

## 樹脂材料による複合技術の最先端

### 目 次

|                      | 頁   |
|----------------------|-----|
| はじめに                 | 1   |
| 第1章 樹脂材料の種類と性能       | 1   |
| 1.1 樹脂材料の種類と性能       | 1   |
| 1.1.1 概要             | 1   |
| 1.1.2 樹脂材料の種類        | 1   |
| 1.1.3 樹脂製品使用上の注意     | 3   |
| 1.2 樹脂材料の種類          | 5   |
| 1.2.1 エポキシ樹脂         | 5   |
| 1.2.2 ウレタン／ウレア樹脂     | 9   |
| 1.2.3 不飽和ポリエステル樹脂    | 13  |
| 1.2.4 ビニルエステル樹脂      | 18  |
| 1.2.5 MMA 樹脂         | 23  |
| 1.2.6 アクリル樹脂         | 29  |
| 1.2.7 シリコーン樹脂        | 32  |
| 1.2.8 変性シリコーン樹脂      | 35  |
| 1.2.9 ポリサルファイド樹脂     | 38  |
| 1.2.10 フッ素樹脂         | 40  |
| 1.2.11 フェノール樹脂       | 43  |
| 第2章 用途別樹脂材料          | 47  |
| 2.1 概要               | 47  |
| 2.2 接合用樹脂            | 49  |
| 2.2.1 シーリング材         | 49  |
| 2.2.2 フレッシュコンクリート接合  | 53  |
| 2.3 補強用樹脂            | 61  |
| 2.3.1 連続繊維シート補強      | 61  |
| 2.3.2 鋼板接着           | 68  |
| 2.4 表面被覆用樹脂          | 74  |
| 2.4.1 コンクリート構造物の表面被覆 | 74  |
| 2.4.2 鋼構造物の表面被覆      | 79  |
| 2.4.3 コンクリート片はく落防止対策 | 84  |
| 2.5 複合材料(FRP)用樹脂     | 86  |
| 2.6 樹脂アンカー用樹脂        | 104 |
| 2.7 ひび割れ注入用樹脂        | 116 |

|                                 |     |
|---------------------------------|-----|
| 2.8 床版防水用樹脂                     | 124 |
| 2.9 上下水道施設用樹脂                   | 129 |
| 2.9.1 上水道施設用樹脂                  | 129 |
| 2.9.2 下水道施設用樹脂                  | 132 |
| <br>                            |     |
| 第3章 複合構造としての適用事例                | 137 |
| 3.1 概要                          | 137 |
| 3.2 接合用途                        | 138 |
| 3.2.1 鋼床版 SFRC 補強工法             | 138 |
| 3.2.2 接着接合型 RC 床版上面増厚工法         | 142 |
| 3.2.3 空港エプロンにおける薄層付着オーバーレイ工法    | 145 |
| 3.3 補強用途                        | 148 |
| 3.3.1 FRP による橋脚の耐震補強工法          | 148 |
| 3.3.2 FRP による鋼構造物の補修工法          | 153 |
| 3.3.3 FRP による RC 床版の補強工法        | 160 |
| 3.4 表面被覆用途                      | 163 |
| 3.4.1 コンクリート片はく落防止工法            | 163 |
| 3.4.2 紫外線硬化型 FRP シート工法          | 165 |
| 3.5 複合材料 (FRP) 用途               | 170 |
| 3.5.1 シールドトンネルなどの発進・到達立坑        | 170 |
| 3.5.1 FRP 製材料を適用した付属物           | 184 |
| 3.6 樹脂アンカー                      | 186 |
| 3.7 ひび割れ注入                      | 188 |
| 3.8 床版防水                        | 199 |
| 3.9 上下水道                        | 205 |
| 3.9.1 上下水道における防食シートライニング工法      | 205 |
| 3.9.2 下水道における樹脂ライニング工法          | 218 |
| 3.9.3 上水道における樹脂ライニング工法          | 222 |
| <br>                            |     |
| 第4章 複合構造における樹脂材料に期待される性能と新技術    | 225 |
| 4.1 概要                          | 225 |
| 4.2 耐久性を確保するための現状と課題            | 226 |
| 4.2.1 防食特性                      | 226 |
| 4.2.2 強度特性                      | 228 |
| 4.2.3 接着特性                      | 229 |
| 4.3 樹脂材料の接合部で考慮すべき力学的な影響と新たな設計法 | 232 |
| 4.3.1 樹脂材料による接合強度の設計            | 232 |
| 4.3.2 接合用樹脂の厚さの影響               | 239 |
| 4.3.3 接合用樹脂層のせん断剛性の影響           | 241 |
| 4.3.4 樹脂材料の仕様が及ぼす有効接着長さへの影響     | 245 |
| 4.3.5 硬化収縮による接合面の残留応力の推定        | 247 |

|  |     |
|--|-----|
| あとがき                                     | 251 |
| 付録 樹脂の材料試験要領                             | 253 |
| 記録 1 : 土木研究所 材料地盤研究グループ FRP 試験橋梁         | 261 |
| 記録 2 : NEXCO 東日本 千歳工事事務所管内 橋梁&トンネル工事視察報告 | 267 |