

主管内の静圧分布は(1)式から、

$$h_n = h_0 \pm \left\{ \lambda \frac{n!}{d} \cdot \frac{(n+1)(2n+1)}{6n^2} \mp 1 \right\} \frac{V_n^2}{2g} \pm \sum_{n=1}^n \zeta_n \frac{V_n^2}{2g} \cdot \frac{r}{r_{aq}} \dots \dots \begin{cases} (+)(-)(+) \text{ 分岐} \dots \dots (4) \\ (-)(+)(-) \text{ 合流} \end{cases}$$

h_0 が分れば、(4)式によつて主管内の静圧分布を求めることが出来る。

(4)式を見れば分る様に、 h_n は合流の場合は n と共に単調に減少するが、分岐では次の様な種々の場合に分れる。

(ア) $\lambda \frac{l}{d} + \zeta_n \geq 1$ ならば単調増大

(イ) $\lambda \frac{l}{d} + \zeta_n < 1$ ならば

$(\lambda \frac{l}{d} + \zeta_n)n^2 < (2n-1)$ なる区間では、単調減少

$(\lambda \frac{l}{d} + \zeta_n)n^2 = (2n-1)$ なる点で最小値

$(\lambda \frac{l}{d} + \zeta_n)n^2 > (2n-1)$ なる区間では単調増大

ζ の値は、九大水力学実験室で行われた実験結果では、 $q/Q=0.1 \sim 0.005$ で、 $R_e=1.2 \times 10^6$ に於て、

(i) 分岐の場合 q/Q が 0.1 以下、 a/A が 0.2 以下であれば、 ζ の値は 0.01 より小さく、更に a/A が 0.1 以下なるときは、 $\zeta=0$ としても大した誤差はない。

(ii) 合流の場合 a/A が 0.2 以下のとき $q/Q=0.1$ で、 ζ は 0.1 の程度であり、 q/Q が小さくなるにつれて減少し、 q/Q が 0.01 以下では 0.01 の程度となる。

(iii) R_e 数が 1 桁変化する範囲では、 R_e 数の影響は無視して差支えない。

(8-11) 五ヶ年間に現場で使用された各種セメント の物理的性質について

建設省九州地方建設局

同

渡

○水

部

島

秀

国

薬

国

(8-12) レール応力の光輝性学的研究

正員 京都大学工学部 工博 小 西 一 郎

正員 京都大学工学研究所 工博 丹 羽 義 次

員准 京都大学工学部 ○林 口 眺 万

レール断面は力学的に極めて複雑な性質をもっているので、従来その応力状態について多くの実験的研究が行われてきたが、いまだ完全に解明されていないようである。レール断面の局部応力を究明し、種々の環境及び境界条件がレール応力に及ぼす影響を明らかにするためには、三次元光弾性実験によるのが最も有利である。したがって著者等はこの方法によつて実験を行い、さきに行つた二次元光弾性実験の結果及び抵抗線歪計による実験結果と比較検討した。

三次元光弾性実験としてはエポキシ樹脂を用いて 50 kg レールの 1/3 及び 1/4 の模型を作成し、図-1, 2 の荷重状態に対する歪を凍結し、図-3 に示す位置で 2~3 mm 厚さの截片をとり、通常の光弾性縞を撮影した。いずれの場合も枕木は石膏を用いた。截片の等色線の 1 例を示せば写真-1, 2 のようであり、比較のために二次元光弾性実験によるものを写真-3 に掲げた。写真-1 はスパン支持(枕木上でレールをボルト締め)の場合の枕木上の截片、写真-2 は枕木直上荷重の場合の軸方向の中央截片である。つぎにスパン支持の場合の各断面における断面応力の軸方向分布を示せば図-4 (作用荷重 1 kg に対する値) のようである。またレール軸方向の応力分布の 1 例(スパン支持の場合)は図-5 のようである。これらの実験結果よりつぎのようなことが明らかにせられた。

(8—11) 五ヶ年間に現場で使用された各種セメントの 物 理 的 性 質 に つ い て

建設省九州地方建設局

渡 部

藁

同

○ 水

島

秀 国

1. 結 言

わが国のセメントの品質は、終戦時には焼成用石炭の不足並に炭質の劣化、其の他の悪条件にわざわざされて甚しく低下し、製造者側も、需要者側も非常に悩ませられた。1949 年頃より国内の経済も安定し、セメント品質も戦前の水準に接近し、生産も表—1 に示す如く年ごとに増加して次第に順調な恢復を示してきた。

殊に 1954 年に於ては、生産高は 10,640,319 t の新記録を樹立し、米国、ソ連、西ドイツ、イギリスに次いで世界第 5 位のセメント生産国に躍進し、近くはイギリスをも凌駕せんとする勢いにある。品質も著しく改善せられ、諸外国の好評を得て、道路 5 ヶ年計画に着手したフィリピンからの大量注文をはじめ、マレー、シンガポール、インドネシア、沖縄、朝鮮等輸出も極めて活潑な動きを見せている現況である。以下に記述することは昭和 25 年度以降昭和 29 年度の 5 ヶ年間に建設省九州地方建設局の各工事現場に於て使用されようとしたセメントの物理的性質の一端を紹介するものであつて、現場でコンクリート工事に携わる方々に何等かの参考になれば幸である。ここに掲げたセメントの中には、現場に入荷され、相当に日時の経過した後に試験を行ったものも若干あるので予め御了承を願う次第である。

表—1 1950 年以降のセメント生産高

年度	生産高 (t)	指 数 (1940 年度対比)
1940	6,074,543	100.0 %
1941	5,838,210	96.1
1942	4,356,023	71.7
1943	3,767,666	62.0
1944	2,960,150	48.7
1945	1,175,914	19.4
1946	927,140	15.3
1947	1,232,270	20.3
1948	1,842,657	30.3
1949	3,271,204	53.9
1950	4,451,104	73.3
1951	6,531,951	107.5
1952	7,095,743	116.8
1953	8,740,773	143.9
1954	10,640,319	175.2

表—2 普通ポルトランドセメントの年度別試験結果

年 度	試験 件数	比 重	粉 末 度		凝 結	
			比表面積 (cm ² /g)	(標準網フルイ 88μ 残分(%))	始 発 (時 - 分)	終 結 (時 - 分)
昭和 25 年	51	3.13 3.08~3.20		1.7 0.3~5.0	2-23 1-07~4-25	4-23 2-10~7-20
昭和 26 年	69	3.14 3.07~3.20		1.3 0.2~3.8	2-57 1-13~6-20	4-33 2-00~7-30
昭和 27 年	58	3.15 3.09~3.21		2.2 0.6~5.7	2-28 0-11~5-13	4-02 2-00~7-03
昭和 28 年	82	3.16 3.10~3.21		1.7 0.4~5.9	2-03 1-03~4-02	3-42 2-04~5-47
昭和 29 年	53	3.16 3.10~3.20	3183 2550~3760	2.5 0.5~6.1	2-02 1-04~3-05	3-41 2-13~5-16
規 格		> 3.05	> 2300	< 10	> 1	< 10

(次ページへつづく)

表-2 (つづき)

年 度	曲 げ 強 さ (kg/cm ²)			圧 縮 強 さ (kg/cm ²)		
	3 日	7 日	28 日	3 日	7 日	28 日
昭和 25 年	27.6	41.6	61.6	102	176	312
	18.5~40.8	30.3~52.9	47.7~74.9	62~185	105~297	203~392
昭和 26 年	28.4	42.1	61.5	106	185	328
	15.7~43.9	28.2~54.9	50.3~79.3	50~193	125~270	236~400
昭和 27 年	26.7	41.8	63.0	100	187	336
	13.7~42.4	32.1~52.7	49.3~74.9	59~174	129~270	227~448
昭和 28 年	26.8	44.9	65.8	96	193	347
	13.3~41.7	32.3~63.8	48.7~87.0	58~154	128~259	231~422
昭和 29 年	27.2	44.7	66.3	99	193	346
	12.9~38.5	35.3~60.3	49.9~84.2	69~137	131~273	256~450
規 格	> 12	> 25	> 36	> 45	> 90	> 200

2. 品 質 概 況

(1) 普通ポルトランドセメント

試験に供した総試料数は 382 であつて、うち普通ポルトランドセメントは 313 であつて、全体の 81.9% となつている。物理試験の結果を年度別に示すと表-2 の如くなる。

1) 比 重

比重は大した変化はないが、年々多少宛重くなつている。

2) 粉 末 度

ブレン方法による比表面積試験が 1953 年に JIS によつて規定され、以来相当数の試料について試験を行つ

表-3 早強ポルトランドセメントの年度別試験結果

年 度	試験件数	比 重	粉 末 度		凝 結	
			比表面積 (cm ² /g)	標準網フルイ 88μ 残分 (%)	始 発 (時-分)	終 結 (時-分)
昭和 25 年	4	3.11		2.7	1-18	3-38
		3.07~3.13		1.5~4.2	1-01~1-50	2-30~4-40
昭和 26 年	1	3.14		1.8	1-55	4-00
昭和 27 年	1	3.13		2.9	1-43	3-30
昭和 28 年	4	3.13		1.0	2-02	4-00
		3.11~3.14		0.6~1.6	1-49~2-10	3-37~4-23
昭和 29 年	4	3.13	4033	1.1	1-58	3-22
		3.12~3.13	3800~4160	0.2~1.9	1-20~3-03	2-45~4-11
規 格		> 3.05	> 3000	< 10	> 1	< 10

たが何れも好結果を収めている。88 μ 標準網フルイによる残分は、昭和 25 年度以来年々少なくなり、昭和 28 年度に於ては 1% 以下のものは 82 試料中 26 試料で全体の 31.7% であつたが、本年は僅か 3.7% で可成り粗くなつてきた。セメントの微粉化によつて、強度の増進も考えられるが、他に及ぼす悪影響を思う時、セメント粒子の余りに細かいことは考慮すべきことである。

3) 凝 結

凝結のうち終結時間については今迄に JIS に規定されている時間内に硬化を終わっているもので問題はない。ただ始発時間が殆ど毎年の試験に於て規格時間すれずれのものが見られ、昭和 27 年度に試験したものの中に僅か 11 分で凝結を始めたものがあつた。

4) 安 定 性

最近のセメントでは浸水、煮沸何れの方法によるも膨脹性ヒビワレ又は歪は見受けられない。

5) 強 度

曲ゲ、圧縮強サ共に甚だ強く、曲ゲ強サの如きは材令 3 日にして、JIS に規定された 28 日の強度を超過している状態である。この超過強度をそのまま工作物の中に眠らせることは非常に不経済である。一般建設工事に於て高強度を必要とする工事は極く一部分であつて、多くの場合はこれ程強度を必要としない。最近ダム工事等に於て 1 m³ 当りに使用するコンクリートのセメント量を著しく節約する等の如き話を耳にする。コンクリート工事を施行する場合には、徒らにセメント使用量を減ずる事なくこの超過強度を活用するよう設計に当つて充分研究する必要がある。

(2) 早強ポルトランドセメント

(3) 中庸熟ポルトランドセメント

(4) 高炉セメント

(5) シリカセメント

以上 4 種のセメントは使用される量は極めて僅かであつて、今迄に試験を行つたもののうち 18.1% に過ぎない。従つて資料も少なく品質の傾向を論ずる訳にはいかないが、早強ポルトランドセメント及びシリカセメントは年度別による物理的性質の変化は殆ど認められず、強度試験に於て多少づつ増進して来た事が窺われる。

間 ゲ 強 サ (kg/cm ²)				圧 縮 強 サ (kg/cm ²)			
1 日	3 日	7 日	28 日	1 日	3 日	7 日	28 日
	35.9	55.2	68.2		131	264	374
	33.1~37.9	51.0~59.4	65.6~70.4		116~140	216~299	338~400
16.6	42.6	61.9	77.6	44	170	288	397
23.4	45.3	61.5	71.2	80	183	307	406
23.1	48.9	61.6	77.7	71	188	292	406
13.3~39.9	39.6~61.9	56.1~75.5	67.7~94.8	44~123	147~215	266~333	370~423
20.6	40.8	59.2	79.8	65	181	317	422
15.5~27.5	35.2~46.8	55.5~62.2	71.8~83.5	49~83	163~198	290~340	410~440
> 10	> 25	> 40	> 60	> 40	> 90	> 180	> 280

表-4 中庸熟ポルトランドセメントの年度別試験結果

年 度	試験 件数	比 重	粉 末 度		凝 結	
			比表面積 (cm ² /g)	標準網フルイ 88 μ 残分 (%)	始 発 (時-分)	終 結 (時-分)
昭和 25 年						
昭和 26 年						
昭和 27 年						
昭和 28 年						
昭和 29 年	1	3.26		0.6	1-54	3-43
規 格		> 3.05	> 2700	< 10	> 1	< 10

表-5 高炉セメントの年度別試験結果

年 度	試験 件数	比 重	粉 末 度		凝 結	
			比表面積 (cm ² /g)	標準網フルイ 88 μ 残分 (%)	始 発 (時-分)	終 結 (時-分)
昭和 25 年	3	3.03 3.02~3.03		1.9 1.5~2.6	1-36 1-10~2-13	3-40 2-39~5-11
昭和 26 年	2	3.07 3.04~3.10		2.6 2.4~2.8	3-39 3-27~3-50	5-41 5-04~6-17
昭和 27 年	15	3.08 3.03~3.12		1.6 0.8~3.1	2-40 1-19~4-33	4-48 2-34~7-43
昭和 28 年	19	3.06 3.02~3.08		0.8 0.1~2.3	2-09 0-03~3-58	4-40 2-33~6-21
昭和 29 年	4	3.06 3.02~3.07	4010 3730~4290	1.3 0.7~1.9	2-39 1-08~4-09	4-38 3-39~6-29
規 格		> 2.85		< 8	> 1	< 10

表-6 シリカセメントの年度別試験結果

年 度	試験 件数	比 重	粉 末 度		凝 結	
			比表面積 (cm ² /g)	標準網フルイ 88 μ 残分 (%)	始 発 (時-分)	終 結 (時-分)
昭和 25 年	4	3.06 3.02~3.09		1.3 1.2~1.4	2-20 1-32~3-02	4-03 3-02~4-52
昭和 26 年	1	3.07		1.6	1-34	2-16
昭和 27 年	3	3.05 3.00~3.11		1.3 1.0~1.5	1-30 1-10~1-50	2-44 2-23~3-00
昭和 28 年	2	3.05 3.05~3.05		1.5 1.3~1.6	2-47 2-25~3-09	4-38 4-04~5-11
昭和 29 年	1	3.06	4365	1.4	2-13	4-16
規 格		> 2.75		< 8	> 1	< 10

曲 ゲ 強 サ (kg/cm ²)			圧 縮 強 サ (kg/cm ²)		
3 日	7 日	28 日	3 日	7 日	28 日
24.4	36.9	59.0	80	147	342
> 10	> 20	> 30	> 35	> 70	> 150

曲 ゲ 強 サ (kg/cm ²)			圧 縮 強 サ (kg/cm ²)		
3 日	7 日	28 日	3 日	7 日	28 日
27.6	36.7	56.3	90	145	271
26.2~28.5	36.2~37.5	55.3~57.6	84~ 96	129~157	229~310
17.2	25.8	53.4	54	101	252
14.0~20.4	25.4~26.2	50.1~56.6	41~ 66	94~108	226~278
22.8	33.1	57.8	76	133	292
16.2~29.4	24.9~44.1	48.5~75.3	44~105	96~178	214~375
23.3	34.8	57.3	76	129	264
15.8~31.0	25.1~44.1	50.0~65.9	48~102	94~164	207~316
26.9	40.4	61.4	93	153	301
23.3~31.8	34.0~46.2	56.0~64.9	79~106	121~178	290~312
> 12	> 25	> 36	> 45	> 90	> 200

曲 ゲ 強 サ (kg/cm ²)			圧 縮 強 サ (kg/cm ²)		
3 日	7 日	28 日	3 日	7 日	28 日
23.1	37.7	57.8	82	158	311
20.7~27.0	34.9~40.3	54.7~59.3	63~109	142~183	283~346
28.8	37.3	58.8	107	172	311
35.7	43.5	62.4	131	191	325
34.0~37.1	43.4~43.6	58.7~65.3	125~137	186~199	305~354
33.5	50.7	67.1	109	199	338
31.8~35.1	44.9~56.5	64.3~69.8	98~120	187~210	308~367
31.9	45.4	67.6	104	203	375
> 12	> 25	> 36	> 45	> 90	> 200

高炉セメントは粉末度試験で昭和25年度以降昭和28年度迄に、総試験件数19のうち1%以下のものが14件もあり、甚だ微粉化されていたが本年度は1件に過ぎなかつた。凝結試験では昭和28年に始発時間03分及び30分の二重凝結(凝凝結)のものがあつた。又普通ポルトランドセメントと同様に昭和25年度及び昭和29年度に試験したものに規格値すれずれの極めて不安定なものが存在した。強度試験では昭和26及び27年度に規格値以下のものが2件あつた外、何れも規格値を遙かに上廻る成績であつたが、最低値と最高値の開きは非常に大きく、昭和28年度に試験した3日圧縮強さでは最低値は最高値の1/2.1を示したものもあつた。

昭和29年度に試験したものは、昭和28年度迄に試験したものに比較して製品のムラも少なくなり、且つ前年度までのものに較べ約20%の強度の増進を示した。

3. む す び

上述の如くセメントの品質が向上したことは、一重にセメント製造に携わる方々の不斷の努力によるもので、我々は深く感謝の意を表すると共に、需要者はセメント技術発展のために一層試験に対してより以上の関心を払われるよう望んで止まない。

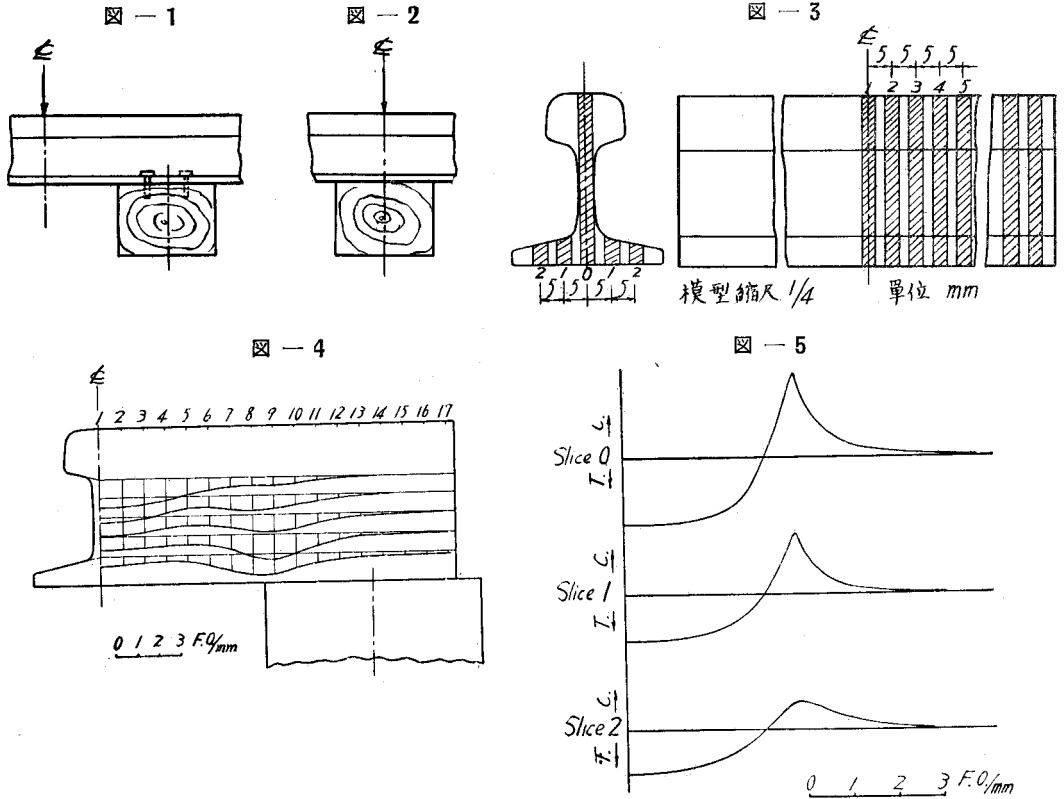


写真 - 1

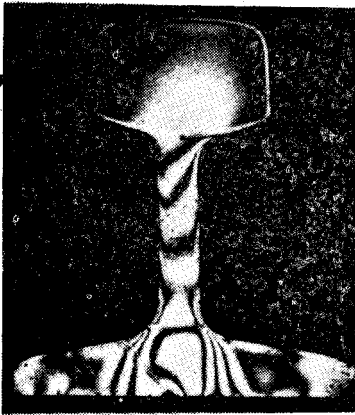
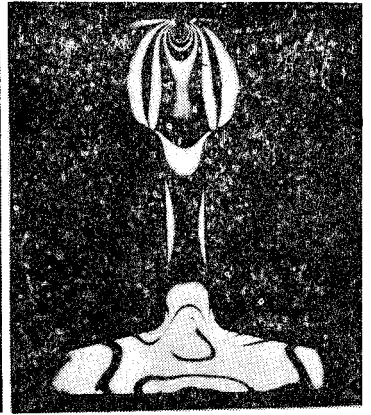


写真 - 2



写真 - 3



- (1) スパン支持の場合枕木上での支持条件により、レール応力はかなり変化するようである。
- (2) スパン支持の場合の断面応力は荷重点附近では上首部は腹部及び下首部に比してかなり応力大きい。しかしある程度離れれば各部とも同程度の応力を示し、いずれもかなり小さくなる。
- (3) 枕木で固定されたスパン支持の場合には(2)の傾向を示すとともに、枕木端近傍で断面応力は各部とも増大し、とくに下首部では大きい応力集中が認められる。
- (4) スパン支持の場合の軸方向応力についても(2)、(3)と同様の傾向が認められる。
- (5) 枕木直上载荷の場合は断面の各部応力は同程度の大きさであり、一般にスパン支持の場合よりも大きい応力を生ずる。
- (6) この場合の断面応力の軸方向分布は荷重点より一様に減少している。
- (7) 断面応力の影響範囲はスパン支持に比して枕木直上の場合の方がかなり小さい。

(3) 荷重点下のレールに生ずる応力は断面形状のいかんによつて甚しい相違を生ずるように思われる。この点に関しては二次元光弾性実験によつても明らかであり、詳細に考察されている。

上に述べたレール応力に対して、さらにレール断面と同じ断面係数をもつた基礎的な矩形断面の梁について同一の実験を行い、各種条件に対する応力性状を比較した。

今後さらに振りをうけた場合のレール応力等について研究を行い、曲げ及び振り理論を用いたレール応力の近似解法の適応性を検証したいと思つている。

(8—13) 軌道の振動並びに波状磨耗の発生について

正員 金沢大学工学部 小 野 一 良

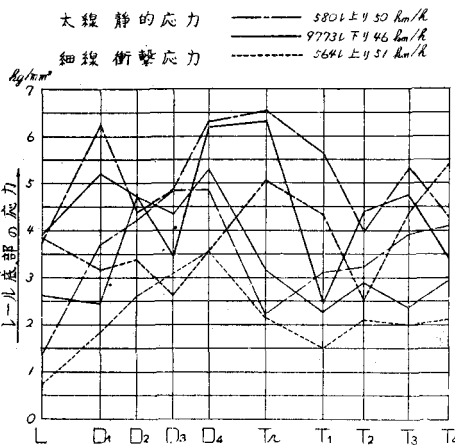
著者は土木学会論文集第24号において波状磨耗レールが受ける衝撃について測定並びに計算をした結果を述べたが、本講演においてはこれに續いて波状磨耗の発生原因について種々の考察をなした経過を述べる。

波状磨耗の発生原因については従来種々の説が行われているが、この中で軌道の振動によるとなす説を採用して軌道の振動と波状磨耗の発生との関連について研究を進めた。一般に枕木または道床に加速度計を据え付けて列車通過時の振動を測定すれば、各々の車輪通過時に大きな上下動を生ずる外にこの前後に振動数の高い多数の波が観察される。しかるにレール中間部のたわみまたは曲げ応力の測定記録にはこのような高周波は観測されない。このような高周波は枕木の曲げ振動が道床、路盤に伝播したものであると云われているが、その振動数より見て波状磨耗の周期とは一致しない。故に波状磨耗の発生原因としては別の振動を求める要がある。

車輪が継目落の甚だしいレール継目部を通過するとき軌道に生ずる上下動を理論的計算並びに実験によつて求めた結果、波状磨耗の振動数に近い振動数を発生することが判明した。列車速度がほぼ一定であれば常に同一箇所において振動による圧力が最大となり、この箇所ではレールの磨耗が速い。これが波状磨耗発生の原因と考えられる。このようにしてレール継目部の近くに波状磨耗が発生すれば車輪の上下動は益々促進され、継目より

図—1 静的応力及び衝撃応力

D 51 型機関車 1953.12.2 測定



離れた位置まで波状磨耗が伝播すると考えられる。

波状磨耗を生じたレールを各種の車輛が走行するときにレールに生ずる衝撃応力を測定した結果を図—1及び2に示す。これらの図によれば機関車及び客車は大きな衝撃応力を生じ、2軸貨車による衝撃応力は小さいことが認められる。客車においては列車速度の増加によつて衝撃応力が急に増加することが認められる。

図—2 衝撃応力

客車及び貨車

