1376	1.205
同	2	7×8 $\frac{1}{2}$	.703	—	—	21.70	5050	641	778	1284	1.650
同	3	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.842	—	—	33.00	6950	913	948	不明	
乙	平	均	.785	—	—	28.57	6240	813	956	1330	1.428
丙	1	6 $\frac{1}{2}$ ×7 $\frac{1}{2}$	.770	—	—	25.57	6300	787	611	861	1.393
同	2	7×7 $\frac{1}{2}$	.656	—	—	21.00	5050	640	619	478	.772
同	3	6 $\frac{1}{2}$ ×7 $\frac{1}{2}$	.908	—	—	27.00	6650	812	1042	613	.588
丙	平	均	.778	—	—	24.52	6000	746	757	647	.918
總	平	均	.775	—	—	26.84	6088	781	819	896	1.005
槍	支	間	五	呎							
甲	1	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.467	.462	.1928	27.00	3460	790	596	799	1.341
同	2	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.495	.496	.1722	33.67	4390	993	773	1345	1.740
同	3	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.511	.506	.1545	39.25	4910	1129	962	1307	1.567
甲	平	均	.491	.488	.1732	33.31	4253	971	777	1217	1.549
乙	1	1 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.479	.447	.1835	28.00	3630	820	525	722	1.375
同	2	7 $\frac{1}{2}$ ×8 $\frac{1}{2}$	.446	.446	.1727	32.00	4040	922	693	888	1.281

4531

試驗番號	平均断面	比重		含水量	破綻荷重 (噸)	破綻應力強度		彈性係數		
		枕木全量 ノ比重	含水重試驗 片ノ比重			彎曲應力 (#/C ²)	應力 (#/C ²)	撓度 = $\frac{E_c}{E_d}$ モル E_d	彎曲伸張 = $\frac{E_c}{E_d}$ ルモ E_d	$\frac{E_c}{E_d}$
同 3	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.495	.456	.1768	32.25	4150	937	682	946	1.890
乙 平均		.473	.450	.1777	30.75	3940	893	633	852	1.349
丙 1	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.517	.459	.1831	29.75	3830	878	685	711	1.038
同 2	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.499	.462	.1735	30.00	3920	885	756	905	1.197
同 3	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.590	.560	.2009	34.00	4190	992	694	746	1.075
丙 平均		.535	.494	.1862	31.25	3997	918	712	787	1.103
總 平均		.500	.477	.1797	31.77	4063	937	707	952	1.334
標 支 間 五 呎										
甲 1	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.551	.525	.2119	30.10	3830	874	776	1026	1.322
同 2	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.538	.517	.1888	35.70	4510	1028	828	843	1.018
同 3	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.510	.505	.1666	37.00	4670	1066	885	1063	1.201
甲 平均		.533	.576	.1891	34.72	4337	989	830	977	1.180
乙 1	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.466	.454	.1950	30.90	3900	890	662	779	1.177
同 2	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.500	.473	.1399	29.30	3700	844	713	687	1.364
同 3	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.574	.580	.1979	38.00	4750	1093	896	1057	1.180
乙 平均		.513	.502	.1843	32.73	4117	942	757	841	1.107
丙 1	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.548	.551	.1871	34.00	4360	994	747	954	1.277
同 2	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.581	.543	.1771	38.00	4750	1093	675	689	1.021
同 3	7 $\frac{1}{8}$ × 8 $\frac{1}{2}$	.567	.535	.1778	36.20	4640	1059	820	728	0.888
丙 平均		.565	.543	.1807	36.07	4583	1049	747	790	1.062
總 平均		.597	.520	.1847	34.36	4346	993	778	870	1.116

266

試験種	樹種	線名	橋梁名	橋梁種別	橋梁幅員(尺)	鋼桁又中心離	耐久年限	取替原因	寸法		荷重(t)	破壊		弾性係數 (1/cm ²)		$\frac{E_s}{E_d}$
									断面	長		應力強度 (#/cm ²)	撓度 = $\frac{1}{E_d}$ 彎曲伸張 = $\frac{1}{E_s}$			
1	栗	信越線	荒川	鋼桁	60.70	5.70	2.5	切込	4 $\frac{3}{4}$ × 8	8.700	24.98	1134	1104	1212	1.098	
2	同	同	同	同	"	"	"	"	5 $\frac{1}{2}$ × 9 $\frac{3}{4}$	"	26.45	829	636	721	1.114	
3	同	同	同	同	"	"	"	大釘及切込	5 $\frac{1}{2}$ × 9 $\frac{3}{4}$	"	24.80	797	616	717	1.166	
4	同	同	同	同	"	"	"	切込	5 $\frac{1}{2}$ × 10	"	23.00	727	767	858	1.112	
平均							9.5				24.81	872	781	876	1.128	
1	松	東北本線	荒川	鋼桁	60.70	5.700	6.4	腐蝕及切込	6 $\frac{1}{2}$ × 9 $\frac{3}{4}$	8.700	5.85	159	115	420	3.652	
2	榆	兩毛線	赤石川	同	70.70	"	12.10	切込	5 $\frac{1}{2}$ × 8 $\frac{3}{4}$	"	23.20	849	727	420	2.121	

備考 破壊應力強度 = 於テ { 卡 數 字 ハ 應 力 曲 線 力 } ヲ 示 ス

防腐劑注入量明細表

試材	試驗番号	質液	混合液		混合液	丙	丙
			甲	乙			
加排氣壓持	1	力 ^(c)	25	60	25	60	25
	2	力(#/cm ²)	30	4	30	4	30
	3	力(#/cm ²)	2	4	2	5	3
	4	力(#/cm ²)	100	130	100	130	100
藥液送油	1	力(#/cm ²)	100	130	100	130	100
	2	力(#/cm ²)	300	210	263	150	150
	3	力(#/cm ²)	5	5	5	5	5
	4	力(#/cm ²)	5	5	5	5	5

注入方法 藥液流下時間(分)

五 約言

本試験ノ成績ヲ約言スレハ次ノ如シ

- (イ) 橋梁用新枕木ノ強弱ハ其材質ニヨリテ次ノ如キ差異アリ
 檜材ニ比シテ樅材ハ約一割、榿材ハ約三割、樺材ハ約二割五分其強サ大ナリ
- (ロ) 防腐劑ノ注入ニヨリ新枕木、榿材及樺材ノ強弱ハ變化セラル、コト甚少シ
- (ハ) 新枕木ノ強弱ニ對スル節ノ影響ハ檜材ニ在リテハ約一割乃至二割、其他ノ樅、榿、樺材ニ在リテハ約一割其強サ小ナラシムルコトアリ
- (ニ) 樹種ヲ異ニスル新枕木ノ強弱ハ大體ニ於テ比重ノ大ナルモノ強サ大ニシテ、比重ノ小ナルモノ強サ小ナリ
- (ホ) 新枕木材(公稱寸法厚七吋幅八吋長七呎ノモノ)ハ支間六呎ノ場合ニ在リテハ多ク彎曲應張力

材	材		材		材		材		材	
	前	後	前	後	前	後	前	後	前	後
注	2,829.4	2,817.1	2,808.4	2,833.1	2,861.1	2,822.0	2,822.0	2,822.0	2,822.0	2,822.0
注	36.4	36.6	35.5	30.7	2.30	33.3	33.3	33.3	33.3	33.3
注	70°	70°	70°	70°	70°	70°	70°	70°	70°	70°
注	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
注	30	120	20	90	30	90	90	90	90	90
注	16,530	13,880	15,670	15,000	13,970	14,000	14,000	14,000	14,000	14,000
注	22,860	16,660	21,700	17,000	21,580	16,910	16,910	16,910	16,910	16,910
注	6,330	2,750	6,030	2,000	7,610	2,310	2,310	2,310	2,310	2,310
注	13.88	5.50	13.22	4.00	16.60	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
注	4.91	1.95	4.71	1.41	5.83	1.64	1.64	1.64	1.64	1.64
注	1.2	2.8	1.6	2.8	0.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2

破壊ノ原因ヲナシ支間五呎ノ場合ニ在リテハ彎曲應剪力破壊ノ原因ヲナスモノ、如シ

(ハ)彎曲破壊應剪力強度ハ各材質ニ通シ彎曲破壊應張力強度ノ約二割ナリ

(ト)彎曲應張力ニヨル纖維ノ伸張ニヨリテ算出セル彈性係數 E_s ハ彎曲ニヨル撓度ヨリ算出セル彈性係數 E_b ト其值概シテ相異リ且ツ E_s ハ E_b ニ比シテ一般ニ其值大ナリ是レ蓋シ計算ニ用ヒタル公式ノ採用上ノ假定ト實際トノ相異セルコトニ起因スルモノニシテ就中其主因ト思惟セラル、モノヲ舉クレハ次ノ如シ

(一)材質カ各部均一ナルモノト假定セルコト

(二)彎曲前平面ナリシ横斷面カ彎曲後モ平面ヲナスモノト假定セルコト

(三)材質ハ各部完全ニふく(Hole)ノ法則ニ從ヒ應張力ニ對スル變形率ト應壓力ニ對スル變形率ト相等シキモノト假定セルコト

(四)撓度ノ算出上應剪力ニヨル變形ヲ考ヘサリシコト

(チ)古枕木ノ強弱ニ關シテハ供試材ノ數僅少ニシテ之ヲ明言スルコト難ケレ共約十四箇年使用後ノ檜材ノ強サハ新材ノ約六割ナルコト及七箇年使用後ノ樺材ハ新材ノ約七割ノ強サヲ有スルコト及九箇年使用後ノ栗材ハ檜ノ新材ノ約九割ノ強サヲ有スルコトヲ知ル

(リ)本試験ノ結果ニヨルトキハ明確ナル彈性限ヲ認ムルコト能ハス

○備考

一 彎曲破壊應力強度ノ計算

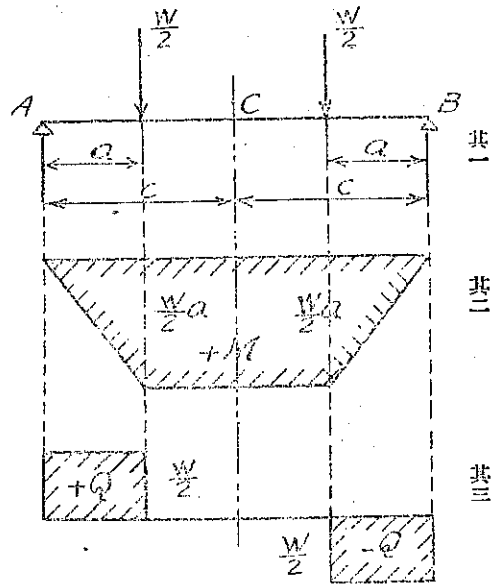
第二圖其一ニ於テ ACB ヲ一ノ供試材トスレハ圖ノ如キ荷重ニヨリテ生スル彎曲率並ニ剪力ハ其レ其レ第二圖其二並ニ其三ニ示ス如シ

然ルニ力學上

トナル
 元來(1)式ハ直線桁ニ在リテ其一横斷面カ彎曲後ニ在リテモ一平面ヲナスモノナリトノ假定ニヨ
 リテ成立スルモノナレ共之ニヨリテ比較ノ標準トナスヘキ最大彎曲應力強度ヲ求ムル意ニ於テ
 特ニ本式ニヨリテ破壊時ニ於ケル彎曲應力強度ヲ算出スルコト、ナセリ此ノ應力強度ハ即破壊
 係數 (Modulus of rupture) ト稱セラル、モノニシテ實際ノ應力強度トハ必スシモ一致セサルモノナ
 ルコトニ注意スルコトヲ要ス
 乃チ破壊荷重 W_0 ナルトキハ上記ノ彎曲應力強度ハ次ノ如シ

ナルトキニ對スル S_1 ヲ S_0 トスレハ

$$S_1 = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^2 \cdot \frac{2}{h} = \frac{1}{6} b h^2$$



第 二 圖

但シ

f 彎曲應力強度

M 彎曲率

I 中立線上ニ於ケル斷面ノ二乗率

y 斷面ノ中立線ヨリノ距離

今(1)式ニ於テ

$$\frac{I}{y} = S$$

トシ枕木ヲ幅 b 高 h ノ矩形桁ナリト假定シ f ノ最大

$$f = \frac{M}{I} y \dots \dots \dots (1)$$

但シ

W_b 破壊荷重

f_b 彎曲破壊應力強度

a 支點ヨリ荷重迄ノ距離

$S_b = \frac{bh^3}{6}$

$$f_b = W_b \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{1}{S_b} \quad \dots \quad (2)$$

別表ニ示ス破壊應力強度ノ内彎曲應力強度ハ(2)式ニヨリテ算出シタルモノナリ
 次ニ矩形桁内ノ一點ノ應剪力強度ハ次式ニヨリテ求ムルコトヲ得

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{A} \cdot \left\{ 1 - \left(\frac{2y}{h} \right)^2 \right\} \quad \dots \quad (3)$$

但シ

τ 應剪力強度

Q 剪力

A 斷面積

h 桁ノ高

y 桁ノ中立線ヨリノ距離

故ニ τ ハ y カ0ナルトキ最大ニシテ

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{A} \quad \dots \quad (4)$$

トナル故ニ第二圖ニ示ス如ク

ナルトキハ

$$Q = \frac{W}{2}$$

$$\tau = \frac{3}{4} \cdot \frac{W}{A}$$

..... (5)

トナル本試験ニ於テハ本式ニヨリテ枕木ノ破壊時ニ於ケル最大應剪力強度ヲ算出シ前記 f_b ト併記シテ參考ニ供セリ
 此ノ應剪力強度ハ桁ノ彎曲ニ伴ヒテ生スルモノナルヲ以テ之ヲ彎曲破壊應剪力強度ト稱スルコト、ス
 即チ

$$\tau_b = \frac{3}{4} \cdot \frac{W_b}{A}$$

..... (6)

但シ

τ_b 彎曲破壊應剪力強度

W_b 破壊荷重

A 桁ノ斷面積

二 荷重ト抗張纖維ノ伸張トノ關係

本試験ニ於テ抗張纖維ノ伸張ヲ測定セル箇所ハ枕木ノ中央附近枕木ノ下表面ヨリ二分ノ一吋ノ距離ニ在リ此ノ部分ニ於ケル彎曲應力強度ハ次ノ如シ

$$f = \frac{M}{I} \cdot y = \frac{M}{S}$$

但シ

$$M = \frac{W}{2} \cdot a$$

$$I = \frac{1}{12} b h^3$$

$$y = \frac{h}{2} - \frac{1}{2} = \frac{1}{2}(h-1)$$

故ニ此ノ場合ノ S ヲ S' トスレハ

$$S = \frac{I}{y} = \frac{1}{6} \cdot \frac{b h^3}{(h-1)}$$

トナリ

$$f = W \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{1}{S'} \quad \dots \dots \dots (7)$$

即チ本式ニヨル f ヲ f_0 トシ第一圖 F 點十時間ノ伸張トノ關係ニヨリテ彎曲應張力ニ對スル彈性係數ヲ求ムルコト次ノ如シ
應張力ニ對スル彈性係數ヲ E トスレハ

$$E = \frac{f}{\delta} \quad \dots \dots \dots (8)$$

但シ

E 應張力ニ對スル彈性係數

f 應張力強度

δ 應張力ニヨル伸張率

然ルニ實測ノ結果纖維ノ伸張ハ此ノ場合ニ於テハ別紙實測圖表ノ如ク必スシモ荷重ノ大サニ正比例セサルヲ以テ枕木ノ支間五呎ナルトキハ十五噸以下支間六呎ナルトキハ十噸以下ノ各噸ニ對スル伸張實測ノ結果ニヨリ最小ニ乘法ヲ適用シテ先ツ次ノ如キ關係ヲ求メタリ

$$\Delta l = aW + \beta \dots \dots \dots (9)$$

但シ

Δl 抗張纖維十吋ノ伸張

W 荷重

a, β 常數

然ルニ(9)式ニ於テ W カ0ナルトキハ Δl ハ當然0タルヘキモノナルヲ以テ β ハ枕木ノ歪形及實驗上ノ缺點等ヨリ生シタル常數ナリト假定シ之ヲ省略シ

$$\Delta l = aW \dots \dots \dots (10)$$

ヲ以テ枕木ノ抗張纖維ノ伸張率ヲ示スモノトナセリ之ニヨリテ(8)式ニ對シ

$$f = W \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{1}{S^2} \dots \dots \dots (7)$$

$$0 = \Delta l = aW$$

ヲ代入シ

$$E = \frac{a}{2} \cdot \frac{1}{S^2} \cdot \frac{1}{a} \dots \dots \dots (11)$$

式ヲ得之ニヨリテ E ヲ求メタリ此ノ場合ノ E ハ伸張率ニヨリテ求メラル、モノナルヲ以テ之ヲ特ニ E_t ト稱ス

別表成績表中ノE₀ハ即チ此方法ニヨリテ求メタルモノナリ

三 荷重ト枕木ノ撓度トノ關係

第二圖ニ示ス如キ載荷狀態ニ在ル桁ノ中央C點ノ撓度ハ理論上次ノ如シ(備考五參照)

$$y_0 = \frac{W a}{12EI} (3c^2 - a^2) + \frac{3}{5} \cdot \frac{W}{GA} \cdot a \dots \dots \dots (12)$$

但シ

y₀ 桁ノ中央C點ノ撓度

W 全荷重

a 桁ノ支點ヨリ荷重迄ノ距離

c 桁ノ支點ヨリ中央C點迄ノ距離

E 正應力ニ對スル彈性係數

G 應剪力ニ對スル彈性係數

I 桁斷面ノ中立線上ノ二乗率

A 桁ノ斷面積

茲ニ於テ

$$\frac{a(3c^2 - a^2)}{12I} = K$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{a}{A\mu} = K'$$

$$\mu = \frac{G}{E}$$

トスレハ幅八吋厚七吋ノ枕木ニ對シKトK'トノ比ハ次ノ如シ
 枕木ノ支間六呎ナルトキ

$$c = 36^3$$

$$a = 18 \frac{13^3}{16}$$

$$\frac{1}{12} a(3c^2 - a^2) = 4,256(\text{cm})^3$$

$$I = 229(\text{cm})^4$$

$$K = 18.6 \left(\frac{1}{\text{cm}}\right)$$

$$\frac{3}{5} \cdot \frac{a}{A} = 0.148 \left(\frac{1}{\text{cm}}\right)$$

枕木ノ支間五呎ナルトキ

$$c = 30^3$$

$$a = 7 \frac{13^3}{16}$$

$$\frac{1}{12} a(3c^2 - a^2) = 1,718(\text{cm})^3$$

$$I = 229(\text{cm})^4$$

$$K = \frac{1}{7.5} \left(\frac{1}{\text{cm}}\right)$$

之ニヨリテ

$$\frac{3}{2.5} \cdot \frac{a}{A} = 0.0837 \left(\frac{1}{4} \right)$$

μ	支間 6 呎		支間 5 呎	
	R^2	$R^2/K\%$	K^2	$K^2/K\%$
0.5	0.30	1.6	0.17	2.3
0.4	0.37	2.0	0.21	2.8
0.3	0.49	2.6	0.28	3.7
0.2	0.74	4.0	0.42	5.6
0.1	1.48	8.0	0.84	11.2

是レニヨリテ看シハ(12)式ニ於テ第二項ハ第一項ニ對シ其値必スシモ之ヲ省略シ能ハサルコトアルヲ知ル然レ共由來木材ノGニ關シテハ今日尙之ヲ適當ニ採用スルニ足ルヘキ參考資料ヲ有セサルヲ遺憾トス從テ本試験ノ計算ニ在リテハ第二項ノ%ニ對スル影響ハ極メテ小ナルモノナリトノ假定ヲナシ

$$\% = \frac{W}{EI} \cdot \frac{a}{12} \cdot (3c^2 - a^2) \dots \dots \dots (13)$$

式ヲ採用シ之ニヨリテ撓度實測ノ結果ヨリ E ヲ求ムルコト次ノ如シ
即チ(13)式ヨリ

$$E = \frac{W}{\% \cdot I} \cdot \frac{a}{12} \cdot (3c^2 - a^2) \dots \dots \dots (14)$$

然ルニ W ト $\%$ トノ關係ハ實測ニヨリテ之ヲ知ル(別表變形實測圖表參照)ヲ以テ前記抗張纖維ノ伸

張ト荷重トノ關係ヲ求メタルト同様ニ支間五呎ノトキハ荷重十五噸迄支間六呎ナルトキハ十噸迄ノ各噸ノ實測撓度ヨリ最小二乘法ノ理ヲ應用シテ

$$y_c = \frac{1}{E} \left(\frac{1}{12} \frac{W}{l^3} + \frac{1}{24} \frac{W}{l^3} \right) \quad (17)$$

但シ

IV 荷重

a' β' 常數

ナル關係ヲ求メ β' ヲ 0 トシ

$$y_c = \frac{1}{E} \frac{W}{l^3} \quad (18)$$

ヲ以テ y_c ト IV トノ關係ヲ示ス一般式ト見做シ之ヲ (14) 式ニ代入シ

$$E = \frac{1}{a' I} \cdot \frac{a}{12} (3c^2 - a^2) \quad (19)$$

ニヨリテ E ヲ算出セリ此ノ場合ニ求メラレタル E ハ枕木ノ撓度ヨリ求メラレタルモノナルヲ以テ特ニ之ヲ E_c ト稱ス別表成績表中ノ E_n ハ即チ斯クシテ求メラレタルモノナリ尙前記 (15) 式ヲ求ムル場合ノ實測撓度 y_c ハ次ノ如クニシテ之ヲ算出シタルモノナリ

$$y_c = \frac{1}{E_c} \left(\frac{1}{12} \frac{W}{l^3} + \frac{1}{24} \frac{W}{l^3} \right) \quad (20)$$

但シ

δ_c 枕木中央 C 點ノ撓度讀數

δ_a 枕木ノ支點 A 點ノ壓縮讀數

δ_n 枕木ノ支點 B 點ノ壓縮讀數

四 最小二乘法ノ理論概説

本試験ノ計算ニ際シテ適用セシメタル最小二乘法ノ計算法ノ理論概説次ノ如シ
 茲ニ n 個ノ實測ノ結果アリ此等ノ結果ト一ノ最モ確ラシキ値トノ誤差即れしてあるゑるヲ v_1
 v_2 v_3 ... v_n トスレハ此等ノ誤差カ同時ニ起ルヘキふるばびりち一 P ハ其實測ノ精度均一ニシテ
 h_0 ナルトキハ

$$P = \frac{h_0^n}{\pi^2} e^{-h_0(v_1^2 + v_2^2 + v_3^2 + \dots + v_n^2)} \dots \dots \dots (19)$$

但シ

e 自然對數ノ底數

故ニ P ノ最大ナル爲メニハ Σv^2 ハ最小ナルコトヲ要ス此ヲ最小二乘法ノ理トナス
 故ニ今荷重 W ト十時間ノ伸張 Δl トヲ實測シテ最確ラシキ W ト Δl トノ關係ヲ求メントセハ實測ノ
 結果ニヨリテ

$$\left. \begin{aligned} \Delta l_1 &= \alpha W_1 + \beta \\ \Delta l_2 &= \alpha W_2 + \beta \\ \dots & \dots \dots \dots \\ \Delta l_n &= \alpha W_n + \beta \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (20)$$

$$\left. \begin{aligned} v_1 &= \alpha W_1 + \beta - \Delta l_1 \\ v_2 &= \alpha W_2 + \beta - \Delta l_2 \\ \dots & \dots \dots \dots \\ v_n &= \alpha W_n + \beta - \Delta l_n \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (21)$$

ナル關係ヲ得之ヨリ

ヲ得 $\sum \delta^2$ ヲ最小ナラシムル如キ α 及 β ヲ求ムルハ可ナリ即チ

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial [\delta^2]}{\partial \alpha} &= 0 \\ \frac{\partial [\delta^2]}{\partial \beta} &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (22)$$

$$[\delta^2] = \sum \delta^2 = \alpha^2 + \alpha_2^2 + \alpha_3^2 + \dots + \alpha_n^2$$

以下同様ノ意ニ $[\]$ 符號ヲ使用ス
故ニ次ノ關係ヲ得

$$\left. \begin{aligned} [WW]\alpha + [W]\beta - [W\Delta] &= 0 \\ [W]\alpha + [I]\beta - [I\Delta] &= 0 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (23)$$

$$\alpha = \frac{[W\Delta][I] - [W][I\Delta]}{[WW][I] - [W][W]}\dots \dots \dots (24)$$

$$\beta = \frac{[WW][\Delta] - [W\Delta][W]}{[WW][I] - [W][W]}\dots \dots \dots (24)$$

之ニヨリテ α 及 β ヲ求ムルコトヲ得

次ニ荷重 W ト中央ノ撓度 y_0 トノ關係モ之ト同様ニシ前記 Δl ノ代リニ y_0 ヲ用ヒ α' 及 β' ヲ定メタリ

五 荷重ト枕木ノ撓度トノ關係ヲ求ムルコト

第二圖其一 C 點ノ撓度ハ理論上かすちりあの (Castigliano) ノ定理ヲ應用シテ比較的簡單ニ之ヲ求
ヘ得可シ

かすちりあのノ定理ハフーク (Hooke) ノ法則ヲ適用シ得可キ物體ノ外力ニヨル變形働ノ一外力ニ

就テノ偏微分ハ其外力ノ方向ニ計リタル其外力ノ働點ノ變位ニ等シト解釋スルコトヲ得
 (Föppl—Vorlesungen über technische Mechanik III 1905—166 頁參照)
 即チ本定理ヲ應用シテ

$$y_c = \left(\frac{\partial w}{\partial P_c} \right)_{P_c=0} \dots \dots \dots (25)$$

但シ

y_c C點ノ撓度

w W及P_cニヨル枕木ノ變形働

P_c C點ニ於テWノ方向ニ作用スルモノト假定シタル荷重

(25)式ニ於テP_cヲ0ト置キタルハ求ムル y_c ハWノミニヨル撓度ナルヲ以テ假定荷重P_cノ影響ヲ最
 後ニ於テ0トナシタルモノナリ

枕木ノ變形働ハ一般ニ次ノ如シ

$$w = \frac{1}{2} \int \frac{M^2}{EI} dx + \frac{3}{5} \int \frac{Q^2}{GA} dx + \dots \dots \dots (26)$$

但シ

M 彎曲率

E 應張力及應壓力ニ對スル彈性係數

I 斷面ノ中立線上ノ二乘率

Q 剪力

G 應剪力ニ對スル彈性係數

A 斷面積

本式ニ於テ第一項ハ彎曲率ニヨル變形働ニシテ之ヲ ω' トスレハ次ノ如ク誘導スルコトヲ得可シ

$$\omega' = \iint \frac{f^2}{2E} dA dx$$

$$f = \frac{M}{I}$$

$$\therefore \omega' = \iint \frac{M^2}{2EI^2} dA dx = \frac{1}{2} \int \frac{M^2}{EI} dx$$

又第二項ハ剪力ニヨル變形働ニシテ之ヲ ω'' トスレハ矩形桁ニ對シテハ

$$\omega'' = \iint \frac{\tau^2}{2G} b dy dx$$

但シ

τ ハ應剪力強度ニシテ其値ハ次ノ如シ

$$\tau = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{A} \left\{ 1 - \left(\frac{2y}{h} \right)^2 \right\}$$

故ニ

$$\omega'' = \frac{1}{2G} \int dx \frac{9}{4} \cdot \frac{Q^2}{A^2} b \int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \left\{ 1 - \left(\frac{2y}{h} \right)^2 \right\}^2 dy$$

然ルニ

$$\int_{-\frac{h}{2}}^{+\frac{h}{2}} \left\{ 1 - \left(\frac{2y}{h} \right)^2 \right\}^2 dy = \frac{8}{15} h = \frac{8}{15} \cdot \frac{A}{b}$$

故ニ

$$\omega'' = \frac{3}{5} \int \frac{Q^2}{GA} dx$$

次ニ第三項ハ其他ノ極メテ小ナル變形働ヲ示スモノトス
 茲ニ於テ先ツ第三項。ヲ省略シ第二圖其一二於テA點ヲ原點トシAヨリ右ニ測リタル距離ヲ x
 トスレハ前記ノ如クC點ニ P_c ナル荷重ヲ假定スルカ故ニ

$$M = \left(\frac{W}{2} + \frac{P_c}{2} \right) x, \quad a < x < a$$

$$M = \frac{W}{2} x + \frac{P_c}{2} a, \quad a < x < e$$

$$Q = \frac{W}{2} + \frac{P_c}{2}, \quad x < a$$

$$Q = \frac{P_c}{2}, \quad a < x < e$$

之ヲ(26)式ニ代入シテ

$$\omega = \frac{1}{EI} \left\{ \int_0^a \left(\frac{W}{2} + \frac{P_c}{2} \right) x^2 dx + \int_a^e \left(\frac{W}{2} x + \frac{P_c}{2} a \right) dx \right\} \\
 + \frac{2 \times 3}{5GA} \left\{ \left(\frac{W}{2} + \frac{P_c}{2} \right)^2 \int_0^a dx + \left(\frac{P_c}{2} \right)^2 \int_a^e dx \right\}$$

$$\therefore y_0 = \left(\frac{\partial \omega}{\partial P_c} \right)_{P_c=0}$$

$$= \frac{1}{EI} \left\{ \int_0^a \left(\frac{W}{2} + \frac{P_c}{2} \right) x^2 dx + \int_a^e \left(\frac{W}{2} x + \frac{P_c}{2} a \right) dx \right\}_{P_c=0}$$

$$+ \frac{6}{5GA} \left\{ \left(\frac{W}{2} + \frac{P_c}{2} \right)^2 \int_0^a dx + \frac{P_c}{2} \int_a^e dx \right\}_{P_c=0}$$

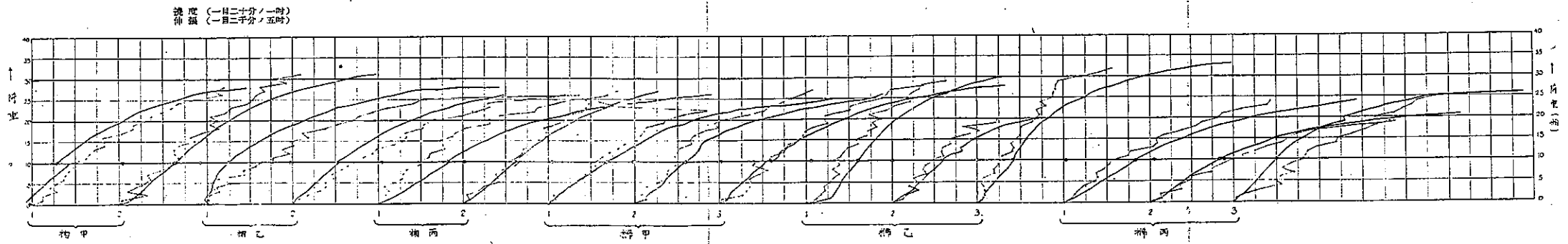
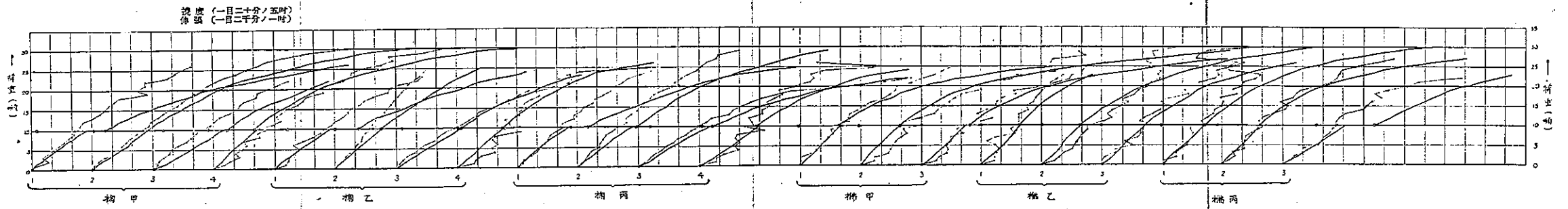
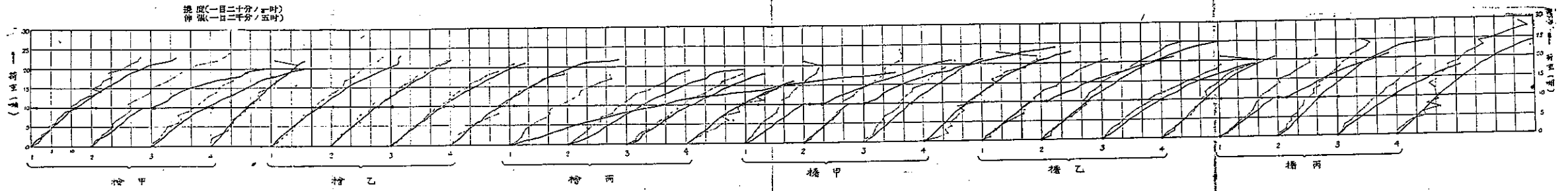
$$= \frac{W a}{12 EI} (3e^2 - a^2) + \frac{3}{5} \cdot \frac{W}{GA} a \dots \dots \dots (27)$$

ヲ得是レ即チ本文ニ於テ採用セル枕木中央部C點ノ撓度ヲ與フル公式ナリ (完)

(一) 橋梁用新枕木破壊應力強度比較表

支間	種	試験	彎曲破壊應力強度 (#/sq)			各種無節ノノモノ比較	各種無節ノノモノ比較	彎曲破壊應力強度 (#/sq)			各種無節ノノモノ比較	各種無節ノノモノ比較	破壊應力強度 (#/sq)			各種無節ノノモノ比較	各種無節ノノモノ比較	強度標準	
			最大	最小	平均			最大	最小	平均			最大	最小	平均				
			(100トス)	(100トス)	(100トス)			(100トス)	(100トス)	(100トス)			(100トス)	(100トス)	(100トス)				
六	吹	榑	甲 無節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			乙 小節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			丙 大節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			甲 無節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			乙 小節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			丙 大節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
	同	榑	榑	甲 無節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				乙 小節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				丙 大節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				甲 無節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				乙 小節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				丙 大節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
五	吹	榑	甲 無節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			乙 小節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			丙 大節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			甲 無節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			乙 小節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
			丙 大節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	
	同	榑	榑	甲 無節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				乙 小節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				丙 大節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				甲 無節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				乙 小節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100
				丙 大節	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100	450	400	450	100	100

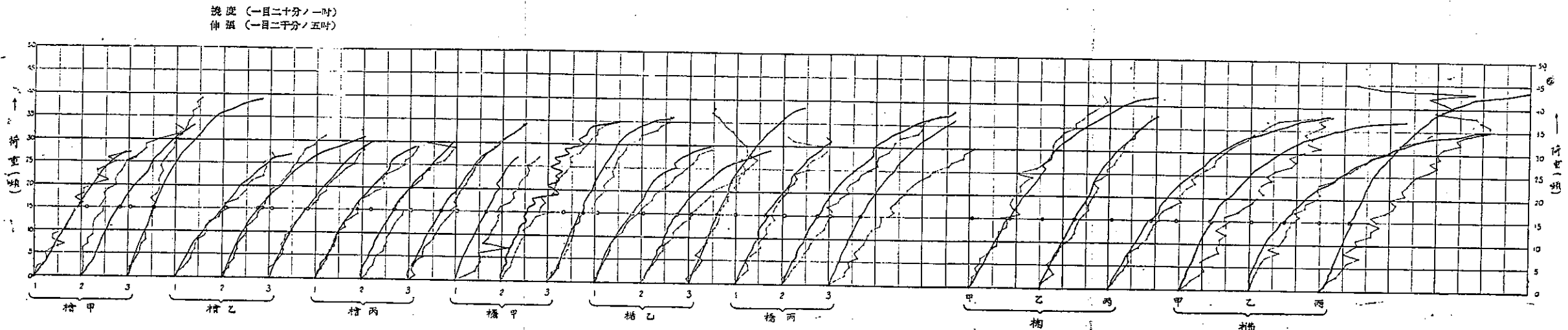
備考 強度標準ハ榑ノ強度ヲ一〇〇トシ支間六吹ノモノ及五吹ノモノヲ平均シテ求メタルモノナリ



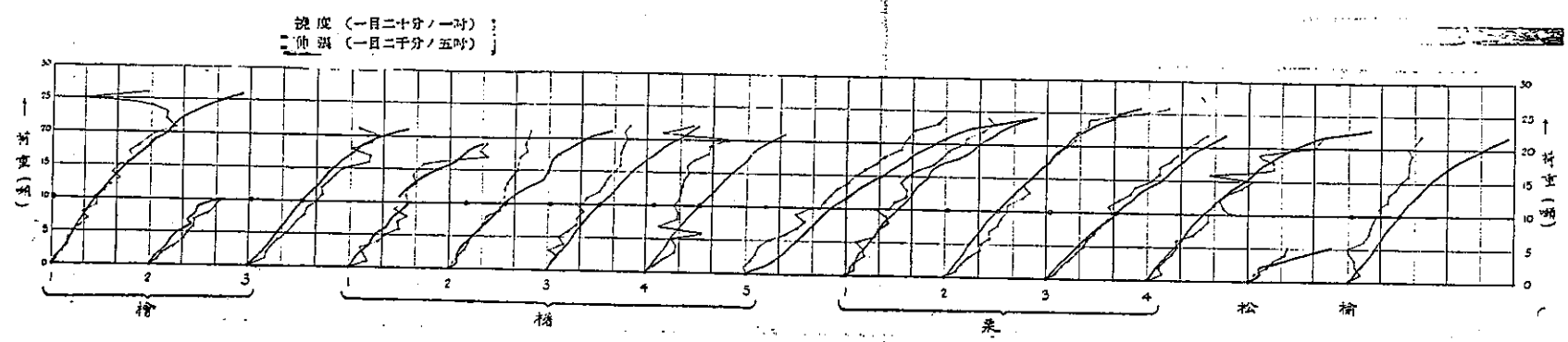
彎曲ニヨル 枕木中央部ノ撓度 實測圖表
一 新枕木徑間六呎
備考 太綱ハ撓度 細綱ハ伸張

彎曲ニヨル 枕木中央部ノ撓度 實測圖表
二 新枕木徑間六呎
備考 太綱ハ撓度 細綱ハ伸張

彎曲ニヨル 枕木中央部ノ撓度 實測圖表
三 新枕木徑間六呎
防腐劑注入 備考 太綱ハ撓度 細綱ハ伸張



彎曲ニヨル枕木中央部ノ撓度
四 新枕木 徑間五呎
備考 太線ノ撓度
細線ノ伸張



彎曲ニヨル枕木中央部ノ撓度
五 取替古枕木 徑間五呎
備考 太線ノ撓度
細線ノ伸張

日本建築学会建築研究所