

## 目 次

## A 用語, 単位換算表

A 1	用語と簡単な説明	P 1
A 2	換算表	8
A 2.1	応力の換算率および換算表	8
A 2.2	温度の換算率および換算表	10
A 2.3	長さの換算率	10
A 2.4	面積の換算率	10
A 2.5	体積の換算率	10
A 2.6	力の換算率	10
A 2.7	密度の換算率	10
A 2.8	速度の換算率	11
A 2.9	仕事, エネルギーの換算率	11
A 2.10	動力の換算率	11

## B 総 論

B 1	応力解析	12
B 1.1	応力とひずみ (弾性域)	12
B 1.1.1	応力と応力成分	12
B 1.1.2	一点の応力	12
B 1.1.3	主応力と主せん断応力	13
B 1.1.4	ひずみとひずみ成分	14
B 1.1.5	一点のひずみ	14
B 1.1.6	主ひずみと主せん断ひずみ	15
B 1.1.7	応力とひずみとの関係	15
B 1.1.8 a	平面応力の応力平衡式等	16
B 1.1.8 b	平面ひずみの応力平衡式等	16
B 1.1.9	境界条件	17
B 1.1.10	弾性基礎方程式の解	17
B 1.1.11	重ね合せの法則	18
B 1.1.12	Saint-Venant の原理	18
B 1.1.13	残留応力	18
B 1.1.14	熱応力	19
B 1.2	応力測定	19

B 1.2.1	応力測定概説	19
B 1.2.2	ひずみ測定により応力値を求める公式	19
<b>B 2</b>	<b>材料の強さ</b>	<b>21</b>
B 2.1	静的破損と破壊	21
B 2.1.1	破損と破壊	21
B 2.1.2	すべり破壊と分離破壊	21
B 2.1.3	破損の法則	21
B 2.1.4	破壊の法則	23
B 2.2	疲れ	23
B 2.2.1	疲れ現象および疲れ試験	23
B 2.2.2	寸法, 形状, 表面あらさの影響	24
B 2.2.3	その他の影響	26
B 2.2.4	変動応力を受ける場合の寿命	27
B 2.3	摩擦	27
B 2.4	衝撃	27
B 2.5	高温	29
B 2.5.1	クリープ	29
B 2.5.2	高温疲労	30
B 2.5.3	熱疲労	30
B 2.5.4	熱衝撃	30
B 2.6	低温ぜい性	31
<b>B 3</b>	<b>許容応力と安全率</b>	<b>33</b>
B 3.1	設計の基礎	33
B 3.2	許容応力と安全率の関係	33
B 3.3	各種の組合せ応力を受ける場合の設計応力と許容応力	34
B 3.4	安全率の考え方	35
<b>C 材料の性質および図形の性質</b>		
<b>C 1</b>	<b>鉄鋼材料</b>	<b>37</b>
C 1.1	炭素鋼	37
C 1.2	構造用特殊鋼	37
C 1.3	鋳鉄, 鋳鋼	38
C 1.4	耐熱鋼	39
<b>C 2</b>	<b>非鉄材料</b>	<b>39</b>
C 2.1	銅合金 (表 1)	39
C 2.2	アルミニウム合金およびチタン合金 (表 1)	39

C 3	非金属材料	41
C 4	図形の諸性質	42
C 4.1	平面図形の性質の公式	42
C 4.1.1	図心	42
C 4.1.2	断面2次モーメント	42
C 4.1.3	断面の主軸，主断面2次モーメント	43
C 4.1.4	断面2次極モーメント	43
C 4.2	真直棒の断面図形の諸性質（表1）	43

## D データ集

D 1	引張棒および短柱	47
D 1.1	引張試験および圧縮試験	47
D 1.1.1	荷重-変形図	47
D 1.1.2	JIS規格の引張試験による機械的性質の値の定義と測定精度 (JIS Z 2241)（表1）	47
D 1.1.3	公称応力，真応力，公称ひずみ，対数ひずみ	47
D 1.1.4	$n$ 乗硬化特性	49
D 1.2	偏心荷重をうける引張棒と短柱	50
D 1.2.1	核	50
D 1.3	漸変断面の引張棒	50
D 1.3.1	自重を考えた場合の平等強さの引張棒	50
D 1.4	段付棒の引張形状係数 $\alpha$ と切欠き係数 $\beta$	51
D 1.4.1	段付棒の引張形状係数 $\alpha$	51
D 1.4.2	段付棒の引張切欠き係数 $\beta$	52
D 1.5	みぞ，穴付棒の引張形状係数 $\alpha$ と切欠き係数 $\beta$	57
D 1.5.1	みぞ付棒の引張形状係数 $\alpha$	57
D 1.5.2	みぞ付丸棒の引張圧縮切欠き係数 $\beta$	58
D 1.5.3	穴付棒の引張形状係数 $\alpha$	60
D 1.5.4	穴付棒の引張切欠き係数 $\beta$	61
D 1.6	棒の縦振動，縦衝撃	63
D 1.6.1	一樣断面棒の縦自由振動	63
D 1.6.2	一樣断面棒の縦強制振動	64
D 1.6.3	一樣断面棒の縦衝撃	65
D 1.7	棒の熱応力，残留応力	66
D 1.7.1	棒の熱応力	66
D 1.7.2	棒の残留応力	66

D 2	真直はり	68
D 2.1	真直はりの理論・解法・基本式	68
D 2.1.1	図心軸と弾性中心軸	68
D 2.1.2	はりの支持形式, 静定はり, 不静定はり	68
D 2.1.3	荷重・支点反力・断面力	69
D 2.1.4	単純曲げ理論, 真直はりの曲げ応力	72
D 2.1.5	真直はりのたわみの解法	74
D 2.1.6	真直はりのせん断応力, せん断中心	82
D 2.2	単スパン真直はりの図表	90
D 2.3	特殊な荷重条件・支持条件のはり	91
D 2.3.1	移動荷重をうけるはり	91
D 2.3.2	連続はり	103
D 2.3.3	弾性床上のはり	107
D 2.4	組合せはり, 平等強さのはり	108
D 2.4.1	組合せはりの一般解法	108
D 2.4.2	鉄筋コンクリートはり	109
D 2.4.3	平等強さのはり	113
D 2.5	真直はりの大たわみ, 横倒れ座屈	114
D 2.5.1	真直はりの大たわみ	114
D 2.5.2	真直はりの横倒れ座屈	117
D 2.6	真直はりの横振動, 曲げ衝撃	119
D 2.6.1	真直はりの横振動	119
D 2.6.2	真直はりの曲げ衝撃	124
D 2.7	はりの塑性問題と極限設計	126
D 2.7.1	真直はりの弾塑性変形	126
D 2.7.2	真直はりの極限設計	132
D 2.8	はりの曲げの形状係数 $\alpha$ と切欠き係数 $\beta$	132
D 3	曲りはり	137
D 3.1	曲りはり	137
D 3.1.1	曲りはりの応力	137
D 3.1.2	曲りはりの断面係数	140
D 3.1.3	曲りはりの変形	142
D 3.2	面内外の荷重を受ける円弧はりおよび円輪その他の公式集	143
D 3.2.1	面内荷重を受ける円弧はりおよび円輪	143
D 3.2.2	面に垂直な荷重を受ける円弧はりおよび円弧	147
D 3.2.3	その他 (U字型はり, O型はり, だ円型はり, 円輪およびアーチの座屈)	147

D 4	柱	152
D 4.1	軸圧縮をうける柱のたわみ座屈	152
D 4.1.1	軸圧縮をうける長柱の弾性たわみ座屈	152
D 4.1.2	柱の塑性座屈の理論式	153
D 4.1.3	軸圧縮をうける柱のたわみ座屈の実験式	154
D 4.1.4	中間荷重のある柱の弾性座屈	158
D 4.2	偏心荷重, 元たわみのある柱の座屈	159
D 4.2.1	偏心圧縮荷重による柱のたわみ座屈	159
D 4.2.2	元たわみのある柱のたわみ座屈	159
D 4.3	横荷重またはねじりをうける柱	160
D 4.3.1	軸圧縮とねじりをうける柱の座屈	160
D 4.3.2	ビーム柱 (軸力と横荷重および曲げモーメントをうける柱)	160
D 4.3.3	ビーム柱の横倒れ座屈 (軸力と横荷重, 曲げモーメントをうける 深いはりの横倒れ座屈)	163
D 4.4	薄肉断面柱の座屈	166
D 4.4.1	軸圧縮をうける薄肉断面柱のねじれ座屈および曲げねじれ座屈	167
D 4.4.2	軸圧縮をうける薄肉断面柱の局部座屈 (壁面座屈)	167
D 4.5	最小重量の柱	172
D 4.5.1	柱の最小重量条件	172
D 4.6	動的負荷による柱の座屈	174
D 4.6.1	横振動する柱の軸圧縮によるたわみ座屈	174
D 4.6.2	衝撃圧縮をうける柱	174
D 4.7	柱のクリープ座屈	175
D 5	軸	176
D 5.1	軸のねじり	176
D 5.1.1	丸軸の応力	176
D 5.1.2	丸軸の変形	177
D 5.1.3	強さによる軸径の図表	177
D 5.1.4	変形による軸径の求め方	182
D 5.1.5	材料の疲れと軸径	182
D 5.1.6	伝動軸	185
D 5.1.7	軸の危険速度	187
D 5.2	各種断面軸のねじり公式, 図表	190
D 5.2.1	断面一様, 真直棒のねじり公式, 図表	190
D 5.2.2	薄肉断面棒のねじり	193
D 5.3	段付丸棒のねじりの形状係数 $\alpha$ と切欠き係数 $\beta$	193
D 5.3.1	段付丸棒のねじりの形状係数 $\alpha$	193

D 5.3.2	段付丸棒の切欠き係数 $\beta$ . . . . .	194
D 5.3.3	環状Vみぞ付丸棒のねじりの切欠き係数 $\beta$ . . . . .	194
D 5.3.4	穴付丸棒のねじりの切欠き係数 $\beta$ . . . . .	194
D 5.4	軸のねじり振動 . . . . .	196
D 5.4.1	軸のねじり剛性, 相当長さ . . . . .	197
D 5.4.2	固有振動数 . . . . .	197
D 6	平板の曲げ . . . . .	200
D 6.1	平板の曲げ . . . . .	200
D 6.1.1	厚さ一様な等方性平板の曲げ . . . . .	200
D 6.1.2	直交異方性板の曲げ . . . . .	201
D 6.1.3	厚さの漸変する平板の曲げ . . . . .	201
D 6.2	平板の曲げの公式図, 表 . . . . .	201
D 6.2.1	厚さ一様な平板の曲げの公式と計算図表 . . . . .	201
D 6.2.2	穴, 切欠きなどのある平板の曲げの形状形数 $\alpha$ . . . . .	205
D 6.3	弾性床上の平板のたわみ . . . . .	206
D 6.3.1	弾性床上の無限平板のたわみ . . . . .	206
D 6.3.2	弾性床上の円形平板のたわみ . . . . .	209
D 6.3.3	弾性床上の長方形平板のたわみ . . . . .	210
D 6.4	平板の大たわみ . . . . .	210
D 6.4.1	円板の大きなたわみ (軸対称変形の場合) . . . . .	210
D 6.4.2	一様分布荷重による長方形板の大きなたわみ . . . . .	213
D 6.5	平板の座屈 . . . . .	213
D 6.5.1	長方形板の座屈 . . . . .	214
D 7	平板の面内応力 . . . . .	218
D 7.1	二次元弾性問題 . . . . .	218
D 7.1.1	平面応力 . . . . .	218
D 7.1.2	平面ひずみ . . . . .	220
D 7.2	各種形状の平板の面内応力 . . . . .	220
D 7.2.1	無限板 . . . . .	220
D 7.2.2	帯板 . . . . .	223
D 7.2.3	半無限板および楔板 . . . . .	223
D 7.2.4	各種形状の板 . . . . .	223
D 7.2.5	環 . . . . .	225
D 7.2.6	穴縁に外力を受ける無限板 . . . . .	226
D 7.3	穴, 切欠きなどのある平板の形状係数の公式図表 . . . . .	227
D 7.3.1	無限小切欠き . . . . .	227
D 7.3.2	穴のある無限板 (半無限板を含む) . . . . .	227

D 7.3.3	補強された穴のある板	231
D 7.3.4	段付板	231
D 7.3.5	穴，切欠きのある帯板	231
D 8	殻（曲面板）	237
D 8.1	殻（曲面板）の理論	237
D 8.1.1	膜理論	237
D 8.1.2	曲げ理論	245
D 8.2	軸対称殻の応力式	252
D 9	薄板構造	259
D 9.1	薄板構造	259
D 9.1.1	薄板構造の形態と理論	259
D 9.1.2	薄板構造の形態	259
D 9.2	棒理論の薄板構造への応用	260
D 9.2.1	せん断曲げ理論	261
D 9.2.2	単純ねじり理論	262
D 9.2.3	ゆがみねじり理論	263
D 9.3	平板，殻理論の薄板構造への応用	274
D 9.3.1	弾性的有効幅	274
D 9.4	板面単純理論	278
D 9.4.1	薄いウェブのはり	279
D 9.4.2	せん断流理論	279
D 9.4.3	張力場理論	285
D 9.4.4	半張力場理論	286
D 9.4.5	板場理論	286
D 10	円筒，球殻	289
D 10.1	内圧をうける薄肉円筒，薄肉球殻	289
D 10.2	内外圧を受ける厚肉円筒	289
D 10.2.1	内外圧を受ける厚肉円筒の応力	289
D 10.2.2	内外圧を受ける厚肉円筒のひずみおよび変位	291
D 10.3	厚肉円筒の熱応力	292
D 10.3.1	厚肉円筒の熱応力	292
D 10.3.2	厚肉円筒の内圧応力と熱応力との関連	292
D 10.4	組合せ円筒および焼ばめ	293
D 10.5	内外圧を受ける厚肉球殻	294
D 11	回転円板	295
D 11.1	回転円板	295

D 11.2	平等強さの回転円板	296
D 11.3	円板の遠心応力と熱応力	296
D 11.3.1	円板の熱応力	296
D 11.3.2	円板の遠心応力と熱応力の近似的解法	298
D 12	その他	303
D 12.1	ヘルツの接触の公式	303
D 12.2	コイルばね	306
索引		311