

SHC

T-4

3260

上木十  
四木工  
業

株式會社

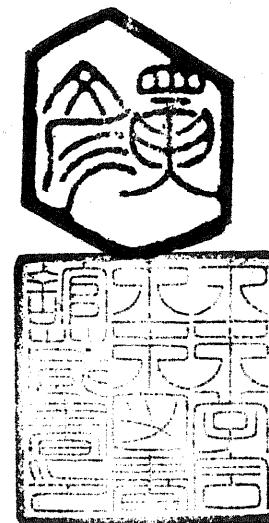
昭和 40年 7月 15日  
寄贈者 至木寅彦

名著100選図書

登録	昭和 40年 7月 15日
番号	第 3260 号
社団 法人	土木学会
附属	土木図書館

# 土木材料

藤井眞透著



東京

常磐書房版

## 目 次

總 論.....	1
1 土木材料 .....	1
2 材料學の重要性 .....	2
3 材料の分類.....	3
4 材料の性質に関する考察 .....	4
5 材料の試験及研究 .....	8
6 材料の規格、規格統一及單純化 .....	14
第一編 石 材.....	16
第一章 總 說.....	16
7 石材の特質.....	16
8 岩石學 .....	18
9 岩石の生成.....	19
10 產出の状態.....	20
(1) 火成岩 (2) 水成岩 (3) 變成岩	
11 石材の分類.....	25
第二章 採石及加工法.....	26
12 概 說 .....	26
13 採石法 .....	27
(1) 軟石 (2) 硬石 (A) 鑿溝機 (B) 發破法	
14 加工法 .....	29
第三章 岩石の組成分及其性質 .....	30
15 岩石の組成分 .....	30
(1) 化學成分 (2) 組成分 (3) 組成礦物 (4) 原生成分 と後生成分及主成分と副成分	
16 主成分としての原生成分 .....	33

(1) 石英 (2) 長石類 (3) 雲母類 (4) 角閃石類 (5) 輝 石類 (6) 橄欖石類	
17 主成分としての二次生成分	36
(1) 含水珪酸鹽類 (2) 炭酸鹽 (3) 硫酸鹽類	
<b>第四章 構造用石材の性質</b>	39
18 總 説	39
19 花崗岩類	40
(1) 節理 (2) 石目 (3) 組成成分 (4) 分類 (5) 變態 (6) 其他類似の岩石	
20 物理的性質	42
(1) 比重及吸水率 (2) その他の物理的常数 (3) 耐火 性溫度係数	
21 化學的性質	46
(1) 化學組成 (2) 機械的作用 (3) 化學作用を及ぼす 要素 (4) 變質及分解 (5) 風化せるものゝ成分 (6) 耐久性	
22 力學的性質	52
(1) 石英の強度 (2) 耐壓及抗張強度、石目の影響 (3) 彈性係数ボアソン比 (4) 抗剪強度	
23 安山岩	54
(1) 分類 (2) 物理的性質 (3) 強度	
24 砂 岩	60
(1) 分類 (2) 物理的及力學的性質	
25 凝灰岩	64
(1) 分類 (2) 物理的及力學的性質	
26 粘板岩	65
27 大理石蛇灰岩類	66
(1) 大理石 (2) 蛇灰岩 (3) 橄欖岩	
<b>第五章 骨材用石材の性質</b>	68
28 概 説	68
29 ト ラ ッ プ 岩	69

30 機械的作用に對する耐久性	69
31 各種岩石の機械的耐久性	71
(1) 花崗岩 (2) 石英閃綠岩 (3) 石英斑岩 (4) 安山岩 (5) 石英粗面岩 (6) 石灰岩 (7) 凝灰質岩 (8) 砂岩	
<b>第六章 骨材の性質</b>	79
32 概 説	79
33 碎石及碎石法	80
(1) 碎石機 (2) 鑿分裝置 (3) 粒度 (4) 寸法	
34 砂 利	85
(1) 工學的性質 (2) 採取設備 (3) 粒度	
35 砂	90
(1) 工學的性質 (2) 分類	
36 石粉及粉碎法	93
(1) 粉碎機 (2) 粒度 (3) 工學的性質	
37 鐵 淚	97
(1) 鐵鐵涙 (2) 銅鐵涙	
38 粒度の測定	99
(1) 米國篩 (2) 獨逸篩 (3) 英國篩 (4) 是等の比較 (5) 測定法	
39 粒度の性質	106
(1) 粒度率 (2) 表面積及表面率 (3) 最大密度曲線 (4) 有效徑及均等係數 (5) 粒子の形狀 (6) 含水膨脹	
<b>第七章 石材試驗法及其意義</b>	115
40 概 説	115
41 岩石學的及物理的性質	117
42 力學的性質	118
(1) 耐壓強度 (2) 抗曲強度 (3) 抗張強度 (4) 抗剪強 度 (5) 彈性係数	
43 物理的作用に對する耐久性	121

(1) 吸水率 (2) 凍結試験 (3) 耐火性	
44 化學的作用に對する耐久性	122
45 機械的作用に對する耐久性	123
46 硬度	123
(1) フーリー硬度 (2) ベウシンガーフ法 (3) 噴砂法	
47 衝撃抵抗	127
(1) 鞭性 (2) 衝撃抵抗 (3) 稜角衝撃抵抗	
48 磨損率及磨損係數	129
(1) 試料形状 (2) 隙間入圓筒 (3) 鐵球入圓筒	
(4) 寸法を異にする試料 (5) 砂利試験法 (6) 鋪石試験法	
49 締合力	133
50 可工性	133
<b>第八章 石材保存法</b>	134
51 概説	134
52 保存方法	134
53 石材ペイントの特質	135
<b>第九章 規格及市場形</b>	136
54 規格	136
(1) 構造用石材 (2) 鋪裝用石材 (3) 粒度	
55 市場形	141
<b>第十章 本邦產石材</b>	142
56 花崗岩類	142
57 安山岩及軟岩類	154
58 石灰石大理石類	154
<b>第二編 水硬性セメント</b>	155
<b>第十一章 總說</b>	155

59 緒言	155
60 セメントの示性係數	155
<b>第十二章 ポートランドセメント</b>	158
61 概説	158
62 セメントの製法	158
(1) 原料 (2) 製造法 (3) 原料配合 (4) セメントプラント	
63 セメントの化學的性質	163
(1) 製造中の化學作用及反作用 (2) 凝結硬化の際の化學變化	
64 セメントの化學成分	166
(1) 石灰分 (2) 硅酸分 (3) 黏土分 (4) 酸化鐵分	
(5) 其他の成分	
65 物理的性質	168
(1) 比重 (2) 色調 (3) 粉末程度 (4) 比熱	
66 凝結及硬化	169
67 膨脹性龜裂の有無	171
68 モルタルの強度に及ぼすセメントの影響	172
(1) 組成成分の影響 (2) 強度増進率 (3) 風化の影響	
(4) レイタンス (5) セメントガン	
69 セメントに及ぼす化學品の影響	175
(1) 酸の影響 (2) 鹽基性溶液の影響 (3) 鹽類溶液の影響 (4) 凝結促進剤 (5) 凝結遲滯剤	
70 標準規格	183
<b>第十三章 急硬性セメント</b>	184
71 概説	184
72 急硬セメント	185
73 アルミナセメント	187
<b>第十四章 其他の水硬性セメント</b>	189

74 概 説.....	189
75 ソリディチット.....	189
76 高 爐 セ メ ン ト .....	190
77 その他の水硬性セメント.....	193
<b>第十五章 石灰、天然セメント及スター類.....</b>	<b>193</b>
78 概 説.....	193
79 石 灰 .....	193
(1) 原料 (2) 煙 燒 (3) 生 石 灰 (4) 沸化作用 (5) 分 類 (6) 消 石 灰 (7) 用 途	
80 水硬性石灰 .....	200
81 天然セメント .....	200
82 マグネシアセメント其他.....	202
83 プラスター類.....	204
(1) 原 石 (3) 煙 燒 及 分 類 (4) 用 途	
<b>第十六章 セメントの混和剤.....</b>	<b>208</b>
84 鹽基性混和剤.....	208
85 硅酸性混和剤.....	209
(1) 火山灰 (2) 硅藻土 (3) 其 他	
<b>第三編 コンクリート.....</b>	<b>213</b>
<b>第十七章 総 説 .....</b>	<b>213</b>
86 緒 言.....	213
87 強度指定示方書.....	213
<b>第十八章 コンクリートの配合 .....</b>	<b>214</b>
88 概 説.....	214
89 フエレーの最小空隙説.....	215
90 フーラーの最大密度説.....	216
91 エブラムスの水比説及粒度率説.....	216

(1) 水比説 (2) 粒度率説	
92 水比説及粒度率説に基く配合設計.....	222
(1) コンクリートの所要性質 (2) 配合決定の用具 (3) 配合決定	
93 タルボットのモルタル空隙説 .....	226
94 エドワードの表面積説 .....	230
95 配合に関する諸説の比較 .....	231
96 コンクリート単位容積の所要材料量 .....	232
<b>第十九章 コンクリートの力学的性質.....</b>	<b>234</b>
97 ウツカビリチー .....	234
98 耐壓強度 .....	238
(1) 粒度率配合稠度比 (2) 試験體の形狀 (3) 材齡	
99 彈性係數 .....	241
100 抗張強度 .....	243
101 抗曲強度 .....	244
102 抗剪強度 .....	245
103 附着強度 .....	245
104 磨耗抵抗 .....	245
105 衝擊抵抗 .....	246
106 疲勞強度 .....	247
<b>第二十章 コンクリートの物理的及化學的性質 .....</b>	<b>247</b>
107 物理的性質 .....	247
(1) 比重 (2) 溫度係數 (3) 傳導率比熱	
108 水のコンクリートに及ぼす影響 .....	250
(1) 含水量の變化に伴ふ膨脹收縮 (2) 乾燥及之に伴ふ含水量の減少率 (3) 吸水及之に伴ふ膨脹率 (4) 材齡に伴ふ收縮率 (5) 透水率 (6) 含水量の強度に及ぼす影響	

109 热のコンクリートに及ぼす影響	252
(1) 加熱による温度上昇率 (2) 高熱を受けたるコンクリートの强度及弹性係数 (3) セメント凝結の際の温度上昇 (4) 温度と强度との關係	
110 混合材の影響	257
(1) 鹽化カルシウム (2) 硫黄渗透 (3) 防水剤	
<b>第二十一章 特殊コンクリート</b>	260
111 膠石	260
112 軽量コンクリート	262
(1) セルコンクリート (2) 浮石コンクリート (3) 鋸屑コンクリート (4) エロクリート (5) 火山砂利コンクリート (6) 氷コンクリート (7) 駄れコンクリート	
113 ヴァイブロリックコンクリート	263
<b>第二十二章 製造法のコンクリートの性質に及ぼす影響</b>	263
114 混合法の影響	263
(1) 機械練の特質 (2) 混合時間の影響 (3) イナンデーター (4) 中央混合所より運搬 (5) 練返しの影響 (6) 揉固め (7) 現場試験 (8) 監督の必要	
115 養生法の影響	267
<b>第四編 瀝青材料</b>	269
<b>第二十三章 総説</b>	269
116 瀝青	269
117 瀝青材料	271
118 生因及產狀	274
<b>第二十四章 石油アスファルトの製法</b>	275
119 概説	275

<b>目次</b>	
120 原油	276
121 アスファルトの製法	277
(1) 石油蒸溜 (2) アスファルト製造、直溜アスファルト、ブローンアスファルト、真空アスファルト	
<b>第二十五章 石油アスファルトの性質及之に關する試験</b>	282
122 概説	282
123 物理的性質	283
(1) 比重 (2) 溫度係数 (3) 比熱 (4) 表面張力	
124 力學的性質	286
(1) 粘性 (2) 稠度 (3) 膠着力	
125 粘度	289
(1) エングラー法 (2) レツドウッド法 (3) セイボルト法 (4) ハッチンソン法 (5) E.P.C.粘度計及ルンゲ法 (6) 浮游試験	
126 稠度	292
(1) 針度 (2) 稠度 (3) 感温性、感温比、感率	
127 延性	295
128 化學的性質	296
(1) 可溶分 $C_6H_6$ , $CCl_4$ , 石油ナフサ (2) 固形パラフィン (3) 固定炭素 (4) 其他の成分 (5) クレオソートの及ぼす影響	
129 热に對する性質	305
(1) 熔融點 (2) 蒸發減量 (3) 引火點燃燒點 (4) 凝固點	
130 ブローンアスファルト	310
<b>第二十六章 天然アスファルト類</b>	313
131 概説	313
132 トリニダットアスファルト	314
133 トリニダットアスファルトの組成	318

134 トリニダットアスファルトセメント	320
135 ロックアスファルト	320
136 其他の天然アスファルト	324
<b>第二十七章 タール</b>	<b>325</b>
137 概 説	325
138 タールの製法	326
139 タールの性質	328
(1) 比重 (2) 稠度粘度 (3) 溶出分ナフタレンフェノール遊離炭素 (4) 熔融點	
140 タール酸の天然水汚毒に及ぼす影響	333
141 タールとアスファルトとの混合物	334
<b>第二十八章 ピッチ、フラックス及カットバックアスファルト</b>	<b>335</b>
142 概 説	335
143 ピッチ類	335
144 タールピッチの應用	337
145 フラックス	338
146 フラックスドアスファルト	339
147 カットバックアスファルト	341
148 混合アスファルトの性質	341
<b>第二十九章 潤青乳剤</b>	<b>342</b>
149 概 説	342
150 乳剤の製法及乳化剤	343
151 乳剤の性質	343
(1) 物理的性質、比重、滌青分、粒子径 (2) 比粘度 (3) 膠着力 (4) 安定度 (5) 分離速度	
152 乳剤の製品	347
<b>第三十章 用途及規格</b>	<b>348</b>

153 用 途	348
154 防水用滌青材料	349
155 道路用アスファルト	351
(1) 内務省規格 (2) 米國規格 (3) 獨逸規格	
156 道路用タール	356
(1) 内務省規格 (2) 米國規格 (3) 英國規格 (4) 獨逸及佛國規格	
157 市場品の規格	361
<b>第五編 木 材</b>	<b>365</b>
<b>第三十一章 總 説</b>	<b>365</b>
158 樹 木	365
159 樹木の分類	366
160 樹木生理學	368
161 材質の構造	369
(1) 體心 (2) 邊材 (3) 心材 (4) 樹皮 (5) 年輪 (6) 材質構造、木纖維、假導管、木管、實質組織纖維、髓線、樹脂管、排列	
<b>第三十二章 木材の準備工</b>	<b>375</b>
162 概 説	375
163 挹材工	376
164 乾燥法	377
(1) 自然空氣乾燥法 (2) 人工乾燥法、熱氣法、蒸氣法	
165 品等の決定	380
(1) 缺點 (2) 成長の割合	
<b>第三十三章 木材の物理的及化學的性質</b>	<b>383</b>
166 概 説	383
167 化學的性質	384
(1) 成分 (2) 組成分 (3) その割合 (4) 酸及アルカリ	

の材質に及ぼす影響	
168 含水量の及ぼす影響	388
(1)含水分の量及その分布 (2)吸水及之に伴ふ膨脹 變形 (3)含水量の減少に伴ふ變形 (4)氣象作用の 含水量に及ぼす影響 (5)含水量の強度に及ぼす影響	
169 物理的性質	395
(1)比重真比重 (2)熱に關する性質、溫度係數、引火點 (3)傳導率 (4)色調 (5)香氣	
<b>第三十四章 木材の力學的性質</b>	400
170 概 説	400
171 強 度	401
(1)耐壓強度 (2)抗張強度 (3)抗曲強度 (4)抗剪強 度	
172 彈性係數	404
(1)纖維の三方向に對するもの (2)壓力張力彎曲力 に對するもの	
173 硬 度	404
(1)ブリネル硬度 (2)ドーリー硬度	
174 其他の性質	409
(1)衝擊抵抗 (2)割裂性 (3)撓性 (4)釘の保持力	
175 強度に及ぼす材質の影響	411
(1)比重 (2)材質の構造 (3)纖維の方向 (4)節	
176 許容應力	414
<b>第三十五章 木材試験法及その意義</b>	415
177 概 説	415
178 試材選定	416
(1)選定 (2)現場標示 (3)現場記録 (4)試験の準備 (5)試験の順序	
179 物理的性質	418
(1)比重及容積收縮率 (2)年輪に直角なる方向と平	

行なる方向との收縮率 (3)含水率	
180 力學的性質	419
(1)不動荷重による抗曲試験 (2)纖維に平行なる方 向の耐壓強度 (3)衝擊荷重による抗曲試験 (4)纖 維に直角なる方向の耐壓強度 (5)硬度 (6)纖維に 平行なる方向の抗剪強度 (7)纖維に直角方向の抗 張強度 (8)割裂試験 (9)纖維に平行なる方向の抗 張強度	
<b>第三十六章 木材の腐蝕及耐久性</b>	422
181 概 説	422
182 木材の腐朽	423
183 材質を腐朽侵蝕するもの	424
(1)菌 (2)昆蟲 (3)海蟲	
184 木材の耐久性	425
(1)樹種による耐久性 (2)木材の用法 (3)耐久性	
<b>第三十七章 木材防腐法</b>	427
185 概 説	427
186 防腐剤及その殺菌能力	428
(1)種類 (2)性質 (3)殺菌能力 (4)クレオソート規 格	
187 表面處理法	432
188 注入法	433
189 オープンタンク法	433
190 壓力タンク法	434
191 丹礬注入法	435
192 その他の防腐法	435
193 耐火塗料及耐火木材	436
(1)引火點 (2)耐火處理法 (3)耐火劑	
<b>第三十八章 防腐木材の性質</b>	439

194 防腐剤注入量	439
(1)樹種による注入量 (2)常温浸漬法 (3)圧力タンク法 (4)含水量の影響 (5)防腐剤の分布	
195 物理的性質	442
(1)吸水量 (2)膨脹率 (3)引火點	
196 化學的性質	446
(1)鐵分に及ぼす影響 (2)酸及アルカリ抵抗性	
197 力學的性質	447
198 注入剤の減少と耐久性	449
(1)蒸発による減少 (2)滲出による減少 (3)耐久性、護岸用材、枕木、電柱、鑄山用材	
<b>第三十九章 規格及市場形</b>	<b>453</b>
199 規格	453
200 市場形	463
(1)素材 (2)挽材 (3)割材	
201 北米材の規格	466
<b>第六編 煉瓦その他の粘土製品</b>	<b>472</b>
<b>第四十章 普通煉瓦</b>	<b>472</b>
202 概説	472
203 粘土	472
204 製造方法	474
(1)粘土の處理 (2)成型 (3)素地煉瓦の乾燥 (4)焼成 (5)冷却	
205 煉瓦の分類	478
206 煉瓦の大きさ	479
207 物理的性質	480
(1)色調 (2)比重 (3)吸水率 (4)溫度係数 (5)耐火性	
208 力學的性質	484

(1)耐壓強度 (2)抗曲試験 (3)抗剪試験 (4)彈性係数	
209 標準規格	486
(1)日本規格 (2)A. S. T. M. 規格	
210 煉瓦積工の性質	488
(1)煉瓦強度と同積工強度との關係 (2)モルタルの性質	
<b>第四十一章 特殊の煉瓦</b>	<b>493</b>
211 概説	493
212 鋪裝煉瓦	494
(1)原料 (2)製法 (3)形状寸法 (4)物理的性質 (5)力學的性質	
213 機械的作用に對する耐久性	497
(1)ラトラー (2)試験方法 (3)ラトラー損失 (4)損失の性質 (5)損失と他の性質との關係 (6)規格	
214 耐火煉瓦	501
215 其他の粘土煉瓦	504
(1)強灼煉瓦 (2)空洞煉瓦 (3)輕質煉瓦 (4)貼付煉瓦 (5)釉薬煉瓦	
216 石灰煉瓦	505
(1)鑄滓煉瓦 (2)砂灰煉瓦	
<b>第四十二章 其他の粘土製品</b>	<b>507</b>
217 概説	507
218 土管	507
(1)分類 (2)物理的性質	
219 力學的性質	509
(1)徑と厚 (2)荷重試験の性質	
220 規格及市場形	512
221 其他の粘土製品	518

## 附 錄

<b>1 石材類標準試験方法</b>	1
(内務省土木試験所、昭和二年十月)	
1 試料採取方法	1
2 石質試験方法	3
1 顯微鏡試験	3
2 比重及吸水試験	4
3 耐壓試験	5
4 抗張試験	5
5 抗曲試験	6
6 磨削試験	7
7 硬度試験	8
8 韌性試験	9
9 締合力試験	10
3 碎石試験方法	12
1 顯微鏡試験	12
2 比重試験	12
3 磨削試験	12
4 硬度試験	12
5 韌性試験	12
6 締合力試験	13
7 篩分試験	13
8 空隙試験(附単位容積の重量試験)	14
4 砂利試験方法	14
1 比重試験	14
2 磨削試験	15
3 締合力試験	15
4 篩分試験	16

5 空隙試験 附単位容積の重量試験	16
6 粘土及淤泥試験	16
5 砂其他の細粒材試験方法	17
1 比重試験	17
2 締合力試験	17
3 篩分試験	18
4 空隙試験 附単位容積の重量試験	19
5 粘土及淤泥試験	19
6 有機物試験	19
用語和英對照表	19
<b>2 日本ポルトランドセメント標準規格及解説</b>	21
(日本ポルトランドセメント同業会 昭和六年)	
1 製造法	21
2 試験法	22
1 比重	22
2 粉末の程度	23
3 凝結	24
4 膨脹性龜裂	26
5 強度	28
6 苦土硫酸及灼熱減量	33
7 試験用水	34
3 試料及受渡	34
1 試料	34
2 包装及重量	35
<b>3 コンクリート標準試験方法</b>	41
(土木學會コンクリート調査會 昭和六年九月)	
1 骨材篩分試験に関する標準方法	41

2 骨材注瀉試験に關する標準方法	42
3 砂の有機不純物試験に關する標準方法	43
4 骨材の単位容積重量試験に關する標準方法	43
5 ウオーカビリチー試験に關する標準方法	44
6 コンクリート抗壓強度試験に關する標準方法	45
<b>4 澆青質材料標準試験方法</b>	<b>50</b>
(内務省土木試験所 昭和二年十月)	
1 序 説	50
2 試料採取方法	50
3 比重試験	52
4 比粘度試験	55
5 浮游試験	56
6 針度試験 附感應比	58
7 延性試験	60
8 引火點試験及燃焼點試験	61
9 軟化點試験	62
10 蒸發減試験	63
11 澆青全量定量試験 附無機物及有機物定量試験	65
12 石油ナフサ可溶性澁青定量試験	67
13 四塩化炭素可溶性澁青定量試験	68
14 固形パラフィン定量試験	68
用語和英對照表	70

—(目次終)—

## 總論

### § 1 土木材料

土木材料は土木構造物を造成する總てのものを稱し、その材料の性質を補正する爲に之に添加して用ふるもの、即物理的に耐火耐水性を附與し、化學的に性質の時間的保有性を増大せしめ、機械的に強度を増加せしむるもの、更に之に及ぼす外力の影響を輕減するに用ふるもの、及是等により改良されたる總ての材料を包含す。

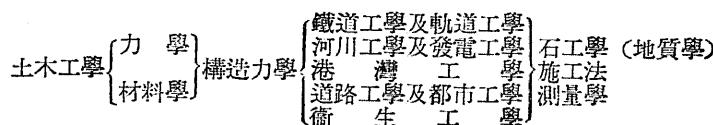
土木構造物は荷重を受けて應力を生ずると同時に常に氣象作用の影響を受けて變形を強制さること極めて大であり、他の一般工學的構造物と異り複雜性を有する點が特質である。

構造物に用ふる材料は總てフツクの彈性法則に従ふものと考へ、之に關する性質と材料固有の性質とを研究し、進んで物理的及化學的に是等の諸性質の基因を闡明しなくてはならぬ。

然るに材料の破壊する場合は已に彈性限界を超えてゐるが故に、かゝる場合の性質を理論的に解決するは現代に於ける力學の困難とする所であつて、之を實驗的に測定しその結果に基きて進んでその工學的性質を研究しなくてはならぬ、茲に土木材料學としての領域があり目的がある。

構造物は總て力學に基きて之を設計し、材料學に基きてその必要とする性質を具備する材料を求め、更に材料固有の性質に基き之に作用する外力及氣象作用の及ぼす影響を求め、以て構造物としての合理的設計を完ふしなくてはならぬ。

斯の如く力學と材料學とは土木工學の二大基礎學科であつて、極めて重要な位置を占め、その他の學科は何れも是等の應用方面としての位置を占めてゐる、今是等の大系を考ふれば次の如きものである。



土木材料は古來極めて種類多く、あらゆる種類のものが用ひられ古くは主として天然資源のもの多く、石材、木材、粘土の如きものがその大部分であつたが、文化の發達と科學の進歩により構造物の種類及工法極めて複雑となり、材料も工業の發達に伴ひ益々多岐多様に亘り、幾多の人工材料と共に天然材料もその不適當とする性質の改良が行はれ、殊に近年化學工業の異常なる發達に伴ひその主及び副産物が提供され、その發達は日進月歩の勢にある。従つて適所に適材を使用する爲にその性質を明かに知り、構造物に充分なる強度と耐久性を與ふるは極めて緊要にして、構造物施工の基礎をなすものであり現代技術家の責任である。

## § 2 材料の重要性

構造物設計及施工に當り、材料に関する知識は極めて重要である、設計に當り先づ地形測量を了り構造物の選定をなす場合は外力の決定と靜荷重の假定を行ひ始めて應力の計算を行ひ得べく、次に材料の所要強度の決定を行ひて各部材の寸法を決定し得べく、同時に材料の基本的性質を知り之に應する設計を行つて始めて製圖及施工の順序鄭重度を示すべき示方書を作り豫算作成が出来る。

施工に當りては準備工地形工と同時に材料の集成が必要であり、得たる材料が所要強度を有するか否かの試験又は判断が出來て始めて施工に着手し検査を了りて完了する。

斯の如く設計の第一歩は力學的計算と材料の選定に始り、施工の第一歩は材料の決定購入及試験に始り、材料に関する知識は極めて重要な位置を占むるものである。

更に土木構造物の工事費を材料費と工費雜費に分ちて考ふれば、一般に材料費は總工事費の 50 ~ 90 % を占め、常に労力費に比し極めて大である、主として道路工事費に就て考ふるも第1表に示すが如くである。

工事の種類	材料費と工費との割合			備考
	材料費%	工費%	雜費%	
中央混合所コンクリート工	84.3	7.6	8.1	11.1 混合所より運搬距離 3 km
	78.6	7.1	14.3	同 6 km
	73.6	6.7	19.6	同 10 km
基層コンクリート工	83.9	10.6	5.5	7.9
	61.8	25.5	12.7	2.43 コンクリートペーパー使用
基層マカダム工	68.0	25.0	7.0	2.72 S式コンクリート混合機使用
	87.6	6.1	7.4	14.3
方塊鋪装 木塊	84.7	7.8	7.4	10.9
	82.4	10.0	7.6	8.24
瀝青コンクリート鋪装	66.7	17.2	16.1	3.88
シートアスファルト鋪装	70.6	18.1	11.3	3.90
	77.8	20.0	2.2	3.90
ソリヂチット コンクリート舗装	72.4	21.2	6.4	3.41
コンクリート版 鋪装	57.6	35.2	8.1	1.64
擁壁工	62.6	37.4	—	1.68 以下著者の施工せるものにつき實例を擧ぐ
排水管埋設工	56.4	43.6	—	1.30
鐵筋コンクリート函渠工	57.6	42.4	—	1.36
鐵筋コンクリート桁	58.5	41.5	—	1.41

之により見れば工費の%大なる工事は一般に施工の困難なるか若くは職工の熟練性により結果の影響を受くること大なるもの、即工事の確實性の少きものを意味し、材料費の%大なるものは施工確實性の大なるを意味す、近年科學の進歩と技術の向上に伴ひ、材料の選定、機械力の應用は材料費の%を増大せしめつゝあるの趨勢にある。

## § 3 材料の分類

目的、用途及給源等により分類すれば次の如くである。

### (1) 目的による分類

- a. 構造物の主體として用ふるもの
- b. 耐久性を増大するもの
- c. 外力の影響を軽減するもの
- d. 外力の作用に抵抗せしむるもの
- e. 装飾を主とするもの

### (2) 用途による分類

- a. 主體材料 構造物の主體を形成し主として强度を必要とするもの
- (1) 石材類 (2) セメント類 (3) モルタル及コンクリート  
 (4) 潤滑材料 (5) 木材類 (6) 粘土製品  
 (7) 金屬材料
- b. 副材料 主體材料に添加又は附加して保存、補作用、裝飾用として目的を有するもの
- (3) 給源による分類
- a. 天然材料 b. 人工材料

然し是等の分類は多くは便宜的であつて、殊に用途による分類の如きは主體材

第2表

土木工事に使用する材料の數量

種別	数量	價格
セメント	12,000,000 桶	60,000,000 圓
石材	270,000 m <sup>3</sup>	15,000,000 //
砂利及砂	18,000,000 //	50,000,000 //
煉瓦	200,000,000 盒	4,000,000 //
アスファルト	40,000 ton	2,400,000 //
タール	1,000 //	20,000 //
木材	216,000 m <sup>3</sup>	8,000,000 //
鐵材	300,000 ton	30,000,000 //
計		169,420,000 //

料も時として副材料として用ひられ、副材料も時として主體材料として用ひらるゝものである。

是等の材料は、構造物及その附帶工に用ひらるるがその使用量は材料の種類により異り、その正確なる數値は年により消長變化ありて知り難きも大凡の數量は第2表の如し。

#### § 4 材料の性質に関する考察

土木材料としては工學的性質と經濟的條件を具備するものたるを要し、その何れを缺くも土木材料として使用價値を有しない。

**A. 工學的性質** 土木材料の工學的性質はその使用目的に對應する性質と耐久性とが重要なものであるが、一般的にその性質を考究すれば次の如く大別して考へる。

(1) 絶對的條件 此條件を備へなければその他の性質が如何に優秀なるものも全然使用價値を有しないものである、そのうちに二ある。

(a) 基本的性質 材料の工學的性質中で絶對的基本性質である、例へばポートランドセメントの膨脹性龜裂の發生性の如きもので强度その他の性質が満足するものも凝結硬化後龜裂を生ずるものゝ如きは何等の使用價値を有しない、繫船岸壁又は街路緣石階段隅縁に使用するものゝ如き大なる衝撃を受くる部分の材料は他の性質よりも特に衝撃抵抗大なる性質を基本として考ふるが如きものである。

(b) 可工性 (Workability) 材料の基本的性質を備ふると同時に工事に使用し得べき性質を具備しなくてはならぬ、セメントでは水と混じて直に凝結するものは一般に用ひられない、水と混じて一定時間の後に凝結すべき性質が必要である、即セメントの凝結時間は可工性の條件である、花崗岩が石目を有しトラップ岩石が石目なく加工の困難なる如き性質はそれらの使用價値に影響を及ぼすものであつて之をも可工性と稱した。

(2) 第一義條件 絶對的條件は必須のものであるが第一義的條件は必須のものでなく比較的の條件である、强度、耐久性の如きもの之である、一般土木材料は殆ど絶對的條件を満足するものとして考ふるが故に此第一義的條件が重視せらるゝに至る、强度は決して絶對的條件でない、標準規格に則して考ふる場合は絶對的であるが一般には然りと云へない、セメントの如き強度大なるものを優れりとするも規格に合格し得ざる弱い强度のものも絶對的條件を満足するものは使用價値がある。

耐久性は機械的に磨耗抵抗疲労强度あり、物理的に吸水性、化學的に酸アルカリに對する抵抗性あり、何れもその必要とする外的作用に對する材質の時間的保有性が第一義的條件の一である。

(3) 第二義的性質 材料固有の物理的性質を云ふもので、絶對的及第一義的條件が満足すればその使用價値は充分であるが、之はその材料の固有なる性質に基いて設計を左右するを要するが如き性質である、溫度係數、比熱、傳導率の如きもので、材料を使用するに當り膨脹又は收縮縫目を設くる等の如きは此第二義的性質にもとづくものである。

(4) 総括的概念を與ふる性質 (General idea) 材料の性質に對して總括的判断を與へ得るもの及絕對的と第一義的條件を左右し得る要素を稱する、是等は決して必須のものでなく單に相關的關係にあるものである。

比重の如き、若くはセメントの粉末程度、灼熱減量、苦土分の如き何れも強度又は膨脹性龜裂の要因となるものゝ如きを云ふ。

**B. 経済的條件** 材料は如何に工學的性質の優秀なるものも經濟的條件の缺くるものは使用價値がない、經濟的條件は次の如きものがある。

(1) 供給資源の豊富なるもの

(2) 價額の比較的低廉なるもの

(3) 取扱の容易なるもの

是等の工學的性質と經濟的條件とより、その適否を判断し取捨を決定するは施工技術家にとりて重要な責務である。

材料の工學的性質を斯の如く大別してその重要性を考ふるが、その研究には力學的、物理的及化學的の三方面より之を考へる。材料の種類及その性状により適當なる方面より研究を進むべく、その研究の要領を述ぶれば次の如し。

(1) 材料の組成及組織 土木材料の基本性質としての強度及耐久性の要素としての組成及組織は化學及物理學より求める。

(2) 力學的方面 強度、耐久性、可工性を決定するものであるが、その力學的性質の基因を明かにしその變化の範圍を知るは極めて必要である、破壊は豫定強度の減少した場合に起るものは耐久性の問題であるが、如何なる材料も完全に均質のものはない而して破壊は常に最も強度の小なる部分に於て起るから平均強度と同様にその強度變化の範囲を定むるを必要とする、土壓の計算に於て  $\phi$  を定めて如何に合理的に擁壁を設計してもその  $\phi$  の變化の範囲を限定する工法を施されば之が變化した場合に遂に破壊する事あるが如きと同様である。

(3) 物理的方面 力學的性質の要素としての物理的性質及第二義的性質を研究する。

(4) 化學的方面 化學的性質及化學作用に對する抵抗性をその化學變化に就

て研究するものでその性状の變化は已に物理的現象である。

(5) 用途 工學的性質により用途が決定する、構造物に用ふるものは強度と耐久性を必要とし不斷の磨耗を受くるもの又は露出して使用さるゝものは機械的磨耗抵抗又は物理的氣象作用に對抗し得る性質を必要とし、耐火性のものは引火點高きを要し且感溫比小なるを要する等の如し。

(6) 取扱及保存工 工學的性質とその用途に應じ外觀を快美ならしむる工法及耐久性を増進せしむる工法の研究は極めて重要にして、木材に對する乾燥、防腐工法の如きものである。

(7) 試験及検査 使用すべき材料の見本及購入すべき材料につきて形狀、寸法工學的性質の試験及検査を行ふはその適否を決定する基礎である、試験はその材料固有の性質に立脚して適當なる方法を定め規格を定めなければならぬ、規格は構造物の目的用途及計算の許さるゝ程度に於て適當に定むべく、然らざれば徒に不合格品を多く生じ價格は高くなり納入期限は遅れ工事の進捗を害する事が少くない、是等の判断は技術家が高き見地に立ちて遠觀し、計算、圖面、示方書、豫算はよく平衡を保たしめ、決して慣習又は特定工事の經驗に縛られざる様にしなくてはならぬ。

(8) 供給の資源 天然材料又は殆ど加工を要しないものはその產地を廣く知る事が必要である、同一名稱のものも性質を異にするもの多く、尙購入の際は產地、產額、運搬方法を詳しく述べて調査するを要する、之は施工に當り極めて重要であつて、近い距離にある材料を知らずして遠距離より運搬するが如きは極めて不經濟であり、之に反して順調なる工事の進捗を助けむ爲にその產額と搬出法を知らないで、近距離の材料を契約して却つて高價且不便なる失敗に陥る場合もある。

人工材料はその製法を知らずしては工學的性質の試験の完きを得ない、殊に特別のものはその必要とする特質を指示してその製造を要求する場合もある。

(9) 市場形 規模大なる施工の場合は、特殊の材料に形狀、寸法を指示する事あるが、一般には市場に供給さるゝ形狀及寸法を知りその價格を調査するは經濟的設計をなすに當り最も緊要の事である。

本編に於ては之ら材料の性質を記述するに當り Materials of Construction の方面でなく、主として Materials for Construction の方面からするつもりである。

### § 5 材料の試験及研究

近年科學の進歩に伴ひ力學的及經濟的方面よりの合理的設計及施工の要求著しく現れ、従つて材料の性質及用法に關する研究の必要が認められ、各國共に之に關する研究及試験機關が設け、更に之に關する學會、協會、委員會等の設立を見るに至り、科學と技術の進歩に貢献しつゝある趨勢にある。

土木材料は國土的にまた地方的にその種類及量を異にするから各國の研究は各々その特質を有する方面に特殊の發達を見るが、更に之を世界的に互に連絡を行つて研究に資する爲に國際的の會合も設けらるゝに至つた、今是等の機關を述ぶれば次の如きものがある。

(1) 國際材料試験協會 International Association for the Testing of Materials (IATM) 本會は 1884 年の Bauschinger Conference が起源をなし 1895 年 International Society for Testing Materials の創立となり、更に 1927 年 New International Society の名稱で創設されたが 1932 年 3 月改めて現在の名稱となつた。

材料試験に關する國際的協力並に意見、經驗及び知識の交換を爲すもので毎年常置委員會と 3 乃至 5 年毎に總會を行つてゐる。

本會は四分科に分け A. 金屬材料 B. 非金屬無機質材料 C. 有機質材料 D. 一般材料である。最近の總會は 1931 年 9 月 Zarich 市で開かれて論文の發表があつた。

各國に於ける研究機關は 1 は Materials for Construction の方面より一般的に材料の特性用法を研究し 1 は Materials of Construction の方面より特殊構造物に對する材料に就て研究してゐる。

### (2) 米國

國立規格標準局 National Bureau of Standards, Washington D. C

米國材料試験協會 American Society for Testing Materials (A.S.T.M.)

### Philadelphia

米國ポートランドセメント協會 American Portland Cement Association, Chicago

米國アスファルト學會 American Asphalt Institute (A.A.I), New York

砂、砂利協會 National Sand and Gravel Association

碎石協會 National Crushed Stone Association

鋪裝煉瓦製造者協會 National Paving Brick Manufacturers Association

米國化粧煉瓦協會 American Face Brick Association

石灰協會 National Lime Association

木材保存業協會 American Wood Preservers Association

米國ゴム協會 American Rubber Association

米國コンクリート學會 American Concrete Institute

各大學は皆相當の設備を有する研究試験所を有し Massachusette institute of polytechnology, Lewis, Illinois, Purdue, Iowa, California, Michigan, Oklahoma, Wisconsin, John Hopkins みな然りである。

各州 (State) は何れも完備せる試験所を有し主として道路材料につきて政府の Bureau of Public Road の Arlington Experimental farm 及その支所 11 箇所と協力して工事及材料の試験を行つてゐる。

鐵道に關しては各主要鐵道會社が大なる試験設備を有し殊に Pennsylvania Railroad Co の Altona の new physical and chemical Laboratory は完備せるものをもつてゐる。

### (3) 英國

國立理學試験所 National Physical Laboratory at Teddington.

Experimental station, Ministry of Transport, Harmondsworth.

Henry Faija and Co. Westminster,

R. H. Harry Stanger, Westminster.

Laboratory at City and Guild Engineering College, London  
British road tar Association.

British asphalt road association.  
 Limmer and Trinidad lake asphalt Co. Laboratory, London.  
 British portland Cement Association.  
 Road Emulsion and Cold bitumens road association.  
 British Cold asphalt ltd, Loboratory.

## (4) 佛國及ベルギー

Ministere des Travaux publics, Ecole nationale des ponts et chanssees.  
 Ministere de l'instruction publique et des Beaux-arts. Conservatoire nationale des Arts et metiers.  
 Le Laboratoire d' Hydraulique de Beauvert. Grenoble.  
 freundliche Vermittlung des Herrn ing Candlot Paris.

## (5) ドイツ

staatliche materialprufungsamt, Berlin-Dahlem.  
 Material prufungsanstalt an der Technische Hochschule, Stuttgart.  
 Bautechnisches Laboratorium der Techinischen Hochschule, Munchen  
 Laboratoium des Verins Deutscher portland Cement-Fabrikaten, Berlin karlshorst.  
 die sachsische mechanisch-technische Versuchungsanstalt. Dresden.

## (6) 日本

我國に於ても各帝國大學、高等工業學校に相當の試験研究設備を有し、内務省に土木試験所、鐵道省に官房研究所、商工省工業試験所も各特質を有する試験設備を有し主要府縣市にも試験所を有するものあり、更に南滿洲鐵道株式會社理學試験所、臺灣總督府技術試験所等あり。尙理化學研究所、航空研究所、地震研究所、

船舶研究所金屬研究所、淺野セメント中央研究所に於ても試験研究設備を有し、貴重なる研究試験の結果を發表してゐる。  
 材料の研究試験の結果は定期若くは不定期に各發表されて居るが今その主なるもの一般的のもの及各種の部門を包含するものを擧ぐれば次の如し。

内務省土木試験所報告 理化學航空地震金屬船舶各研究所報告彙報

鐵道省官房研究所業務研究資料 理學及技術試験所報告

商工省工業試験所報告 東京大阪市及林業試験所報告

土木工事としての各種の構造物の設計構造及材料に關して各國で發表されてゐる主なるものを擧ぐれば次の如し。

## (1) 米國

1. American Society for Testing Materials.  
 Tentative Standard. Ditto Standard. proceedings.
2. Bulleton of American Railway Engineering Association.
3. Bulleton of The Seismological Society of America.
4. Bureau of standard. Journal of Research.
5. Chemical Abstracts.
6. Chemical & Metallurgical Engineering.
7. Civil Engineering.
8. Concrete
9. Economic geology.
10. Engineering & Contracting.
11. Engineering News-Record.
12. Good Roads.
13. Industrial & Engineering chemistry.
14. Journal of geology.
15. Proceedings of the American Society for Testing Material.
16. Proceedings of the American Society of Civil Engineering.

17. Proceedings of the American Concrete Institute.
18. Proceedings of the American Society for Municipal Improvement.
19. Proceedings of the American wood-preservers' Association.
20. Proceedings of the annual Meeting of the Highway Research Board.  
(Division of Eng'g & Industrial Research, National Research council, was-  
hington)
21. Public Roads.
22. Road & Streets.
23. Rock products.
24. Soil science.
25. Engineering Journal.
26. Electric railway journal.
27. Railway age.
28. Timberman.

## (2) 英 國

1. Concrete & constructional Engineering.
2. Dock & Harbour Authority.
3. Engineering
4. Journal of scientific Instrument.
5. Minute of proceedings of the Instrument of civil Engineering.
6. Mechanical World & Engineering Record.
7. Philosophical Magazine.
8. Proceedings of the Royal Society of London.
9. Road & Road Construction.
10. Science Abstracts. (Section A)
11. Railway Engineer.
12. India rubber journal.

## (3) 獨 逸

1. Asphalt und Teerstrassenbautechnik,
2. Bau ingenieur.
3. Bau technik.
4. Beton und Eisen.
5. Beton Strasse
6. Gas und Wasserfach.
7. Ingenieur Archiv.
8. Mitteilungen der Deutschen Materialprüfungsanstalten mit ihren Sonde-  
rheften.
9. Physikalische Zeitschrift.
10. Strassenbau.
11. Verkehrstechnik.
12. Wasserkraft und wasserwirtschaft.
13. Zeitschrift für angewandte Mathematik und Mechanik.
14. Zeitschrift für Instrumentenkunde.
15. Zeitshrift für technische physik.
16. Zeitshrift für angewandte chemie (Teil A)
17. Zeitshrift für praktische geologie.
18. Zeitshrift des vereines Deutscher Inginieure. (V. D. I)
19. Zement
20. Zentralblatt der Bauverwaltung.
21. Die strasse
22. Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens.

## (4) 佛 國

1. Annales des ponts et Chaussées. (Partie technique)
2. Comptes rendus hebdomadiers der seances de l'academie des Sciences.

3. Constructure de ciment arme.
4. Genie Civil.
5. Houille Blanche.
6. Revue generale des routes et de la circulation routiere.
7. Revue general des chemins de fer et des tramways.

#### (5) 白國

Annales des Travaux publics de belgique.

#### (6) 伊國

1. Annali dei Lavori pubblici.
2. L'Energia Elettrica.

#### (7) 奥國

Zeitschrift des osterreichischen Ingenieur-und Architekten vereines. (O. I. A. V.)

#### (8) 瑞國

Schweizerische Bauzeitung.

### § 6 材料の規格、規格統一及單純化

工業品にして土木、建築、機械、車輛、器具等に屬する材料のうち同一用途に供するものの品質、形狀、寸法が多岐多様に亘つて居ると生産販賣及使用に當りて、その材料と時間との無駄多く、經濟上の損失は測り知るべからざるものがある。もし之らの規格を統一し品質形狀寸法等の些少なる差異あるものを要求するを避け得れば、同種のものを多量に生産する事となり。その結果生産費低下し製品の品質は向上し取引は大量で却つて簡単となり、貯藏する場合も品種の減少により容易となり資金の利用率高まり是等の經濟上の利益も甚だ大となり、更に製品の交換性も増すから有事の際に一地方の在庫又は不用品を他地方に融通し得、或は急速に工場を擴張する場合も便であり、尙社會的にも製品の市況活潑ならざる時期にも應急品豫備品の製造をなし得るが故に勞働の連續性を増大ならしむるものである。

斯くの如く規格統一は商工業上の利益甚大にして同時に製品の品質向上の利益を擧げ得るを以て、歐米の如き工業品の需要多く多量生産をなす國は夙に之が發達を企圖し、歐洲大戰に刺戟せられて一層促進せられ英米獨佛を始め20國は中央機關を設けて孜々として調査を行ひ殊に獨逸の如きはその工業復興に對する緊急施設事項として官民一致して調査規格統一及決定せる規格の實行普及に良好なる成績を擧げつゝある。

規格の決定は學理と實際とに鑑み、生産者、販賣者及使用者の利害の調和を圖る事が必要であつて、學理に基盤を置くは勿論であるが研究問題でなく實際問題であるから、科學的のみでなく更に廣き範圍に亘りて合理的でなくてはならない。

我國は日本工業品規格統一委員會を1921年4月21日設立し各國の中央機關と連絡して事業の促進を計り、決定せるものは日本標準規格 (J. E. S.) として發表してゐる。

工業品の單純化は1921年米國フーバー商務卿が大戰直後聯合工業會の會長として作つた工業冗費研究會の報告を基とし大戰後の不景氣打解の方法として工業製品の型式を限定し、不必要なる裝飾を除き雜費を節約し生産費を低下する目的を以て商務省規格局に工業製品單純化課を設け製品の種類形狀寸法にして實際使用上の必要を越えたるものを省きその單純化を計つたのに始まつた。

規格の決定と製品の單純化は何れもその結果は同一であつて後者は前者の一部に過ぎない。即單純化は現在使用品の構成部分の形形寸法のみを考へ生産者及使用者とが互に妥協して決定し、規格統一は科學的工學的研究を行ひ適當の品質形狀寸法及試験方法を決定するもので時日を要する事遙に後者より大である。

我國に於ては土木材料に關する規格は規格統一委員會第一部の金屬材料及第二部金屬以外の材料に於て之を決定し、而して主として土木に關するものはA、運輸に關するものはE、鐵材料G、非鐵金屬H、化學製品K、木材はO字を以て冠して發表してゐる。