

第 2 章 材 料

2.1 鋼

2.1.1 鋼 材

使用する鋼材は表 2.1 に示す規格に適合するものを標準とする。しかし、これ以外の鋼材であっても適切な鋼材であれば使用することができる。

表 2.1 鋼材の規格と名称

規格および名称		記 号	備考	
JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS 41, SS 50, SS 55	構造用鋼材	
JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM 41, SM 50, SM 50 Y, SM 53, SM 58		
JIS G 3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA 41, SMA 50, SMA 58		
JIS G 3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK 41, STK 50	鋼管	
JIS G 3466	一般構造用角形鋼管	STKR 41, STKR 50		
JIS G 5201	溶接構造用遠心力鋳鋼管	SCW 50-CF		
JIS G 3452	配管用炭素鋼鋼管	SGP	形鋼	
JIS G 3350	一般構造用軽量形鋼	SSC 41		
JIS G 3353	一般構造用溶接軽量 H 形鋼	SWH 41, SWH 41 L		
JIS B 1186	摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット	F 8 T, F 10 T	接合用鋼材	
JIS B 3104	リベット用丸鋼	SV 34, SV 41		
JIS B 1180	六角ボルト	4T		
JIS B 1181	六角ナット	4T		
JIS B 1214	熱間成形リベット			
JIS Z 3211	軟鋼用被覆アーク溶接棒		溶接材料	
JIS Z 3212	高張力鋼用被覆アーク溶接棒			
JIS Z 3311	鋼サブマージアーク溶接材料			
JIS Z 3322	クロムステンレス鋼被覆アーク溶接棒			
JIS Z 3214	耐候性鋼用被覆アーク溶接棒			
JIS Z 3314	耐候性鋼用サブマージアーク溶接用鋼ワイヤ及びフラックス			
JIS Z 3315	耐候性鋼用炭酸ガスアーク溶接用ワイヤ		鑄鍛造品	
JIS G 3201	炭素鋼鍛鋼品	SF 50 A, SF 55 A		
JIS G 5101	炭素鋼鑄鋼品	SC 46		
JIS G 5102	溶接構造用鑄鋼品	SCW 42, SCW 49		
JIS G 5111	構造用高張力炭素鋼および低合金鋼鑄鋼品 (低マンガン鋼鑄鋼品)	SCMn 1 A, SCMn 2 A		
JIS G 4051	機械構造用炭素鋼鋼材	S 30 C, S 35 C		
JIS G 5501	ねずみ鑄鉄品	FC 15, FC 25		
JIS G 5502	球状黒鉛鑄鉄品	FCD 40		
JIS G 3502	ピアノ線材	SWRS		線材
JIS G 3506	硬鋼線材	SWRH		
JIS G 3536	PC 鋼線および PC 鋼より線	丸線：SWPR 1, 異形線：SWPD 1, 2 本より線 SWPR 2, 7 本より線 SWPR 7	材	

JIS G 3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR 24, SD 30 A, SD 30 B, SD 35	鋼
JIS G 3109	PC 鋼棒	A種 1号: SBPR 80/95, A種 2号: SBPR 80/105, B種 1号: SBPR 95/110, B種 2号: SBPR 95/120	棒
JIS G 4304	熱間圧延ステンレス鋼板	SUS 304	ステン レス 鋼
JIS G 4305	冷間圧延ステンレス鋼板	SUS 304	

【解説】 道路橋示方書・同解説（Ⅰ共通編）¹⁾、国鉄建造物設計標準解説²⁾、鋼構造設計規準³⁾などを参照し、そのなかで使用されている主な鋼材を中心に、JIS 規格より抜粋して列記した。

一般に使用鋼材の選定にあたっては、構造物の種類、大きさ、重要度、使用条件（気象条件、応力状態）などを考慮し、適切な鋼材を選定すべきである。

（1）構造用鋼材

構造用鋼材は、引張強さ（kgf/mm²）に応じて、41 キロ鋼、50 キロ鋼、53 キロ鋼、58 キロ鋼などに分けられている。たとえば、SS 41 は引張強さの保証値（最低値）が 41 kgf/mm² である一般構造用圧延鋼材を意味し、土木構造物においては最も多く使われている鋼材である。

溶接を採用する主要部材には、鋼材の溶接性を考慮して溶接構造用圧延鋼材を用いている。溶接構造用圧延鋼材は、板厚の増加とともに、圧延時の内部欠陥や切欠き部の応力集中が生じやすくなり、溶接による残留応力が生じやすくなる。それゆえ、厚板を使用する場合には、じん性（ねばり強さ）と溶接性に注意を払う必要がある。JIS 規格では、炭素（C）とマンガン（Mn）の量によって溶接性を確保するよう規定⁴⁾し、じん性に対しては V ノッチシャルピー衝撃試験の衝撃値を基準に板厚区分を A, B, C（たとえば、SM 50 A, SM 50 B, SM 50 C など）と規定している。A 材については 0°C の V ノッチシャルピー値の規定がなく、B 材は V ノッチシャルピー値が 0°C で 2.8 kgf・m 以上、C 材は 0°C で 4.8 kgf・m 以上と規定されている。

一方、鋼材に銅（Cu）、クロム（Cr）などを添加することにより、溶接性を損うことなく耐候性（さびにくさ）を向上させたものに溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材（たとえば、SMA 41, SMA 50, SMA 58）があり、無塗装用（裸使用）の W 種と塗装用（さび安定化処理使用）の P 種に区分されている。耐候性鋼材は、腐食の進展が遅いことに特徴があるが、その耐候性は、使用地域、使用条件、構造形式、構造細目などにより変化するので、その使用には十分な注意が必要である。たとえば、海岸地帯や工場地帯で塩分や腐食性ガスの影響を受ける場所では、耐候性の効果は期待できない。JISG 3114 では、溶接性を優先させるため、使用できる耐候性鋼材の板厚を 50 mm までとしている。

これらの点を考慮し、道路橋示方書・同解説（Ⅱ鋼橋編）¹⁾ 1.6 と国鉄建造物設計標準解説 3.2 では、構造用鋼材の板厚による鋼種選定基準を解説表 2.1、解説表 2.2 のように規定している。

（2）鋼 管

鋼管には、円形鋼管（たとえば、STK 41, STK 50）と角形鋼管（たとえば、STKR 41, STKR 50）があり、円形鋼管が一般的である。鋼管の特徴は、曲げ剛性が方向によって変わらない点とねじれ剛性が大きい点である。

表 2.1 に示されている JIS 規格以外にも、鋼板、鋼帯などを溶接して製作される鋼管がある。このような鋼管も本指針の対象であるが、大形断面のものについては溶接上の欠陥が生じる恐れがあるので、十分な

注) JIS 規格の鋼材にはミルシートが添付されており、そこには化学成分分析試験と力学的性質の試験結果が記入されている。鋼材の溶接性はミルシートに記入された化学成分分析値から推定できる。溶接性に最も大きな影響を与える元素は炭素であるので、他の元素も炭素の相当量に換算して合計した炭素当量 C_{eq} が利用されている。ここに、炭素当量は

$$C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Si}{24} + \frac{Ni}{40} + \frac{Cr}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{V}{14} \quad (\%)$$

と表われ、溶接用鋼材では一般に $C_{eq} \leq 0.44\%$ である。

配慮が必要である。

解説 表 2.1 板厚による鋼種選定基準 (道路橋)¹⁾

鋼種 \ 板厚 (mm)	8	16	22	25	32	38	50
SS41			●				
SM41A				●			
SM41B					●		
SM41C						●	
SM50A			●				
SM50B				●			
SM50C					●		
SM50YA	●						
SM50YB				●			
SM53B					●		
SM53C						●	
SM58							●
SMA41A			●				
SMA41B				●			
SMA41C					●		
SMA50A	●						
SMA50B				●			
SMA50C					●		
SMA58							●

解説 表 2.2 板厚による鋼種選定基準 (鉄道橋)²⁾

鋼種 \ 板厚 (mm)	8	16	22	25	32	38	50
SS41			●				
SM41A				●			
SM41B					●		
SM41C						●	
SM50A			●				
SM50B				●			
SM50C					●		
SM50YA	●						
SM50YB				●			
SM53C					●		
SMA58							●
SMA41A			●				
SMA41B				●			
SMA41C					●		
SMA50A	●						
SMA50B				●			
SMA50C					●		
SMA58							●

- (注) 1) 低温では鋼材のじん性が低下し、ぜい性破壊 (材料のもろさに起因して、ほとんど変形を伴わずに生じる破壊) が生じやすくなるので、寒冷地で使用する場合にはシャルピー衝撃値の規格のある材料 (A材, B材, C材) を選定し、溶接性についても十分注意するものとする。
- 2) SS 41 は溶接構造にも使用されているが板厚の増加とともに強度の低下が考えられるので、板厚の上限を 22mm としている。
- 3) SM 50Y 材は、すべてキルド鋼として製造されたものとする。
- 4) SM 58 については、板厚 12mm を超えるものは、 -5°C で $4.8\text{kgf}\cdot\text{m}$ の V ノッチシャルピー値が保証されているので、板厚によって種類を変えないこととする。

- (注) ● 溶接主要部材
 --- 溶接二次部材およびリベットまたは高力ボルト接合部材

(3) 形 鋼

軽量形鋼は、薄板を冷間でロール成形して得られるもので、主に建築物に使用されている。熱間圧延鋼材に比べて、部材の組み立て方、剛性、腐食などに注意を払う必要がある。

(4) 接合用鋼材

高力ボルトでは、締付長の大きいフランジには F10T (保証引張強さ $100\text{kgf}/\text{mm}^2$) を使用することが望ましいとされている。また、保証引張強さが $110\text{kgf}/\text{mm}^2$ を超える高力ボルト (たとえば, F11T) は、遅れ破壊 (高い静荷重下において、ある時間経過した後突然ぜい性的に破壊する現象) の発生する恐れがあるので、現在では使用をひかえている。

リベットの SV 材は、熱作業の際に割れやキズが発生しないように配慮されている点を除いて、SS 材と類似している。

普通ボルトは、繰返し応力を受ける部分に使用すると、振動によりゆるむことがあるので注意が必要である。

(5) 溶接材料

溶接材料の選択は良い溶接をする上で重要であるので、作業性 (割れやその他の欠陥を発生せずどの程

度溶接が容易にできるかという性質)・でき上り性能(強度, 延性, じん性, 硬さなどが確保できる性能)などに注意して行う必要がある。構造用鋼材の箇所でも述べたように, 寒冷地における溶接では, 低温においてもじん性が低下しないよう配慮しなければならない。

(6) 鋳鍛造品

鋳鍛造品は, 形状が複雑な箇所に使用され, 材質的にも多種多様である。土木分野では, 橋梁の支承や伸縮継手, 水圧鉄管の分岐部などに用いられている。

(7) 線材

JIS G 3502, JIS G 3506 はケーブルの素線に対する規格である。

(8) 鋼棒

PC 鋼棒では, レラクセーション(引張力を部材の両端に加えて固定し, 一定の長さに保ったとき, 時間の経過とともに起こる応力の減少)とぜい性破壊に注意する必要がある。

(9) ステンレス鋼

ステンレス鋼は, 表面にクロム(Cr)の酸化皮膜があるため, さびにくく, ニッケル(Ni)が添加されるとこの酸化皮膜の密着性が良くなる。現在使用されているステンレス鋼の大部分は SUS 304 (18%のクロムと8%のニッケルを含有させている)で, 特に海岸地帯や工場地帯で塩分や腐食性ガスの影響を受けやすい場所では, SUS 316 (SUS 304 にモリブデンが加えられたもの)が使用される。

ステンレス鋼は, そのすぐれた耐食性・耐熱特性から化学装置などに多く使用されており, 土木分野では, 橋梁の支承, 伸縮継手部, ボルトなど腐食の生じやすい部分に使用されている。

なお, 参照した JIS 規格は 1987 年 4 月 1 日現在のものである。表 2.1 に示されていない鋼材については, 類似の構造物に関する設計基準に定めがある場合には, それらを利用することになる。以下に, 参考として, 代表的な鋼構造物とその使用材料を例示する。

解説 表 2.3 送電用鉄塔の使用材料(送電用支持物設計標準⁴⁾, 1979 年 11 月)

規格および名称	記号
JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材	SS 41, SS 50, SS 55
JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材	SM 41, SM 50, SM 50 Y, SM 53, SM 58
JIS G 3114 溶接構造用耐熱性熱間圧延鋼材	SMA 41, SMA 50, SMA 58
JIS G 3201 炭素鋼鍛鋼品	SF 45, SF 50, SF 55, SF 60
JIS G 3444 一般構造用炭素鋼鋼管	STK 41, STK 50, STK 51, STK 55
JIS G 3445 機械構造用炭素鋼鋼管	STKM 13, STKM 14, STKM 15, STKM 16, STKM 17
JIS G 5101 炭素鋼鑄鋼品	SC 46, SC 49
JIS G 5102 溶接構造用鑄鋼品	SCW 42, SCW 49, SCW 56

解説 表 2.4 水圧鉄管の使用材料(水門鉄管技術基準⁵⁾, 1981 年 11 月)

規格および名称	記号
JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材	SS 41
JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材	SM 41, SM 50, SM 50 Y, SM 53, SM 58
JIS G 3114 溶接構造用耐熱性熱間圧延鋼材	SMA 41, SMA 50, SMA 58
JIS G 3115 圧力容器用鋼板	SPV 24, SPV 32, SPV 36, SPV 46
JIS G 3104 リベット用丸鋼	SV 34, SV 41 A
JIS G 5101 炭素鋼鑄鋼品	SC 42, SC 46, SC 49
JIS G 5102 溶接構造用鑄鋼品	SCW 42, SCW 49
JIS G 3201 炭素鋼鍛鋼品	SF 40, SF 45, SF 50, SF 55, SF 60
JIS G 5501 ねずみ鑄鉄品	FC 20, FC 25, FC 30

解説 表 2.5 石油パイプラインの使用材料 (石油パイプライン技術基準 (案)⁶⁾, 1974 年 3 月)

規格および名称		記号	備考
JIS G 3454	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG 38, STPG 42	導
JIS G 3455	高压配管用炭素鋼鋼管	STS 35, STS 38, STS 42, STS 49	
JIS G 3456	高温配管用炭素鋼鋼管	STPT	
JIS G 3457	配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	STPY 41	
API 5 L	Line Pipe	5L	管
API 5 LS	Spiral Line Pipe	5 LS	
API 5 LX	High Test Line Pipe	5 LX	
JIS B 2304	一般配管用鋼製突合せ溶接式管継手		管継手
JIS B 2305	特殊配管用鋼製突合せ溶接式管継手		
JIS B 2073	鋳鋼 10 kgf/cm ² フランジ形外ネジ仕切弁		弁
JIS B 2083	鋳鋼 20 kgf/cm ² フランジ形外ネジ仕切弁		
API 6D	Specification for Pipeline Valve		
JIS G 5101	炭素鋼鋳鋼品	SC 46, SC 49	

解説 表 2.6 海底パイプラインの使用材料 (港湾の施設の技術の基準・同解説⁷⁾, 1979 年 3 月)

規格および名称		記号	備考
JIS G 3454	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG 38, STPG 42	導
JIS G 3455	高压配管用炭素鋼鋼管	STS 38, STS 42, STS 49	
JIS G 3456	高温配管用炭素鋼鋼管	STPT 38, STPT 42, STPT 49	
JIS G 3457	配管用アーク溶接炭素鋼鋼管	STPY 41	
JIS B 2305	特殊配管用鋼製突合せ溶接式管継手		溶管 接継 手
JIS B 2307	配管用鋼板製突合せ溶接式管継手		
JIS B 2221	5 kgf/cm ² 鋼管差し込み溶接式フランジ		フ ラ ン ジ 式 管 継 手
JIS B 2222	10 kgf/cm ² 鋼製差し込み溶接式フランジ		
JIS B 2223	16 kgf/cm ² 鋼製差し込み溶接式フランジ		
JIS B 2224	20 kgf/cm ² 鋼製差し込み溶接式フランジ		
JIS B 2225	30 kgf/cm ² 鋼製差し込み溶接式フランジ		
JIS B 2233	30 kgf/cm ² 鋼管突き合せ溶接式フランジ		
JIS B 2073	鋳鋼 10 kgf/cm ² フランジ形外ねじ仕切弁		弁
JIS B 2074	鋳鋼 10 kgf/cm ² フランジ形スイング逆止め弁		
JIS B 2083	鋳鋼 20 kgf/cm ² フランジ形外ねじ仕切弁		
JIS B 2084	鋳鋼 20 kgf/cm ² フランジ形スイング逆止め弁		

解説 表 2.7 水門扉の使用材料 (水門鉄管技術基準⁵⁾, 1981 年 11 月)

規格および名称		記号	備考
JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS 41, SS 50	扉体・戸当り・扉体支承部・ 固定部・開閉装置ベース・ボ ルト
JIS G 3104	リベット用丸鋼	SV 34, SV 41	リベット
JIS G 3103	ボイラ及び圧力容器用炭素 鋼及びモリブデン鋼鋼板	SB 42, SB 46, SB 49	油圧シリンダ
JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM 41 A (B または C), SM 50 A (B), SM 50 YA (B), SM 53 B (C), SM 58	扉体・戸当り・扉体支承部・ 固定部
JIS G 3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR 24, SD 24, SD 30, SD 35	アンカ

JIS G 3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA 41 A (B または C), SMA 50 A (B または C), SMA 58	扉体・戸当り・扉体支承部・固定部
JIS G 3123	みがき棒鋼	SGD 30-D, SGD 41-D	軸・ボルト
JIS G 3201	炭素鋼鍛鋼品	SF 40 A, SF 45 A, SF 50 A, SF 55 A, SF 60 A	歯車大径軸・トラニオンハブ・フランジ
JIS G 3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK 30, STK 41	扉体・保護管・手摺・荷重伝達用シャフト
JIS G 3452	配管用炭素鋼鋼管	SGP	低圧の油圧管・空気管・手摺
JIS G 3454	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG 38, STPG 42	高圧の油圧管・給排水管・油圧シリンダ
JIS G 3455	高圧配管用炭素鋼鋼管	STS 38, STS 42	
JIS G 3459	配管用ステンレス鋼鋼管	SUS 304 TP, SUS 316 TP	扉体・保護管・荷重伝達用シャフト
JIS G 3525	ワイヤロープ	6号6×37, 11号6×W (19), 13号6×Fi (29), 21号6×WS (36)	開閉用索
JIS G 3109	PC 鋼棒	SBPR 80/95, SBPR 80/105, SBPR 95/110, SBPR 95/120, SBPR 110/125, SBPR 110/135	プレストレストコンクリート用アンカ材
JIS G 3536	PC 鋼線及び PC 鋼より線	SWPR 1, SWPR 2	
JIS G 4051	機械構造用炭素鋼鋼材	S 25 C, S 30 C, S 35 C, S 40 C, S 45 C	ローラ・歯車・歯車軸・伝達軸・アンカ・ボルト
JIS G 4102	ニッケルクロム鋼鋼材	SNC 236, SNC 631, SNC 836	歯車・軸・ボルト
JIS G 4103	ニッケルクロムモリブデン鋼鋼材	SNCM 439, SNCM 630	高力ボルト
JIS G 4104	クロム鋼鋼材	SCr 440	
JIS G 4105	クロムモリブデン鋼鋼材	SCM 430, SCM 432, SCM 435, SCM 440, SCM 445	歯車・軸・ボルト
JIS G 4303	ステンレス鋼棒	SUS 304, SUS 403, SUS 410, SUS 420 J ₁ (J ₂)	ローラ軸・シーブ軸・ピストンシステム
JIS G 4304	熱間圧延ステンレス鋼板	SUS 304, SUS 316, SUS 403, SUS 410	扉体・戸当りの水密板・摺動板等・ローラレール踏面
JIS G 4305	冷間圧延ステンレス鋼板	SUS 304, SUS 316	
JIS G 4306	熱間圧延ステンレス鋼帯	SUS 304, SUS 316	
JIS G 4307	冷間圧延ステンレス鋼板	SUS 304, SUS 316, SUS 329 J ₁ , SUS 410, SUS 420 J ₂	
JIS G 3601	ステンレスクラッド鋼	SS (SM または SMA)+SUS	扉体・戸当り・水密板
JIS G 5101	炭素鋼鋳鋼品	SC 37, SC 42, SC 46, SC 49	扉体・ケーシング・扉体支承部・歯車・ローラ・開閉装置用部品・油圧シリンダ・シーブ・ドラム等
JIS G 5102	溶接構造用鋳鋼品	SCW 42, SCW 49, SCW 56, SCW 63	
JIS G 5111	構造用高張力炭素鋼及び低合金鋼鋳鋼品	SCM _n 1 B, SCM _n 2 B, SCM _n 3 B, SCM _n 5 B, SCM _n Cr 2 B, SCM _n Cr 3 B, SCM _n Cr 4 B, SCC 3 B, SCC 5 B, SCNCrM 2 B	主ローラ・大形歯車
JIS G 5121	ステンレス鋼鋳鋼品	SCS 2, SCS 12, SCS 22	主ローラ・扉体支承部
JIS G 5501	ねずみ鋳鉄品	FC 20, FC 25	開閉装置用部品・シーブ
JIS G 5502	球状黒鉛鋳鉄品	FCD 45, FCD 50	ピストン・シーブ
JIS H 3100	銅及び銅合金の板及び条	C 2600 P, C 2680 P, C 2720 P, C 2801 P	摺動板
JIS H 5102	高力黄銅鋳物	HBsC 4	ブッシュ
JIS H 5111	青銅鋳物	BC 2, BC 3, BC 6	摺動板・水密板・ブッシュ
JIS H 5113	りん青銅鋳物	PBC 2, PBC 2 B, PBC 3 B	ブッシュ・ウォールホイール
JIS H 5114	アルミニウム青銅鋳物	A/BC 2, A/BC 3	耐食性ブッシュ
JIS H 5115	鉛青銅鋳物	LBC 2, LBC 3	摺動板・ブッシュ
JIS E 1101	普通レール	30 A, 37 A, 40 N, 50 PS, 50 N, 60	レール
JIS E 5402	鉄道車両用炭素鋼一体圧延車輪	SSW-R 1 (2 または 3), SSW-Q 1 S (2 S または 3 S), SSW-Q 1 R (2 R または 3 R)	主ローラ

解説 表 2.8 LNG 地上式貯槽の使用材料 (LNG 地上式貯槽⁸⁾, 1981 年 12 月)

(1) 内槽及びその付属設備に使用する材料

内槽に使用される材料は特殊な材料が多く、その用途も多岐にわたるので、ここでは記号の詳細を省略している。

規格および名称		記号	備考
JIS G 3127	低温圧力容器用ニッケル鋼鋼板	SL	板
JIS G 4304	熱間圧延ステンレス鋼板	SUS	
JIS G 4305	冷間圧延ステンレス鋼板	SUS	
JIS G 4902	耐食耐熱超合金板	NCF	
JIS G 3459	配管用ステンレス鋼鋼管	SUS	管
JIS G 3460	低温配管用鋼管	STPL	
JIS G 3463	ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS	
JIS G 3464	低温熱交換器用鋼管	STBL	
JIS G 3468	配管用アーク溶接大径ステンレス鋼鋼管	SUS	
JIS G 4903	配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF	
JIS G 4904	熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF	
JIS G 4303	ステンレス鋼棒	SUS	棒及び帯材
JIS G 4306	熱間圧延ステンレス鋼帯	SUS	
JIS G 4307	冷間圧延ステンレス鋼帯	SUS	
JIS G 4901	耐食耐熱超合金棒	NCF	
JIS G 3214	高温圧力容器部品用ステンレス鋼鍛鋼品	SUSF	鍛造品
JIS G 5121	ステンレス鋼鍛鋼品	SCS	
JIS H 4000	アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条	A	板及び条
JIS H 3100	銅及び銅合金の板及び条	C	
JIS H 4551	ニッケル銅合金板	NCuP	
JIS H 4600	チタン板及び条	TP	
JIS H 4080	アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管	A	管
JIS H 4090	アルミニウム及びアルミニウム合金溶接管	A	
JIS H 3320	黄銅溶接管	C	
JIS H 3300	銅及び銅合金継目無管	C	
JIS H 4552	ニッケル銅合金継目無管	NCuT	
JIS H 4630	配管用チタン管	TTP	
JIS H 4631	熱交換器用チタン管	TTH	
JIS H 4040	アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線	A	棒、線及び 型材
JIS H 4100	アルミニウム及びアルミニウム合金押出型材	A	
JIS H 3250	銅及び銅合金棒	C	
JIS H 4650	チタン棒	TB	
JIS H 4140	アルミニウム及びアルミニウム合金鍛造品	A	鍛造品
JIS H 5111	青銅鋳物	BC	
JIS H 5202	アルミニウム合金鋳物	AC	

(2) 外槽及びその付属設備に使用する材料

規格および名称		記号	備考
JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS 41	管
JIS G 3452	配管用炭素鋼鋼管	SGP	
JIS G 3454	圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG 38, STPG 42	
JIS G 3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK 41, STK 50	
JIS G 3466	一般構造用角形鋼管	STKR 41, STKR 50	
JIS G 4051	機械構造用炭素鋼鋼材	S 25 C	鑄鍛造品
JIS G 5501	ねずみ鑄鉄品	FC 20	
JIS G 5702	黒心可鍛鑄鉄品	FCMB 35	

解説表 2.9 鋼管矢板基礎の使用材料 (鋼管矢板基礎設計指針⁹⁾, 1984年2月)

規格および名称		記号	備考
JIS A 5530	鋼管矢板	SKY 41, SKY 50	鋼管矢板
JIS A 5525	鋼管ぐい	SKK 41, SKK 50	鋼管杭
JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS 41	構造用鋼材
JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM 41, SM 50, SM 50 Y	
JIS B 1186	摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット	F 8 T, F 10 T	溶接用鋼材
JIS G 3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR 24, SD 24, SD 30, SD 35	鋼棒
JIS B 1198	頭付きスタッド		スタッド

解説表 2.10 開削トンネルの使用材料 (開削トンネル指針¹⁰⁾, 1977年1月)

規格および名称		記号	備考
JIS G 3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK 50	鋼管および支承板
JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM 50	
JIS G 5201	溶接構造用遠心鑄鋼管	SCW 50-CF	
JIS G 5101	炭素鋼鑄鋼品	SC 49	鋼構造材
JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS 41, SS 50	
JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM 41, SM 50	

解説表 2.11 海洋鋼構造物の使用材料 (海洋鋼構造物設計指針 (案) 解説¹¹⁾, 1973年8月)

規格および名称		記号
JIS G 3101	一般構造用圧延鋼材	SS 41, SS 50
JIS G 3106	溶接構造用圧延鋼材	SM 41, A, B, C, SM 50, A, B, C, SM 50 Y, A, B, SM 53, B, C, SM 58
JIS G 3114	溶接構造用耐候性熱間圧延鋼材	SMA 41, A, B, C, SMA 50, A, B, C, SMA 58
JIS G 3444	一般構造用炭素鋼鋼管	STK 41, STK 50
JIS G 3104	リベット用圧延鋼材	SV 34, SV 41
JIS G 3105	チェーン用丸鋼	SBC
JIS G 3112	鉄筋コンクリート用棒鋼	SR, SD, SDC
JIS G 3350	一般構造用軽量形鋼	SSC
JIS G 3201	炭素鋼鍛鋼品	SF 50, SF 55
JIS G 5101	炭素鋼鑄鋼品	SC 46
JIS G 5102	溶接構造用鑄鋼品	SCW 42, SCW 49
JIS G 3502	ピアノ線材	SWRS
JIS G 3506	硬鋼線材	SWRH
JIS G 5501	ねずみ鑄鉄品	FC

JIS B1186	摩擦接合用高力六角ボルト・六角ナット・平座金のセット	F 8 T, F 10 T, F 11 T
JIS A 5525	鋼管ぐい	
JIS A 5526	H形鋼ぐい	
JIS A 5528	鋼矢板	SY
JIS Z 3211	軟鋼用被覆アーク溶接棒	
JIS Z 3212	高張力鋼用被覆アーク溶接棒	
JIS Z 3311	サブマージアーク溶接用ワイヤ	
JIS F 3303	電気溶接アンカーチェーン	

解説 表 2.12 アルミニウム合金構造物の使用材料（アルミニウム合金
土木構造物設計・製作指針案¹²⁾, 1977年11月）

規格および名称	
JIS H 4000	アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条
JIS H 4040	アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線
JIS H 4080	アルミニウム及びアルミニウム合金の継目無管
JIS H 4100	アルミニウム及びアルミニウム合金の押出形材
JIS H 4120	アルミニウム及びアルミニウム合金のリベット材

注) 主要部材に使用するアルミニウム合金は、5083, 6061, 7N01の3種類とする。

2.1.2 ケーブル材料およびワイヤロープ

(1) ケーブル材料

ケーブル材料は、表 2.2 に示される日本鋼構造協会制定「構造用ケーブル材料規格」に適合するものを標準とする。また、線材については JIS G 3506 あるいは JIS G 3502 に適合するものを用いることを標準とする。

表 2.2 構造用ケーブル材料の規格と名称

規格および名称		記号
JSS H03-1978	構造用ストランドロープ	St. R.
JSS H04-1978	構造用スパイラルロープ	Sp. R.
JSS H05-1978	構造用ロックドコイルロープ	L. C. R.
JSS H06-1978	平行線ストランド	P. W. S.

(2) ワイヤロープ

ワイヤロープは JIS G 3525 「ワイヤロープ」の規格に適合するものおよび同等以上の品質を有するものを標準とする。

【解説】 構造用ケーブル材料は、日本鋼構造協会制定「構造用ケーブル材料規格」に準拠し、線材については JIS G 3506 あるいは JIS G 3502 に適合するものを用いることを標準とし、主として動索に用いられているワイヤロープは JIS G 3525 「ワイヤロープ」の規格に適合するものを標準とした。

2.1.3 材料定数

設計計算に用いる材料定数の値は、表 2.3 に示す値を標準とする。

表 2.3 材料定数

材 料	ヤング係数	せん断弾性係数	ポアソン比
鋼・鉄鋼・鍛鋼	$2.1 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$	$8.1 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$	0.30
鋳鉄	$1.0 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$	$4.0 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$	0.25

【解 説】 鋼材の材料定数であるヤング係数，せん断弾性係数，ポアソン比は一定値ではなくばらつきを示すが，試験によって確認しない場合には表 2.3 に示す値を標準値として用いるものとした。また，温度変化の影響を考慮する場合の鋼の線膨張係数は $12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ を標準とする。

ケーブルまたは鋼線をたばねたものについては，応力-ひずみ曲線が普通の鋼材とは異なるので，それぞれについて別途定めることになる（PART B の 14.2.2 参照）。

参考のために，ステンレス鋼とアルミニウム合金の材料定数を記載する。ステンレス鋼については，ヤング係数 $1.97 \times 10^6 \text{ kgf/cm}^2$ ，線膨張係数 $17.3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ が標準値であり，熱伝導率は普通の鋼材の約 1/3 である。アルミニウム合金では，ヤング係数 $7.3 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ ，せん断弾性係数 $2.8 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ ，ポアソン比 1/3，線膨張係数 $21.6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ が標準である。

2.2 コンクリート

2.2.1 コンクリート材料

コンクリート材料は次に示す材料を用いるのを標準とする。

- 1) セメントは JIS R 5210, JIS R 5211, JIS R 5212, JIS R 5213 に適合するものとする。
- 2) 水は油，酸，塩類，有機不純物，懸濁物等，コンクリートおよび鋼材の品質に悪影響を及ぼす物質の有害量を含んでいないものとする。
- 3) 骨材は「コンクリート標準示方書（土木学会）」に適合する骨材とする。
- 4) 混和材は「コンクリート標準示方書（土木学会）」に適合する混和材とする。

【解 説】 道路橋示方書（I 共通編）¹¹⁾に規定されているコンクリート材料を，適用範囲を広げるため，コンクリート標準示方書（土木学会）¹³⁾を参考に一般化させた。

2.2.2 コンクリートの材料定数

コンクリートの材料定数は，実験あるいは既往のデータに基づいて定めることを原則とする。

【解 説】 コンクリート標準示方書 [設計編]¹³⁾の 3.2.5 では，『普通コンクリートのヤング係数は，原則として，JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」によって圧縮試験を行い，応力-ひずみ曲線を求め，圧縮強度の 1/3 の点と原点とを結ぶ割線弾性係数の試験値の平均値とする』と規定されている。

コンクリートのヤング係数の値は，設計計算に及ぼす影響が小さいことを理由に，弾性変形または不静定力の計算には，一般に解説 表 2.13 の値を用いることができると規定している。

また，繰返し荷重を受ける場合あるいは作用する応力が小さい場合には，ヤング係数の値は初期接線弾性係数に近い値を示すことを考慮して，解説 表 2.13 の値を 10 % 程度割増すのが良いとしている。

さらに，コンクリート標準示方書 [設計編]¹³⁾の 3.2.6 では，『コンクリートのポアソン比は，弾性範囲内では，一般に 0.2 としてよい。ただし，引張りを受けひび割れを許容する場合には 0 とする』と規定されている。また，

解説表 2.13 普通コンクリートのヤング係数 (コンクリート標準示方書¹³⁾)

材令 28 日での圧縮 試験強度の保証値 σ_{ck} (kgf/cm ²)	180	240	300	400	500	600
ヤング係数 E_c (kgf/cm ²)	2.2×10^5	2.5×10^5	2.8×10^5	3.1×10^5	3.3×10^5	3.5×10^5

コンクリート標準示方書 [設計編]¹³⁾の 3.2.7 では、『コンクリートの線膨張係数は、一般に $10 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ としてよい』と定めている。

一方、道路橋示方書 (I 共通編)¹⁾ 3.3 においては、鉄筋コンクリート構造物の不静定力あるいは弾性変形の算出およびプレストレストコンクリート部材の設計計算に用いるヤング係数を、解説表 2.14 のように定めている。

解説表 2.14 コンクリートのヤング係数 (道路橋示方書¹⁾)

材令 28 日での圧縮 試験強度の保証値 σ_{ck} (kgf/cm ²)	210	240	270	300	400	500
ヤング係数 E_c (kgf/cm ²)	2.6×10^5	2.7×10^5	2.85×10^5	3.0×10^5	3.5×10^5	4.0×10^5

ただし、鉄筋コンクリート部材の応力度の計算に用いるヤング係数比すなわち鋼のヤング係数とコンクリートのヤング係数との比は 15 と定めている。さらに、コンクリートのポアソン比については、一般に 1/6 であるとしている。

参 考 文 献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 (I 共通編, II 鋼橋編), 1980 年 2 月.
- 2) 土木学会：国鉄建造物設計標準解説, 1983 年 4 月.
- 3) 日本建築学会：鋼構造設計規準, 1973 年 5 月.
- 4) 電気学会：送電用支持物設計標準, 1979 年 11 月.
- 5) 水門鉄管協会：水門鉄管技術基準, 1981 年 11 月.
- 6) 日本道路協会：石油パイプライン技術基準 (案), 1974 年 3 月.
- 7) 日本港湾協会：港湾の施設の技術上の基準・同解説, 1979 年 3 月.
- 8) 日本ガス協会：LNG 地上式貯槽指針, 1981 年 12 月.
- 9) 日本道路協会：鋼管矢板基礎設計指針, 1984 年 2 月.
- 10) 土木学会：開削トンネル指針, 1977 年 1 月.
- 11) 土木学会：海洋鋼構造物設計指針 (案) 解説, 1973 年 8 月.
- 12) 軽金属協会：アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針案, 1977 年 11 月.
- 13) 土木学会：コンクリート標準示方書 [設計編, 施工編], 1986 年 10 月.