

# 目 次

## 1. 緒 論

- 1.1 コンクリートの破損とコンクリート構造物の破損 ..... 1
- 1.2 コンクリートの組成と組織 ..... 2
  - 1.2.1 まだ固まらないコンクリートの組織.....2
  - 1.2.2 硬化したコンクリートの組成と構造.....2

## 2. まだ固まらないコンクリートの物性と施工特性

- 2.1 概 説 ..... 4
- 2.2 まだ固まらないコンクリートの粘着力と弾性的性質 ..... 5
  - 2.2.1 粘着力と凝集力.....5
  - 2.2.2 剛性率とせん断強度.....7
  - 2.2.3 体積弾性率.....8
- 2.3 まだ固まらないコンクリートの流動特性 ..... 9
  - 2.3.1 物質の流動.....9
  - 2.3.2 流動特性の測定方法.....11
  - 2.3.3 コンクリートの流動特性.....15
  - 2.3.4 ポンプ輸送時におけるコンクリートの流動性状.....18
- 2.4 コンクリートの配合とコンシステンシー .....21
  - 2.4.1 コンクリートのレオロジー特性とコンシステンシー試験値との関連性...21
  - 2.4.2 コンクリートの単位水量とコンシステンシーとの関係.....25
  - 2.4.3 コンクリートの配合とコンシステンシーとの関係.....29
  - 2.4.4 最適細骨材率.....29
  - 2.4.5 混和剤の影響.....30
- 2.5 振動締固めに対する性質 .....32

2.5.1	振動によるコンクリートの液状化	32
2.5.2	振動特性と液状化作用との関係	32
2.6	材料分離に対する抵抗性	34
2.6.1	材料分離	34
2.6.2	施工中の材料分離	35
2.7	打込み後におけるコンクリートの沈下とブリージング	38
2.7.1	沈下収縮とブリージング	38
2.7.2	沈下収縮とブリージングとの関係	39
2.7.3	プラスチック収縮ひびわれと表層剥離	40
2.7.4	ブリージング特性	41
2.8	型わくにおよぼすコンクリートの側圧	43
2.8.1	側圧に影響する要因	43
2.8.2	最大側圧	45

### 3. セメントの水和とコンクリートの硬化過程

3.1	ポルトランドセメントの化合物と水和反応	47
3.1.1	ポルトランドセメントの化学成分と鉱物組成	47
3.1.2	セメント化合物の水和反応	47
3.1.3	セメントの水和熱とコンクリートの断熱温度上昇	49
3.2	ポルトランドセメントの凝結と硬化	51
3.2.1	コロイドとゲル	51
3.2.2	ポルトランドセメントの凝結・硬化の過程	52
3.2.3	正常な凝結と異常凝結	53
3.2.4	凝結促進剤と遅延剤の作用	54
3.3	硬化したセメントペーストの微視的構造	55
3.3.1	セメントゲル	55
3.3.2	セメントペーストの空隙と比表面積	56
3.3.3	硬化したセメントペースト中の水	57
3.4	セメントペーストの水和とコンクリートの強度	58
3.4.1	セメントペーストの強度	58

3.4.2	セメントの水和度とコンクリートの強度との関連	60
3.4.3	材令とセメントの水和度およびコンクリートの強度との関係	62
3.4.4	セメントペーストと骨材の結合機構	63
3.5	コンクリートの硬化におよぼす環境条件の影響	64
3.5.1	温度の影響	64
3.5.2	湿度の影響	67

## 4. 硬化したコンクリートの力学的特性

4.1	固体の構造と強度	69
4.1.1	固体の結合形式	69
4.1.2	固体の理想強度	71
4.1.3	ぜい性材料のへき開強度	73
4.1.4	応力によるコンクリートの内部構造の破損と破壊	79
4.2	コンクリートの強度	81
4.2.1	コンクリートの強度の定義	81
4.2.2	コンクリートの強度に影響する要因	81
4.2.3	材料の強度とコンクリートの強度との関係	82
4.2.4	コンクリートの含水状態と温度の影響	84
4.2.5	種々な応力状態におけるコンクリートの強度	85
4.2.6	コンクリートの疲労	90
4.2.7	コンクリートと鉄筋の付着性状	92
4.3	コンクリートの弾性と塑性	97
4.3.1	材料の弾性と塑性	97
4.3.2	コンクリートの応力-ひずみ曲線	99
4.3.3	コンクリートの弾性係数	101
4.3.4	二相材料としてのコンクリートのヤング係数とポアソン比	103
4.4	コンクリートのクリープ	106
4.4.1	コンクリートのクリープの特性	106
4.4.2	コンクリートのクリープに影響する要因	109
4.4.3	クリープ方程式	112
4.4.4	平行移動の法則と重ね合わせの原理	116

4.4.5	コンクリートのクリープ機構	118
-------	---------------	-----

## 5. 硬化したコンクリートの物理的な特性

5.1	乾燥収縮	123
5.1.1	コンクリートの乾燥と吸湿	123
5.1.2	セメントペーストの乾燥収縮とコンクリートの乾燥収縮	126
5.1.3	セメントペーストの乾燥収縮機構	127
5.1.4	設計計算に用いる乾燥収縮ひずみの値	130
5.2	温度変化によるコンクリートの体積変化	131
5.2.1	温度変化によるセメントペーストの体積変化機構	131
5.2.2	熱膨張率におよぼす骨材の影響	132
5.3	コンクリートの熱伝導と温度変化	132
5.3.1	コンクリートの熱的性質	132
5.3.2	内部発熱がある場合の熱伝導方程式	133
5.3.3	表面条件と初期条件	136
5.3.4	コンクリートの温度変化と熱応力	137
5.4	コンクリートの水密性	140
5.4.1	透水現象と熱伝導の類似性	140
5.4.2	コンクリートの透水係数と拡散係数との関係	141
5.4.3	コンクリートの透水係数	142
5.5	放射線に対する遮へい性	143
5.5.1	放射線のエネルギー	143
5.5.2	放射線の吸収と減衰	145
5.5.3	遮へい用コンクリートに必要な性質	146
5.6	高温度におけるコンクリートの性質	148
5.6.1	高温度下で使用されるコンクリート構造物	148
5.6.2	高温度下におけるコンクリートの力学的性質	148
5.6.3	熱的性質におよぼす温度の影響	149
5.7	極低温度におけるコンクリートの性質	150
5.7.1	極低温度下で使用されるコンクリート構造物	150
5.7.2	セメントペースト中の水の氷点	151

5.7.3 低温度下におけるコンクリートの性質……155

## 6. コンクリートの耐久性

6.1	凍結融解に対する耐久性	157
6.1.1	凍結融解によるコンクリートの破損の種類	157
6.1.2	凍結時に生じる内部圧力	157
6.1.3	セメントペーストの耐久性におよぼす気泡の影響	161
6.1.4	耐久性改善に必要な空気量	165
6.1.5	コンクリートの耐久性におよぼす骨材の影響	166
6.1.6	表層剝離の発生機構	168
6.2	すりへり抵抗性	169
6.2.1	すりへりの原因	169
6.2.2	機械的な摩耗作用に対する抵抗性	169
6.2.3	空洞現象による侵食	170
6.3	耐火性	171
6.3.1	火熱によるコンクリートの強度と弾性係数の低下	171
6.3.2	残存強度の回復	172
6.3.3	鉄筋コンクリートの耐火性	172
6.4	コンクリートの中性化と鉄筋の腐食	173
6.4.1	セメントペーストの炭酸化によるコンクリートの中性化	173
6.4.2	コンクリートの中性化速度	173
6.4.3	コンクリート中の鉄筋の腐食	175
6.4.4	鉄筋コンクリートの残留ひびわれ幅の影響	177
6.5	海水に対する抵抗性	178
6.5.1	コンクリート構造物に対する海水の侵食作用	178
6.5.2	セメントペーストに対する海水の化学的作用	178
6.5.3	海水の作用を受けるコンクリート中の鉄筋の腐食	179
6.5.4	コンクリートの耐海水性に影響する要因	180
6.6	鉄筋コンクリートの電食	181
6.6.1	電食の原因	181
6.6.2	電食機構	181

## 7. 特殊コンクリートの特性

7.1	超早強ポルトランドセメントコンクリート .....	184
7.1.1	超早強ポルトランドセメントの特性.....	184
7.1.2	超早強ポルトランドセメントコンクリートの特性.....	187
7.2	超速硬セメントコンクリート .....	188
7.2.1	超速硬セメントの特性.....	188
7.2.2	超速硬セメントコンクリートの性質.....	190
7.3	アルミナセメントコンクリート .....	190
7.3.1	アルミナセメントの化学成分と水和反応の特性.....	190
7.3.2	アルミナセメントコンクリートの凝結と硬化.....	191
7.4	膨張コンクリート .....	194
7.4.1	膨張性セメント混和材.....	194
7.4.2	膨張コンクリートの膨張特性とその利用.....	195
7.4.3	膨張速度式.....	196
7.4.4	膨張コンクリートの強度と耐久性.....	198
7.5	高強度コンクリート .....	199
7.5.1	高強度化の原理と方法.....	199
7.5.2	高強度用減水剤の特性.....	200
7.5.3	高強度用減水剤を用いたコンクリートのワーカビリティ.....	201
7.5.4	高強度用減水剤を用いたコンクリートの強度.....	202
7.6	プラスチックコンクリート .....	203
7.6.1	プラスチックコンクリートの種類.....	203
7.6.2	レジンコンクリートの特性.....	203
7.6.3	ポリマー含浸コンクリートの特性.....	204
7.6.4	ポリマーセメントコンクリートの特性.....	204
索引	.....	207