

土木構造物はその多くが公共構造物である。種類も多岐にわたり、道路、鉄道、港湾、河川などがその代表例である。構造物にはその用途に応じてさまざまな性能が要求される。どのような構造物においても、まずは、想定される外力等の作用に対して、十分な安全性を有することが求められることはいうまでもないであろう。土木構造物は、数十年から場合によっては数百年という長期にわたって利用されるものであるため、耐久性が求められることも明らかである。また、周囲の景観を損なわないことや快適に利用できることなども必要である。そうした要求性能を満足すべく、設計において使用材料の選択、構造諸元の決定が行われる。適切な材料の選択は、所要の性能を有する構造物を実現するためにきわめて重要である。材料を適材適所に利用するためには、各種土木材料の特性に関する十分な知識が必要である。多くの場合、JIS等に規定された材料を使用することが求められることから、材料規格に関する知識も必要であろう。

以上のような背景から、多くの高専・大学の建設系学科あるいはコースにおいて、材料に関する講義が行われている。著者の一人も学部2年生を対象とした「建設材料学」（以前は「土木材料学」という名称であった）の講義を担当している。本書はその講義ノートをベースとし、15回の講義で全体を学習できるよう取りまとめたものである。

近年、工学分野ではさまざまな新材料が開発され、それらの土木構造物への適用も検討されている。こうした材料も含めれば、土木材料には多種多様なものが存在することになるが、本書では、これまでに発行されている「土木材

料」に関するテキストと同様に、使用頻度の高い材料、すなわち、コンクリート、鉄鋼、高分子材料、^{れきせい}瀝青材料および木材のみを取り上げた。1章で土木構造物の種類と使用材料、材料について知ることの重要性、材料の規格、必要とされる性質とその確認方法などについて説明し、以降の章で材料ごとに解説している。2章「コンクリート」を奥松が執筆し、それ以外を中村が執筆した。コンクリートと鉄鋼は、現在、最も多く土木構造物に用いられる材料であるため、その記述には他の材料に比べて多くの紙面を割いている。章末には、それぞれのリサイクル状況についても記した。担当著者の専門性から、鉄鋼に関する記述は他の「土木材料学」のテキストに比べ、かなり詳しくなっている。

著者らの専門が材料そのものではなく構造であることから、執筆に際しては多くのテキスト等を参考にさせていただいた。いくつかの図、写真については転載もさせていただいた。それらは本文中に明示するか、巻末の引用・参考文献にリストアップしている。

執筆時には、できるだけ読みやすいテキストとなるよう簡潔な解説を心掛けたが、その意図が十分に達成されたか否かは読者の判断にお任せしたい。また、内容について、誤りや最新情報の抜けなどがある可能性も否定できない。読者諸賢のご意見、ご指摘をお願いしたい。

最後に、このようなテキストを執筆する機会をいただいた早稲田大学の依田照彦教授に感謝申し上げます。また、コロナ社には著者の筆の進みが遅いことで、たいへんご迷惑をおかけしました。ここにお詫び申し上げるとともに、最後まで根気強くお付き合いいただきましたことにお礼を申し上げます。本書が土木技術者を目指す学生諸君の良きテキストになることを期待しています。

2013年10月

中村 聖三・奥松 俊博

目次

1章 総論

- 1.1 土木構造物と使用材料 2
- 1.2 分類と規格 3
- 1.3 力学的性質 4
- 1.4 耐久性 7
- 1.5 使用性 8
- 演習問題 9

2章 コンクリート

- 2.1 概説 11
 - 2.1.1 鉄筋コンクリート構造 11
 - 2.1.2 プレストレストコンクリート構造 12
- 2.2 使用材料 12
 - 2.2.1 セメント 12
 - 2.2.2 骨材 18
 - 2.2.3 コンクリート用水 26
 - 2.2.4 混和材料 26
- 2.3 フレッシュコンクリート 29
 - 2.3.1 フレッシュコンクリートの特性 29
 - 2.3.2 フレッシュコンクリートの各種試験 31
- 2.4 配合設計 35

	目	次
2.4.1	配合条件の確定	36
2.4.2	配 合 の 決 定	37
2.4.3	配合強度の決め方	40
2.4.4	配 合 設 計 例	41
2.5	硬化コンクリートの性質	45
2.5.1	圧 縮 強 度	45
2.5.2	引 張 強 度	50
2.5.3	曲 げ 強 度	51
2.5.4	せん断強度	54
2.5.5	付 着 強 度	54
2.5.6	支 圧 強 度	54
2.5.7	疲 勞 強 度	55
2.5.8	応力-ひずみ曲線および静弾性係数	55
2.5.9	ク リ ー プ	58
2.5.10	乾 燥 収 縮	60
2.5.11	コンクリートの耐久性	61
2.6	レディミクストコンクリート	64
2.7	特殊コンクリート	65
2.7.1	軽量コンクリート/重量コンクリート	65
2.7.2	膨張コンクリート	66
2.7.3	繊維補強コンクリート	66
2.7.4	高強度コンクリート	66
2.8	コンクリートの非破壊試験	67
2.8.1	硬化コンクリートのテストハンマー強度試験	67
2.8.2	ひび割れ幅・深さ	68
2.8.3	中性化深さの測定方法	70
2.9	リ サ イ ク ル	70
	演 習 問 題	73

3章 鉄 鋼

3.1	鉄鋼材料とは	75
3.2	製 造 法	77
3.2.1	製造プロセス	77
3.2.2	材 質 の 制 御	81
3.3	加工と溶接性	86
3.3.1	加 工	86
3.3.2	塑性変形による組織の変化	87
3.3.3	ひずみ時効, ぜい化現象	88
3.3.4	溶 接 性	88
3.4	性 質	90
3.5	種 類 と 用 途	95
3.5.1	形状による分類	95
3.5.2	構 造 用 鋼 材	99
3.5.3	鉄筋コンクリート用棒鋼	103
3.5.4	PC 鋼 材	105
3.5.5	高 力 ボ ル ト	108
3.5.6	溶 接 材 料	110
3.5.7	高 性 能 鋼 材	114
3.6	鑄 鉄	116
3.6.1	ね ず み 鑄 鉄	117
3.6.2	球 状 黒 鉛 鑄 鉄	117
3.6.3	可 鍛 鑄 鉄	117
3.7	合 金 鋼	119
3.7.1	ニ ッ ケ ル 鋼	119
3.7.2	ニッケルクロム鋼	119

3.7.3 ステンレス鋼	120
3.8 リサイクル	121
演習問題	122

4章 高分子材料

4.1 高分子材料とは	124
4.2 分類	124
4.3 製造法	125
4.3.1 高分子の合成	125
4.3.2 成形・加工	126
4.4 性質	126
4.4.1 力学的特性	126
4.4.2 耐久性	128
4.4.3 熱的性質	129
4.5 添加剤(材)	129
4.6 複合材料	129
4.6.1 FRP用繊維	130
4.6.2 FRPの力学的性質	130
4.7 用途	131
4.7.1 接着剤	131
4.7.2 表面保護工	131
4.7.3 樹脂コンクリート	131
4.7.4 成形材	133
演習問題	136

5章 瀝青材料

5.1 瀝青材料とは	138
5.2 アスファルトの製造法	139
5.3 改質アスファルト	140

5.3.1	改質アスファルトとは	140
5.3.2	改質アスファルトの種類	140
5.4	カットバックアスファルトとアスファルト乳剤	142
5.4.1	カットバックアスファルト	142
5.4.2	アスファルト乳剤	143
5.5	物理的性質と試験法	144
5.5.1	比 重	144
5.5.2	熱膨張係数, 比熱, 熱伝導度	144
5.5.3	粘 度	145
5.5.4	針 入 度	145
5.5.5	軟 化 点	147
5.5.6	伸 度	147
5.5.7	引火点, 燃焼点	148
5.5.8	蒸 発 量	148
5.6	アスファルト混合物	148
5.6.1	概 要	148
5.6.2	アスファルト混合物の種類	149
5.6.3	配 合 設 計	152
5.6.4	性 質	152
	演 習 問 題	155

6 章 木 材

6.1	木材の種類と組織	157
6.1.1	種 類	157
6.1.2	組 織	157
6.2	製 材 と 規 格	159
6.2.1	製材（木取り）	159
6.2.2	規 格	159
6.3	欠 陥	160

6.4	性 質	160
6.4.1	物理的性質	160
6.4.2	力学的性質	161
6.4.3	耐久 性	164
6.4.4	木材の保存法	164
6.5	材料強度と許容応力度	164
6.5.1	材 料 強 度	164
6.5.2	許 容 応 力 度	165
6.6	集 成 材	166
6.7	単板積層材	167
	演 習 問 題	168

引用・参考文献	169
---------	-----

演習問題解答	171
--------	-----

索 引	173
-----	-----

1 章

総 論

◆本章のテーマ

本章では、個々の土木材料について学ぶ準備として、土木構造物の種類と使用材料、材料について知ることの重要性、材料の規格、必要とされる性質とその確認方法などについて述べる。

◆本章の構成（キーワード）

1.1 土木構造物と使用材料

土木構造物の種類と使用材料、材料の重要性、必要とされる性質

1.2 分類と規格

天然材料と人工材料、金属材料と非金属材料、国内規格・外国規格・国際規格（ISO）

1.3 力学的性質

強度、変形特性、硬さ

1.4 耐久性

材料劣化、耐久性、性能を劣化させる作用

1.5 使用性

作業性、加工性、施工性

◆本章を学ぶとマスターできる内容

- ☞ 土木材料のことを知る必要性
- ☞ 土木材料の種類と分類
- ☞ 土木材料の規格
- ☞ 土木材料に必要とされる性質とその確認方法

1.1 土木構造物と使用材料

構造物を建設するには、種々の材料が用いられる。構造物の性能は用いる材料の性質に大きく依存するため、適切な材料の選択は所要の性能を有する構造物の建設にきわめて重要な事項である。建設に用いられる材料は多種多様であるが、代表的な土木構造物を対象に主として用いられる材料を示すと以下のようになる。

- 橋梁：鉄鋼，コンクリートなど
- トンネル：コンクリート，鉄鋼など
- 道路：土砂，石，アスファルト，コンクリートなど
- 鉄道：土砂，砂利，鉄鋼，コンクリートなど
- 港湾：土砂，石材，コンクリート，鉄鋼など
- 河川：土砂，コンクリートなど

一般に土木材料に要求される性質として、工学的性質，経済性，入手の容易性などが挙げられる。工学的性質には、作業性，静的荷重・衝撃荷重などに対する強度，弾性係数や伸び性などの変形に関する性質，天候・磨耗・さび・薬品・生物などの作用に対する耐久性，重さや硬さ，水・火・熱・音に対する性質などがある。

以上に述べた性質のうち特に重要となるものは、構造物の種類によって異なるが、一般に経済性，工学的性質としての強度と耐久性である。これは土木構造物の多くが大規模な公共構造物であり，建設費に占める材料費の割合が比較的高いこと，50年や100年という長期にわたって安全性・使用性を確保する必要があることによる。

コンクリートと鉄鋼材料は，所要の強度や耐久性を経済的に満足することができる材料として，現在，多くの構造物に用いられている。

1.2 分類と規格

〔1〕 分類 土木材料の種類は多く、さまざまな観点で分類することが可能であるが、一般に以下のように分類することができる。

- 金属材料
 - ・ 鉄，鋼，鋳鉄，アルミニウム，ステンレス，チタンなど
- 非金属材料
 - ・ セメント：コンクリート
 - ・ セラミックス：粘土製品，れんが，タイル
 - ・ 瀝青材料：アスファルト，タール
 - ・ 高分子材料：熱可塑性樹脂，熱硬化性樹脂，エラストマー
 - ・ その他：木材，石材など

〔2〕 規格 材料を使用するにあたって、性質およびそれを確認するための試験方法、製品の形状・寸法などが規定された各種規格を満足していることが求められる。

わが国には、工業標準化の促進を目的とする工業標準化法（1949年）に基づいて制定された国家規格である日本工業規格（JIS）があり、2013年3月末現在、10399件が制定されている。JIS規格は19分野に分類されているが、建設材料に関する規格は、A（土木および建築）、G（鉄鋼）、R（窯業）の3分野に多く含まれている。なお、各JIS規格には、例えば“JIS G 3102 機械構造用炭素鋼”というように、分野を表すアルファベット一文字と原則として4けたの数字との組合せから成る番号が付与されている。

JISに相当するアメリカ、ドイツ、イギリス、フランスの国家規格は、それぞれASTM、DIN、BS、NFという略記号で表される。最近では、ヨーロッパ共通の規格としてユーロコード（Eurocode）が制定されている。また、国際規格としてISOがある。

1.3 力学的性質

材料の力学的性質として、強度（静的（引張、圧縮、せん断）強度、衝撃強度、疲労強度）、変形特性（応力-ひずみ関係、弾性係数、ポアソン比、クリープ、リラクセーション）、硬さなどが挙げられる。

以下で、これらの力学的性質を調査するための代表的な試験について概説する。

〔1〕 **引張試験** **引張試験**（tensile test）は、試験片に対して、破断するまで比較的短時間に引張力を加え、引張力と変形の関係や、塑性化したり破断したりする荷重を調査する試験である。通常、加えた荷重は単位面積当りの値である**応力**（stress）と、元の長さに対する伸び縮みの割合である**ひずみ**（strain）の関係として整理される。応力とひずみの関係は材料によって異なるが、一般的な構造用鋼材の場合、**図 1.1**に示すような形状となる。この応力-ひずみ曲線や破断時の変形状態等から、引張試験では、一般に以下に述べるようなパラメータを求める。なお、金属材料に関する JIS 規格として、JIS Z 2201「金属材料引張試験片」および Z 2241「金属材料引張試験方法」がある。

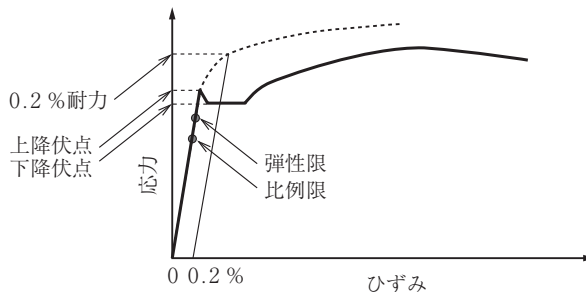


図 1.1 一般的な構造用鋼材の応力-ひずみ曲線のイメージ

〔a〕 **弾性係数** **弾性係数**（modulus of elasticity）は応力-ひずみ曲線の勾配であり、ヤング係数ともいう。勾配のとり方により、初期接線係数、接線係数、割線係数の3種類（**図 1.2** 参照）が考えられる。降伏前の鋼材のよう

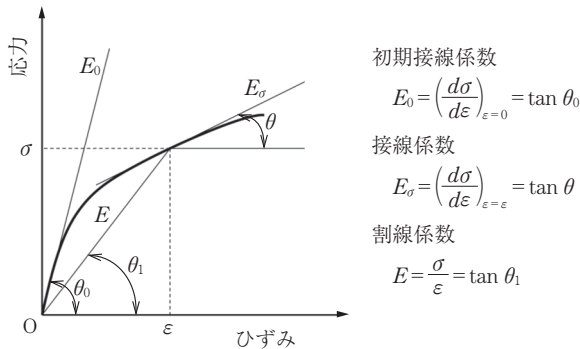


図 1.2 弾性係数の種類

に応力とひずみが比例関係にあれば、この三つは一致する。コンクリートは、
 载荷初期から応力-ひずみ関係が非線形になるため、設計で用いる弾性係数は、
 圧縮強度の 1/3 点に対する割線係数で定義されている。

〔b〕 **ポアソン比** **ポアソン比** (Poisson's ratio) は荷重载荷方向のひずみとそれと直交する方向のひずみの比であり、次式で定義される。

$$\nu = - \frac{\text{横方向ひずみ}}{\text{縦方向ひずみ}} \quad (1.1)$$

〔c〕 **延 性** **延性** (ductility) は試験片が破断するまでの変形能であり、伸び率（あるいは伸び）、断面収縮率（あるいは絞り）を指標として評価される。それぞれの定義を次式に示す。

$$\text{伸び} = \frac{l_f - l_0}{l_0} \times 100 \quad [\%], \quad \text{絞り} = \frac{A_0 - A_f}{A_0} \times 100 \quad [\%] \quad (1.2)$$

ここに、 l_f は破断後の標点間距離、 l_0 は元（試験前）の標点間距離、 A_f は破断面における断面積、 A_0 は元（試験前）の断面積を表す。

〔2〕 **衝撃試験** 材料は一般に、衝撃的な荷重に対して脆性的な挙動を示す。このような急速な载荷条件下での材料のぜい性を評価するのが**衝撃試験** (impact test) である。

試験片に衝撃荷重を与える方法として種々のものが提案されているが、一般的に用いられているのは、シャルピー試験（図 1.3）とアイゾット試験であ

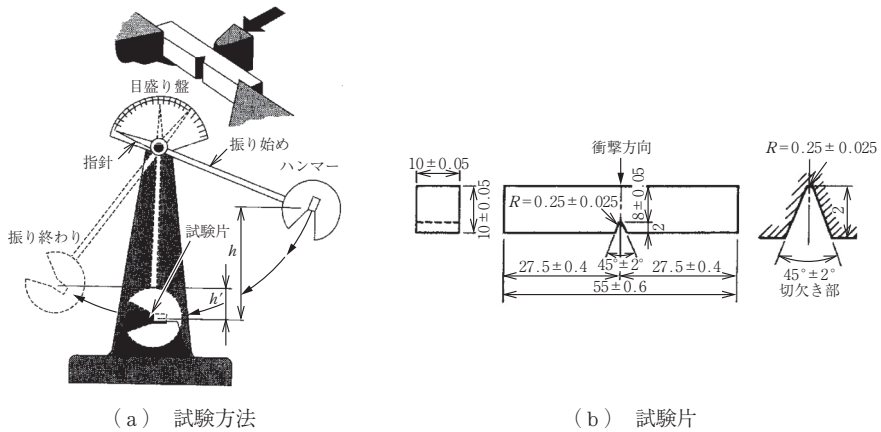


図 1.3 シャルピー試験

る。両試験ともにノッチ付き試験片をハンマーで打撃したときの衝撃値を評価する方法であるが、前者は試験片の両端を支え、ノッチ部の背面をハンマーで打撃するのに対し、後者は試験片の片端を固定し、反対側をノッチの付いている方向からハンマーで打撃する。いずれの試験においても、試験片が破断する際に吸収されるエネルギーによって、材料のじん性が評価される。

「金属材料のシャルピー衝撃試験方法」が JIS Z 2242 に、「プラスチックのアイゾット衝撃強さの試験方法」が JIS K 7110 に規定されている。

〔3〕 **疲労試験** 土木用語大辞典によれば、**疲労** (fatigue) とは、構造物や材料が繰返し荷重を受けて強度が減少する現象である。より具体的には、繰返し荷重によってき裂が発生し、それが進展する現象であるといえる。土木材料で問題となる可能性がある疲労現象には以下の三つがある。

〔a〕 **高サイクル疲労** **高サイクル疲労** (high cycle fatigue) は疲労寿命が 10 万回程度以上の疲労であり、弾性疲労ともいう。疲労寿命は応力範囲の関数として表される。

〔b〕 **低サイクル疲労** **低サイクル疲労** (low cycle fatigue) は疲労寿命が 1 万回程度以下の疲労であり、塑性疲労ともいう。疲労寿命は塑性ひずみ範囲の関数として表される。

〔c〕 **腐食疲労** **腐食疲労** (corrosion fatigue) は、応力が繰り返し負荷されることによって応力腐食割れの進行が著しく促進される現象である。

疲労試験 (fatigue test) はこれらの疲労現象に対する材料の強度を求めるものであり、小型試験片あるいは大型の試験体に繰返し荷重を載荷し、破断までの繰返し回数やき裂の発生、進展状況を調査する。

〔4〕 **硬 さ 試 験** **硬さ試験** (hardness test) では、一般に、基準となる物体を対象に押しつけてできるくぼみの大きさで、硬さが測定される。代表的な試験として、JIS Z 2243 に規定されているブリネル試験、Z 2244 に規定されているビッカース試験、Z 2245 に規定されているロックウェル試験がある。基準となる物体として、ブリネル試験では直径 D の鋼球、ビッカース試験では対面角 136° の正四角錐のダイヤモンド、ロックウェル試験では円錐状のダイヤモンドまたは鋼が用いられる。

〔5〕 **クリープ試験** **クリープ**とは一定応力下で時間とともにひずみが増加する現象であり、建設分野では、おもにコンクリート構造で問題となる。**クリープ試験** (creep test) については、「コンクリートの圧縮クリープ試験方法」が JIS A 1157 に、「金属材料のクリープ及びクリープ破断試験方法」が Z 2271 に規定されている。JIS では、これら以外にも、ゴム、プラスチック、ファイレンセラミックス等のクリープ試験方法が規格化されている。

〔6〕 **応力緩和試験** **クリープ**とは逆に、一定ひずみ下で応力が時間とともに減少する現象を応力緩和 (リラクセーション) という。例えば、張力を導入したケーブルが時間とともに緩んでくる現象などがこれにあたる。**応力緩和 (リラクセーション) 試験** (stress relaxation test) については、「金属材料の引張りリラクセーション試験方法」が JIS Z 2276 に規定されている。

1.4 耐 久 性

社会基盤施設は長期間にわたり使用される。したがって、使用される材料に

ついても、施設の使用期間を通じて、力学的特性をはじめとする各種性質が要求される水準を下回るような劣化を生じないことが求められる。代表的な土木材料の劣化として、コンクリートの中性化や鋼のさびが挙げられる。また、性能を劣化させる作用には、気象作用、機械的すり減り作用、物理的作用、化学的作用、生物的作用などがある。

現在、一般に用いられる材料は、こうした作用を受けると程度の差こそあれ、必ず劣化する。したがって、使用材料の選定においては、どのような作用に対してどの程度の劣化が生じるかを適切に予測するとともに、有効な対策を施す必要がある。その際、個別の材料の耐久性だけではなく、異なる材料間の長期適合性（例えば、異種金属接触腐食の発生可能性など）についても配慮が必要である。これは、構造物には複数の異なる材料が組み合わせて使用されることが多いためである。

実環境、特に自然環境下における材料の耐久性の確認には長期間を要するため、各種促進試験が用いられることが多い。塗料の一般試験方法の規格である JIS K 5600 には、促進耐候性および促進耐光性の試験であるキセノンランプ法や塩水噴霧・乾燥・湿潤を組み合わせたサイクル腐食試験方法が規定されている。また、JIS G 0594 には「無機被覆鋼板のサイクル腐食促進試験方法」が規定されている。

1.5 使用性

材料の使用性は、取り扱いの容易さ、作業性、加工性、施工性などを含む概念であるが、一部の性能を除き、一般に定量的に表現することは困難である。

代表的な土木材料であるコンクリート、鋼材、木材、石材は、その使用性に一長一短があり、すべての観点で優れた材料というものはない。その中で木材は、強度が比較的高いのに加えて比重が小さく、簡単な道具で容易に切断、接合等の加工ができるため、総合的に使用性に優れた材料といえる。木材に比べると、コンクリートや鋼材の使用性は劣るが、他の材料に比べると

比較的良好であると考えられる。使用材料の選定において、材料のどのような点に問題があるかを使用性という観点から検討し、必要な対策を講じること、耐久性の場合と同様に重要である。

演 習 問 題

- 〔１〕 建設分野における代表的な構造物を挙げ、それらに使用されるおもな材料を示せ。
- 〔２〕 土木材料に要求される代表的な性質を列挙し、それぞれについて簡潔に説明せよ。
- 〔３〕 土木材料にかかわる規格について説明せよ。
- 〔４〕 土木材料の力学的性質を調査するための試験方法を二つ挙げ、それぞれについて説明せよ。
- 〔５〕 土木材料を劣化させる要因を列挙せよ。

索引

【あ】

アスファルテン	144
asphalten	
アスファルト混合物	148
asphalt mixture	
アスファルト乳剤	142
asphalt emulsion	
アルカリシリカ反応	
alkali-silica reaction, ASR	62

アルミナセメント	15
alumina cement	
アルミン酸三カルシウム	13
安定性	
stability,	
soundness	19

【い】

板 目	
slash-cut	159

【え】

AE 剤	
air entrained agent	28
エコセメント	15
ecocement	
エラストマー	125
elastomer	
塩 害	62
塩化物イオン濃度	62
延 性	5
ductility	
エントラップドエア	28
entrapped air	
エントレインドエア	28
entrained air	

【お】

応 力	4
stress	
応力拡大係数	92
stress intensity factor	
応力緩和（リラクセーション）試験	7
stress relaxation test	
応力-ひずみ曲線	55
stress-strain curve	

【か】

化学的浸食	63
chemical attack	
加工硬化	87
work hardening	
硬さ試験	7
hardness test	
カットバックアスファルト	142
cutback asphalt	
ガラス転移温度	126
ガラス転移点	126
glass transition point	
含水率	20
water content in percentage of total weight	
乾燥収縮	60
drying shrinkage	

【き】

偽凝結	18
false set	
キャッピング	49
capping	
吸水率	19
water absorption	
凝 結	17
set	

【く】

クリープ	58
creep	
クリープ限度	163
creep limit	
クリープ試験	7
creep test	
クリンカー	13
clinker	

【け】

ケイ酸三カルシウム	13
ケイ酸質原料	13
ケイ酸二カルシウム	13
軽量コンクリート	65
lightweight concrete	
減水剤	28
water reducing agent	

【こ】

硬化コンクリート	11
高強度コンクリート	66
high strength concrete	
硬 材	157
hard woods	
高サイクル疲労	6
high cycle fatigue	
合成ゴム	125
synthetic rubber	
高性能 AE 減水剤	28
superplasticizer high-range water	
降伏点	91
yield point	
降伏比	92
yield ratio	
広葉樹	157
broad-leaved tree	

高炉スラグ
blast-furnace slag 27

高炉セメント
portland blast-furnace slag
cement 14

木 口
cross-cut 159

骨 材
aggregate 11, 148

コールドジョイント
cold joint 29

混合セメント
blended cement 14

コンシステンシー
consistency 30

混和剤
chemical admixture 28

混和材料
admixture 11

【さ】

再結晶
recrystallization 88

細骨材
sand 11

細骨材率
sand aggregate ratio 38

材料分離
segregation 29

材 齢
age 46

さ び
rust 94

酸化鉄 13

【し】

支圧強度
bearing strength 54

湿潤状態 19

実績率 23

示方配合
specified mix 20

しほり
reduction of area 91

重 合
polymerization 125

重合体 124

秋 材
summer wood,
fall wood 158

集成材
glued laminated timber,
GLT 166

重量コンクリート 65

瞬 結
flash setting 17

春 材
spring wood 158

衝撃試験
impact test 5

焼 鈍 84

シリカセメント
silica cement 15

シリカヒューム
silica fume 27

心 材
heart wood 157

伸 度
ductility 147

針入度
penetration 145

針入度指数
penetration index, *PI* 145

針葉樹
needle-leaved tree 157

【す】

水中不分離性混和剤 29

水和反応
hydration reaction 11, 16

スケーリング
scaling 63

スランプ
slump 31

スランプフロー 33
slump flow

すり減り 64

すり減り抵抗性 19

【せ】

青熱ぜい性
blue shortness 88

赤熱ぜい性
red shortness 88

石灰石
limestone 13

絶乾状態
absolute dry condition 19

絶乾密度
density in oven-dry
condition 19

設計基準強度
specified concrete strength 40

絶対乾燥状態 19

セメント
cement 11

セメントペースト
cement paste 11

セメント水比
cement-water ratio, *C/W* 38

セメント水比説
cement water ratio law 46

遷移温度
transition temperature 94

繊維飽和点
fiber saturation point 161

繊維補強コンクリート
fiber reinforced concrete 66

繊維補強プラスチック
fiber reinforced plastics,
FRP 126

潜在水硬性
latent hydraulicity 27

せん断強度
shear strength 54

せん断弾性係数
shearing modulus 56

【そ】

早強ポルトランドセメント
13

相変態
phase transformation 82

促進剤
accelerator 29

粗骨材
gravel 11

そま角
hewn lumber 159

粗粒率 (F.M.) 21

【た】

体心立方構造
body-centered cubic
structure 81

耐硫酸塩ポルトランドセメント
sulfate resisting portland
cement 14

耐 力
proof stress 92

単位水量 38

単位容積質量
mass of unit volume 23

炭酸化
carbonation of concrete 61

弾性係数
modulus of elasticity 4

炭素当量
carbon equivalent 90

単 板
veneer 167

単板積層材
laminated veneer lumber,
LVL 167

単量体 124

【ち】

遅延剤
retarder 29

中性化
neutralization of concrete 61

鑄 鉄
cast iron 75

中庸熱ポルトランドセメント
moderate heat portland
cement 14

超音波
ultrasonic 69

超早強ポルトランドセメント
ultra high-early strength
portland cement 14

超速硬セメント
ultra rapid hardening
cement 16

【つ】

強 さ 19

【て】

低サイクル疲労
low cycle fatigue 6

低熱ポルトランドセメント
14

鉄
iron 75

鉄アルミン酸四カルシウム
13

鉄筋コンクリート
reinforced concrete, RC 11

転 位
dislocation 83

【と】

凍 害
frost damage 63

動弾性係数
dynamic elastic modulus 57

特殊セメント 15

【な】

軟化点
softening point 147

軟 材
soft woods 157

【ね】

熱影響部
heat affected zone, HAZ 88

熱加工制御
thermo-mechanical control
process, TMCP 86

熱可塑性樹脂
thermoplastic resin 125

熱間加工
hot working 87

熱硬化性樹脂
thermosetting resin 125

熱処理
heat treatment 81

熱膨張係数 11

粘 土
clay 13

【は】

配合強度
mix proportioning strength
40

配合設計
mix design 20

鋼
steel 75

白色セメント
white cement 15

白熱ぜい性
white brittleness 88

破断伸び
elongation 91

【ひ】

ひき角
sawn square wood 159

ひき割り
scantling 159

ひずみ
strain 4

ひずみ時効 strain aging	88	プラスチックティー plasticity	30	ポンパビリティ pumpability	31
引張強度 tensile strength	49	プラスチック plastic	32	【ま】	
引張試験 tensile test	4	ブリーディング bleeding	30	曲げ強度 flexural strength, modulus strength	51
非破壊試験 non-destructive test	67	プレストレストコンクリート pre-stressed concrete, PC	11	まさ目 rift-cut, radial-cut	159
表乾状態 saturated surface-dry condition	20	フレッシュコンクリート fresh concrete	11	丸 太 round timber	159
表面水 surface moisture	20	粉末度 fineness	28	【み】	
表面水率	20	【へ】		水 water	11
疲 労 fatigue	6	平衡状態図 equilibrium diagram	82	水セメント比 water-cement ratio, W/C	37
疲労強度 fatigue strength	55	辺 材 sap wood	157	水セメント比説 water cement ratio law	46
疲労限 fatigue limit	94	【ほ】		【め】	
疲労試験 fatigue test	7	ポアソン比 Poisson's ratio	5	面心立方構造 face-centered cubic structure	81
【ふ】		防 食 corrosion protection	95	【も】	
フィニッシュバビリティ finishability	30	防せい rust prevention	95	モノマー monomer	124
腐 食 corrosion	95	膨張コンクリート expansive concrete	66	モルタル mortar	11
腐食発生限界塩化物イオン 濃度	62	膨張セメント expansive cement	16	【や】	
腐食疲労 corrosion fatigue	7	母材原質部 base metal, BM	88	焼入れ quenching	84
付着強度 bond strength	54	ポゾラン pozzolan	27	焼なまし annealing	84
普通ポルトランドセメント ordinary portland cement	13	ポップアウト pop-out	63	焼ならし normalizing	84
不動態被膜	61	ポリマー polymer	124	焼戻し tempering	84
フライアッシュ fly ash	27	ポルトランドセメント portland cement	13		
フライアッシュセメント portland fly-ash cement	15	ボンド部 bond	88		

【ゆ】

有効吸水率
effective absorption 20

【よ】

養生
curing 47, 142

溶接金属
weld metal, WM,
deposit metal, Depo 88

溶接割れ感受性組成
cracking parameter of
material 90

【り】

粒 度 21
粒度曲線 22

【れ】

冷間加工
cold working 87

レイトランス
laitance 26

瀝 青
bitumen 138

レディミクストコンクリート
ready-mixed concrete 26

錬 鉄
wrought iron 75

【わ】

ワーカビリティ
workability 21, 30

—— 著 者 略 歴 ——

中村 聖三（なかむら しょうぞう）

1986 年 九州大学工学部土木工学科卒業
1988 年 九州大学大学院工学研究科修士
課程修了
1988 年 川崎製鉄株式会社勤務
1995 年 博士（工学）（九州大学）
1999 年 長崎大学助教授
2007 年 長崎大学准教授
2010 年 長崎大学教授
現在に至る

奥松 俊博（おくまつ としひろ）

1990 年 長崎大学工学部土木工学科卒業
1992 年 長崎大学大学院工学研究科修士
課程修了
1992 年 株式会社フジタ勤務
2002 年 長崎大学助手
2008 年 長崎大学助教
2008 年 博士（工学）（長崎大学）
2009 年 長崎大学准教授
現在に至る

土 木 材 料 学

Construction Materials for Civil Engineering

© Shozo Nakamura, Toshihiro Okumatsu 2013

2014 年 2 月 28 日 初版第 1 刷発行

検印省略

著 者 中 村 聖 三
奥 松 俊 博
発 行 者 株式会社 コ ロ ナ 社
代 表 者 牛 来 真 也
印 刷 所 新日本印刷株式会社

112-0011 東京都文京区千石4-46-10

発行所 株式会社 コ ロ ナ 社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <http://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-05612-9

（森岡）

（製本：愛千製本所）

Printed in Japan



本書のコピー、スキャン、デジタル化等の
無断複製・転載は著作権法上での例外を除
き禁じられております。購入者以外の第三
者による本書の電子データ化及び電子書籍
化は、いかなる場合も認めておりません。
落丁・乱丁本はお取替えいたします