

移動荷重をうける梁の過渡応力について (第3報)

長 元 亀 久 男
葉 山 益 次 郎
古 谷 嘉 志

Transient Stress of a Beam Subject to Moving Load (3rd report)

Kikuo NAGAMOTO
Masuziro HAYAMA
Yosiyuki FURUYA

Photoelastic experiments on the studies of stress which are induced by a concentrated load applying to each position of a beam as the fundamental problem, now follow the previous papers.

この問題の基礎実験として梁が静荷重をうける場合について光弾性実験を行った結果につき前報⁽¹⁾に引き続き報告したい。いま 27,272kg の荷重が図-1のようにAから移動し順次BCDEにいたるものとする。

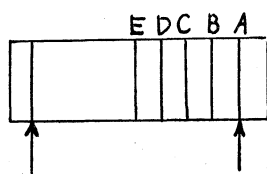


図-1

図の符号についてはAは支点でEは両支点間の中点でA E間を4等分した点をB, C, Dとする。いま例えば荷重がBにきた場合におけるB断面の応力をあらわすのにB-Bなる記号を符してあらわすことにする。同様にC断面の応力をあらわすのにB-C, D断面の応力をあらわすのにB-Dなる記号をつけてあらわし、同様に荷重がCにきた場合における各断面における応力をあらわすのにC-B, C-C, C-D, C-Eなる記号をつけてあらわし、荷重がDにきた場合における各断面における応力をあらわすのにD-B, D-C, D-D, D-Eなる記号をつけてあらわし、荷重がEにきた場合における各断面における応力をあらわすのにE-B, E-C, E-D, E-Eなる記号にてあらわすものとする。斯様なあらわし方をして各断面におけるせん断力を求めると前報にて報告したようになる。いまこれをB断面, C断面, D断面, E断面について荷重が移動するにつれての変化状態を示すと図-2, 図-3, 図-4, 図-5のような線図になる。

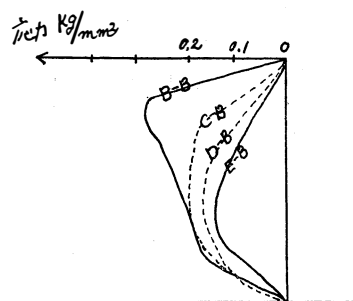


図-2 B断面

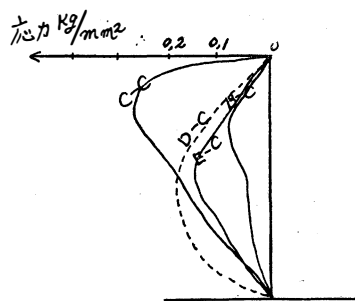


図-3 C断面

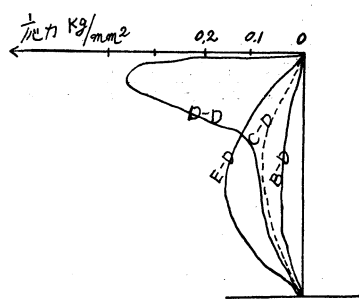


図-4 D断面

これらの線図について調べてみるに、B断面にては荷重がB CDEにある順に変化している。C断面にては荷重がCDEBにある順に変化している。D断面にては荷重がDECBにある順に変化している。荷重が移動につれて各断面ではこのような応力の繰返しをうけているのである。つぎに主応力の差($\sigma_1 - \sigma_2$)を実験から求めたものをプロットしてみることにする。荷重移動につれて変化する状態を調べてみるのに図-6を参照しA B区間の中点をI断面、BC区間の中点をII断面、CD区間の中点をIII断面、DE区間の中点をIV断面とし、EについてDと対称にある位置をD'、Cと対称にある位置をC'、Bと対称にある位置をB'とする。

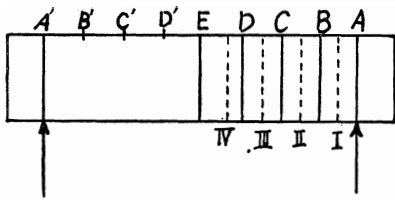


図 - 6

I断面、II断面、III断面、IV断面につき荷重がBCDE D' C' B'と移動するときの($\sigma_1 - \sigma_2$)の変化状態を示すのに、x軸は断面についての各位置を示すことにし荷重側を0として梁の深さの方向に梁の深さを10等分したものを示すことにし、y軸は($\sigma_1 - \sigma_2$)の値をkg/mm²であらわすことにして、⁽¹⁾⁽²⁾その変化状態は前報を参照して各断面についてまとめれば図-7、図-8、図-9、図-10のような結果を求め得る。

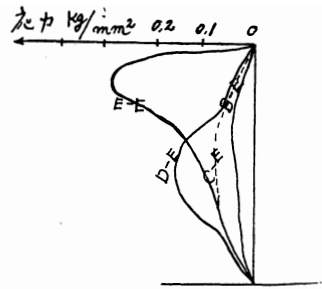


図-5 E断面

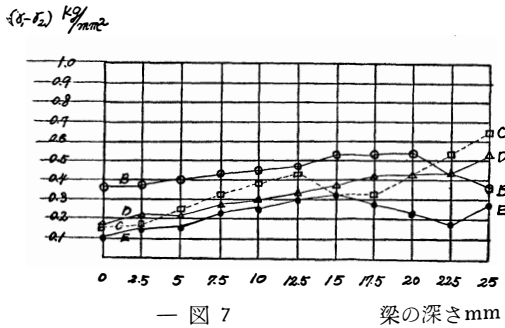


図 - 7 梁の深さmm

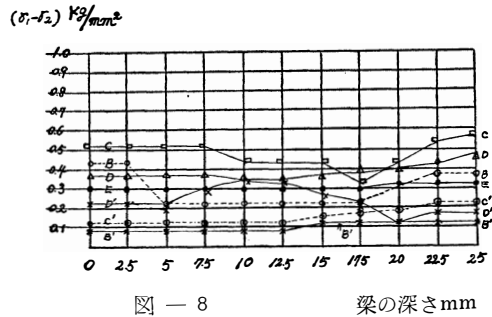


図 - 8 梁の深さmm

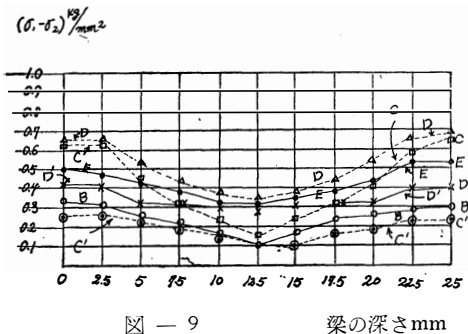


図 - 9 梁の深さmm

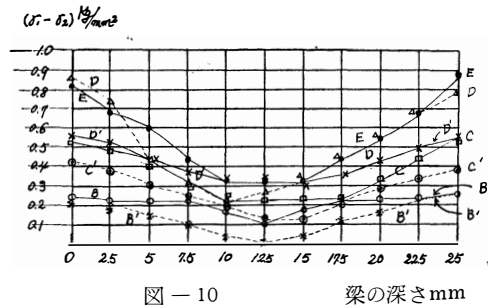


図 - 10 梁の深さmm

つぎに荷重がB, C, D, E, の位置にある場合の梁の上端面, 下端面の応力を調べてみるに、横軸に梁の各位置をあらわすことにし縦軸に応力値をとるものとすれば実験結果から図-11, 図-12, 図-13, 図-14のように求め得られる。

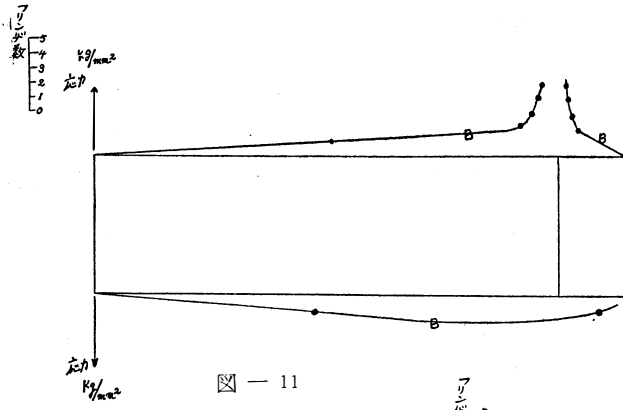


図 - 11

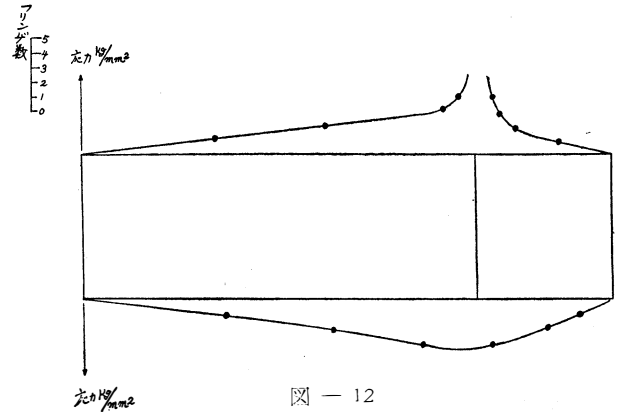


図 - 12

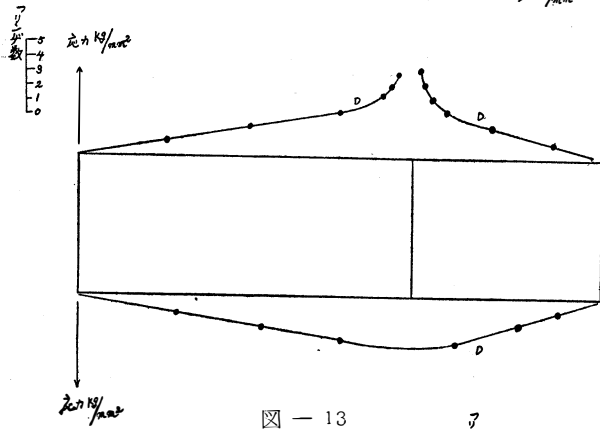


図 - 13

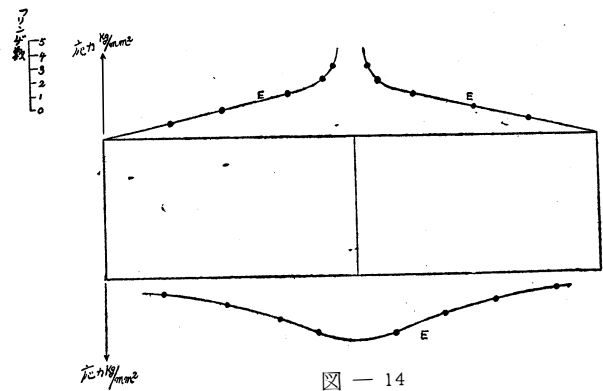
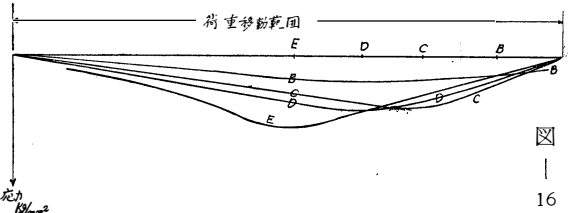
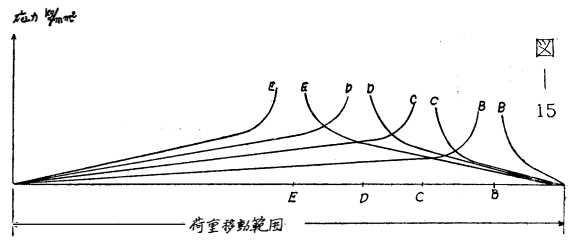


図 - 14

いま荷重が B, C, D, E, の位置に移動する場合梁の上端面下端面の応力の変化状態を調べてみるに横軸に梁の各位置をとり縦軸に応力をあらわすことにすれば、梁の上端面については図-15のように変化していることがわかる。また下端面については図-16のように変化していることがわかる。



梁の内部応力の変化については例えば荷重が E (中央) にあるとき I, II, III, IV 断面について梁の長手方向を y 軸にとり、深さの方向を x 軸にとりそれぞれ断面については σ_x, σ_y を実験結果から求めれば 図-17, 図-18, 図-19, 図-20, のように求め得られる。(3) なおこの詳細については次の機会に報告することにした。

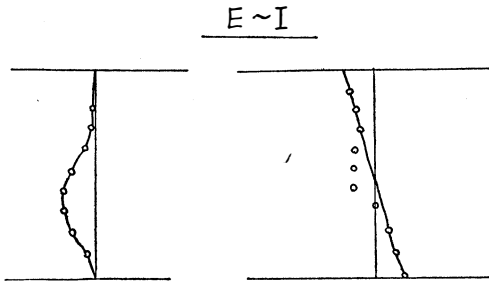


図 - 17

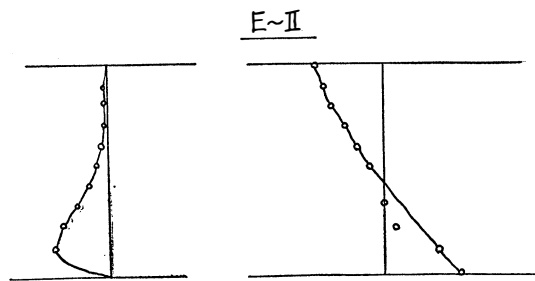


図 - 18

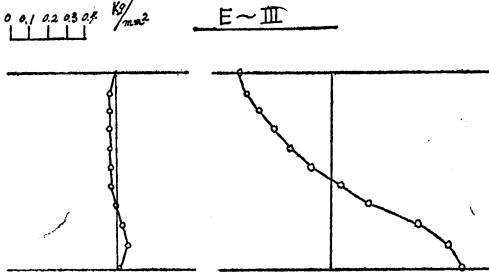


図 - 19

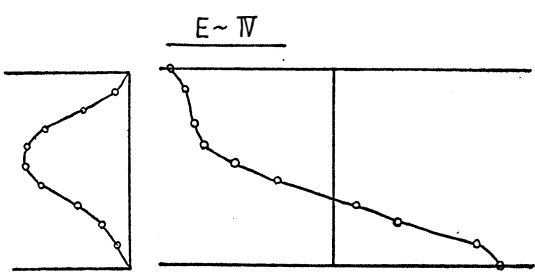


図 - 20

E--I

	$(\sigma_1 - \sigma_2)_1$	θ_1	$(\tau_{xy})_1$	$(\sigma_1 - \sigma_2)_2$	θ_2	$(\tau_{xy})_2$	$\Delta \tau_{xy}$	$(\sigma_x)_j$	$(\sigma_1 - \sigma_2)$	θ	$(\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\theta$	$(\sigma_y)_j$
1	0.13	75	0.033	0.15	75	0.037	-0.004	0.005	0.15	75	-0.13	0.135
2	0.15	60	0.065	0.17	65	0.065	0	0.01	0.15	63	-0.088	0.098
3	0.19	55	0.089	0.22	55	0.10	-0.01	0.0225	0.22	55	-0.075	0.097
4	0.22	50	0.11	0.28	50	0.14	-0.03	0.0725	0.26	50	-0.044	0.1165
5	0.28	47	0.14	0.32	47	0.16	-0.02	0.1350	0.30	47	-0.021	0.15
6	0.32	45	0.16	0.32	43	0.16	0	0.160	0.32	45	0	0.16
7	0.28	43	0.14	0.28	40	0.14	0	0.160	0.28	43	0.019	0.14
8	0.26	41	0.13	0.22	35	0.10	0.03	0.1225	0.24	40	0.041	0.08
9	0.22	35	0.1	0.15	25	0.058	0.04	0.0350	0.19	30	0.095	-0.06

E--II

	$(\sigma_1 - \sigma_2)_1$	θ_1	$(\tau_{xy})_1$	$(\sigma_1 - \sigma_2)_2$	θ_2	$(\tau_{xy})_2$	$\Delta \tau_{xy}$	$(\sigma_x)_j$	$(\sigma_1 - \sigma_2)$	θ	$(\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\theta$	$(\sigma_y)_j$
1	0.26	83	0.031	0.32	84	0.034	-0.003	0.0037	0.3	84	-0.29	0.2937
2	0.26	75	0.065	0.3	78	0.062	0.003	0.0037	0.3	75	-0.26	0.2637
3	0.26	65	0.1	0.3	70	0.096	0.004		0.3	65	-0.19	0.185
4	0.26	58	0.12	0.3	58	0.13	-0.01	0.01	0.3	58	-0.13	0.140
5	0.26	50	0.13	0.3	50	0.15	-0.02	0.0475	0.3	50	-0.05	0.0975
6	0.26	40	0.13	0.3	40	0.15	-0.02	0.0975	0.3	40	-0.05	
7	0.26	30	0.11	0.32	30	0.14	-0.03	0.16	0.3	30	0.15	0.01
8	0.26	20	0.083	0.34	20	0.11	-0.027	0.231	0.32	20	0.25	-0.02
9	0.32	10	0.054	0.39	9	0.068	-0.014	0.028	0.34	10	0.32	-0.292

E-III

	$(\sigma_1 - \sigma_2)_1$	θ_1	$(\tau_{xy})_1$	$(\sigma_1 - \sigma_2)_2$	θ_2	$(\tau_{xy})_2$	$\Delta \tau_{xy}$	$(\sigma_x)_j$	$(\sigma_1 - \sigma_2)$	θ	$(\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\theta$	$(\sigma_y)_j$
1	0.45	85	0.039	0.52	85	0.044	-0.005	0.00625	0.47	85	-0.46	0.4662
2	0.43	80	0.075	0.45	80	0.078	-0.003	0.01625	0.43	80	-0.42	0.436
3	0.39	73	0.12	0.39	74	0.12	0	0.021	0.39	74	-0.33	0.351
4	0.32	63	0.13	0.32	65	0.12	0.01	0.0085	0.32	65	-0.21	0.218
5	0.32	55	0.15	0.32	55	0.15	0	0.004	0.32	55	-0.11	0.114
6	0.37	40	0.18	0.37	40	0.19	-0.01	0.0165	0.37	40	0.063	-0.0465
7	0.39	25	0.15	0.39	20	0.13	0.02	0.009	0.39	23	0.2	-0.191
8	0.43	15	0.11	0.43	12	0.09	0.02	-0.0406	0.43	13	0.39	-0.43
9	0.54	8	0.076	0.54	7	0.055	0.011	-0.0776	0.54	8	0.52	-0.577

E~IV

	$(\sigma_1 - \sigma_2)_1$	θ_1	$(\tau_{xy})_1$	$(\sigma_1 - \sigma_2)_2$	θ_2	$(\tau_{xy})_2$	$\Delta \tau_{xy}$	$(\sigma_x)_j$	$(\sigma_1 - \sigma_2)$	θ	$(\sigma_1 - \sigma_2) \cos 2\theta$	$(\sigma_y)_j$
1	0.69	85	0.059	0.71	80	0.12	-0.061	0.075	0.69	83	-0.67	0.745
2	0.6	80	0.10	0.60	70	0.19	-0.09	0.265	0.60	76	-0.53	0.795
3	0.43	70	0.14	0.43	60	0.19	-0.05	0.440	0.43	68	-0.31	0.75
4	0.32	60	0.14	0.32	50	0.16	-0.02	0.527	0.32	60	-0.16	0.687
5	0.26	50	0.13	0.26	35	0.12	0.01	0.546	0.26	40	0.044	0.502
6	0.32	30	0.16	0.32	20	0.10	0.06	0.459	0.32	28	0.18	0.279
7	0.43	25	0.17	0.43	10	0.075	0.095	0.263	0.43	13	0.39	-0.127
8	0.54	10	0.092	0.54	7	0.065	0.027	0.135	0.54	9	0.51	-0.375
9	0.65	5	0.056	0.65	3	0.034	0.022	0.059	0.65	4	0.64	-0.781

- (1) 長元, 葉山, 古谷, 移動荷重をうける梁の過度応力について (第1報), 富山大学工学部紀要 (昭33~3)
- (2) 長元, 葉山, 古谷, 移動荷重をうける梁の過度応力について (第2報), 富山大学工学部紀要 (昭34~3)
- (3) E, G, Coker; A Treatise on Photo-Elasticity P458,