

目次

第1章 総説	1— 1
1.1 はじめに	1— 1
1.2 高速道路建設の法制化	1— 1
1.3 高速道路の土工技術	1— 3
1.3.1 名神高速道路	1— 3
1.3.2 東名高速道路	1— 6
1.4 高速道路の全国展開への技術的対応	1— 7
1.5 維持管理の時代	1— 7
第2章 盛土	2— 1
2.1 盛土に関する設計・施工の基本的方針	2— 1
2.1.1 日本の高速道路の特徴	2— 1
2.1.2 基本方針	2— 1
2.2 盛土施工技術の始め	2— 2
2.2.1 名神までの土工	2— 2
(1) 土工の始まり—アメリカからの大型機械, 土質力学の導入—	2— 2
(2) 機械化施工の始まり—札幌・千歳間道路, 戸塚国道改良工事—	2— 2
(3) 関東ロームの機械化土工の確立	2— 3
2.2.2 名神での飛躍	2— 4
(1) 阪奈道路における試行	2— 4
(2) 盛土横断構成の決定	2— 4
(3) 本格的な機械化施工	2— 4
(4) 施工管理体制の構築	2— 5
(5) 施工管理の指導と監督	2— 6
(6) 締め固める目的	2— 7
(7) 現場での工夫: セレクト材	2— 7
(8) 品質規定方式の導入	2— 7
(9) 品質管理に用いる試験方法の確立	2— 8
(10) 山科工事—最初の土工工事—	2— 9
(11) 名神高速道路設計要領	2— 13
(12) 土質工学会技術賞受賞	2— 17
2.2.3 東名・中央道での技術革新	2— 17
(1) 高速自動車国道設計要領	2— 17

目次

(2) 東名・中央道建設時代の盛土施工	2— 17
(3) 東名・中央道建設時代の盛土設計	2— 18
(4) 関東ロームへの挑戦	2— 19
2.3 盛土施工技術の確立と新たな課題への取組み	2— 24
2.3.1 新規5道時代の施工	2— 24
(1) 設計要領の改定－昭和45年－	2— 24
(2) ローコスト化の努力	2— 25
(3) 構造物取付け部の段差軽減対策	2— 26
【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット① 急傾斜地盤上の高盛土 / 東北自動車道	2— 29
【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット② 踏掛版の登場 / 第三京浜道路	2— 30
2.3.2 特殊な盛土材料の施工技術	2— 31
(1) 鹿沼土－混合による改良－	2— 31
(2) 熊本灰土の施工法－フィルター層の設置－	2— 31
(3) 九州しらす施工法	2— 32
2.3.3 横断道路時代の施工	2— 33
(1) 設計要領の改定－昭和58年－	2— 33
(2) 材料の品質の緩和	2— 33
(3) R I 計器の開発－多点管理－	2— 34
(4) 転圧機種の見直し	2— 35
(5) 特別規定値の導入－礫補正に代わる管理方法－	2— 36
(6) 品質管理の実態	2— 36
(7) 岩塊盛土施工基準の整備	2— 36
(8) 脆弱岩に関する設計・施工方法の確立	2— 37
2.3.4 土質安定処理	2— 39
(1) 安定処理の始まり	2— 39
(2) セメント安定処理	2— 40
(3) 安定処理による現地発生材の有効利用	2— 40
2.3.5 寒冷地での凍上対策	2— 41
(1) 凍上による支障実態	2— 41
(2) 凍上試験方法の制定	2— 42
(3) 凍上対策の体系化	2— 42
2.4 新東名での技術の集大成と挑戦	2— 45

目次

2.4.1	高盛土・大規模盛土の設計・施工	2— 45
(1)	新東名建設にあたっての課題	2— 45
(2)	高盛土の安定性の確保	2— 45
(3)	ゾーニング設計の採用	2— 46
(4)	排水対策の強化	2— 46
(5)	高盛土・大規模盛土の効率的な施工	2— 46
(6)	大型施工機械の導入	2— 47
(7)	大型転圧機による厚層盛土	2— 47
(8)	GPSを利用した締固め管理	2— 48
(9)	動態観測工	2— 49
2.4.2	高盛土・大規模盛土の施工事例	2— 49
(1)	清水地区90m盛土－加瀬沢盛土－	2— 49
(2)	掛川地区の泥岩施工－掛川PA－	2— 50
(3)	沼津地区の愛鷹ローム施工	2— 53
2.4.3	土壌環境への配慮	2— 54
(1)	概要	2— 54
(2)	対策内容	2— 54
(3)	対策の内訳	2— 55
(4)	まとめと課題	2— 56
2.5	盛土の長期保全に向けて	2— 58
2.5.1	供用盛土の新たな課題	2— 58
2.5.2	降雨災害の事例	2— 58
(1)	上信越自動車道 富岡地区	2— 58
(2)	山陽自動車道 甘木地区	2— 59
2.5.3	地震による盛土被害	2— 60
(1)	平成16年新潟県中越地震－関越自動車道の盛土被害－	2— 60
(2)	駿河湾沖地震－東名高速道路 牧之原地区－	2— 62
(3)	東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）	2— 64
2.5.4	災害を踏まえた技術基準等への反映	2— 65
(1)	排水対策の強化	2— 65
(2)	地震時の安定検討	2— 66
(3)	大規模な災害を防ぐためには・・・	2— 66
(4)	盛土の大規模修繕	2— 67
2.6	おわりに	2— 67

目次

第3章 切土	3— 1
3.1 はじめに	3— 1
3.2 切土のり面	3— 1
3.2.1 切土のり面勾配	3— 1
3.2.2 長大切土のり面	3— 2
3.2.3 崩壊性要因を持つ地質のり面	3— 4
(1) 概要	3— 4
(2) 浸食に弱い土質	3— 4
(3) 固結度の低い土砂や強風化岩	3— 4
(4) 風化が速い岩	3— 7
(5) 蛇紋岩	3— 9
(6) 割れ目の多い岩	3— 11
(7) 割れ目が流れ盤となる岩	3— 12
(8) 構造的弱線をもつ地質	3— 13
3.3 地すべり対策	3— 17
3.3.1 地すべりの安定解析	3— 17
(1) 地すべりの分類	3— 17
(2) 安定解析手法	3— 19
(3) 現状安全率	3— 19
(4) 計画安全率	3— 20
(5) トンネル坑口地すべり	3— 20
(6) 管理基準（施工段階）	3— 21
3.3.2 地すべり対策工法	3— 21
(1) 抑止杭	3— 21
(2) グラウンドアンカー工	3— 23
【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット③	3— 28
執念の地すべり対策 / 中央自動車道	
3.3.3 地すべり対策工の維持管理	3— 29
(1) 地下水排除工	3— 29
(2) 抑止杭	3— 29
(3) グラウンドアンカー	3— 30
(4) 管理基準（維持管理段階）	3— 32
3.4 落石対策	3— 34

目次

3.5 土石流対策	3— 36
3.5.1 高速道路における主要な災害とその特徴	3— 36
3.5.2 舞鶴自動車道（丹南第一トンネル南坑口部）の土石流災害	3— 37
(1) 災害発生の要因	3— 37
(2) 災害対策	3— 37
3.5.3 土石流対策の手引きの策定	3— 37
3.5.4 土石流諸量の計画基準	3— 38
(1) 土石流の計画流出土砂量	3— 38
(2) 道路近傍空間の活用	3— 39
3.5.5 供用中高速道路における土石流対策の課題	3— 39
(1) ハード対策	3— 39
(2) ソフト対策	3— 39
第4章 のり面保護工	4— 1
4.1 はじめに	4— 1
4.2 植物によるのり面保護工（植生工，植栽工）	4— 2
4.2.1 植生工技術	4— 2
4.2.2 植生工の種類	4— 4
4.2.3 植栽工技術	4— 7
4.2.4 盛土のり面の樹林化	4— 8
4.2.5 盛土のり面樹林化設計	4— 8
(1) 設計方針	4— 8
(2) 盛土のり面樹林化の効果	4— 9
4.2.6 切土のり面の樹林化—ユニット苗工法の開発—	4— 10
(1) 既往工法と課題	4— 10
(2) ユニット苗工法の特徴	4— 10
4.2.7 地域性苗木の育成	4— 11
4.2.8 地域生態系の保全に配慮した対応	4— 12
4.2.9 維持管理	4— 14
4.3 構造物によるのり面保護工	4— 17
4.3.1 のり枠	4— 17
4.3.2 コンクリートおよびモルタル吹付	4— 17
4.3.3 ブロック積み・張り	4— 17
4.3.4 切土補強土工	4— 18

目次

(1) 設計法	4— 18
(2) 補強斜面の耐久性	4— 19
(3) 竹割り型土留め工法	4— 20
4.4 構造物によるのり面保護工の維持管理	4— 23
【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット④	4— 25
穴太衆伝統の石積み / 新名神高速道路	
第5章 軟弱地盤上の盛土	5— 1
5.1 概要	5— 1
5.2 限界へ挑戦する技術革新は試験盛土とともに	5— 3
5.2.1 名神時代の技術	5— 3
(1) 試験盛土方式の導入	5— 3
(2) 動態観測の定着化と計算だけに依拠する設計からの脱却	5— 4
(3) 残留沈下対策の考え方の始まり	5— 5
5.2.2 東名高速道路の技術	5— 5
(1) サンドドレーン効果の検証	5— 5
(2) 安定確保が難しい地盤－袋井村松地区－	5— 8
(3) 安定確保が難しい地盤－焼津高崎地区－	5— 8
(4) 橋台と盛土の段差対策	5— 10
5.2.3 名神・東名時代の教訓	5— 10
5.2.4 昭和45年版設計要領の要旨	5— 10
5.3 残留沈下の許容値を撤廃し、残留沈下を許容する設計へ	5— 12
5.3.1 ローコスト化の努力	5— 12
5.3.2 より軟弱で多様な地盤への挑戦	5— 14
(1) 安定確保が難しい地盤－鋭敏な海成粘土地盤－	5— 14
(2) 安定確保が難しい地盤－厚い泥炭地盤－	5— 16
(3) 安定確保が難しい地盤－傾斜した基盤をもつ地盤－	5— 16
5.3.3 残留沈下を見込んだ設計	5— 18
5.3.4 残留沈下量の許容規定の撤廃	5— 19
5.3.5 昭和58年版設計要領の要旨	5— 21
5.4 「情報化施工」の確立	5— 23
5.4.1 地盤工事を確実に施工するために	5— 23
5.4.2 軟弱地盤上の盛土の課題	5— 23
5.4.3 研究の歴史と高速道路での適用	5— 24

目次

5.4.4	本格的導入	5— 25
5.4.5	技術基準の確立	5— 27
5.4.6	技術の成熟と課題	5— 27
5.5	許容残留沈下の復活	5— 30
5.5.1	概要	5— 30
5.5.2	伊勢地区（伊勢自動車道）	5— 30
5.5.3	長島地区（東名阪自動車道）	5— 33
5.5.4	焼津地区（東名高速道路）	5— 35
5.5.5	上越地区（北陸自動車道）	5— 36
	【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット⑤ 残留沈下収束との闘い / 北陸自動車道	5— 39
5.5.6	神田地区（常磐自動車道）	5— 40
5.5.7	サンドドレーンの沈下促進効果	5— 43
5.5.8	特異な長期大沈下挙動	5— 47
5.5.9	長期・大沈下対策工のトータルコストによる評価	5— 48
5.5.10	1 mを超えるような大きな長期沈下が発生した現場のまとめ	5— 51
5.5.11	平成17年版設計要領	5— 52
5.6	進化する軟弱地盤技術	5— 54
5.6.1	概要	5— 54
5.6.2	向笠試験盛土（舞鶴若狭自動車道）	5— 54
	【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット⑥ 若狭地区の軟弱地盤(1) / 舞鶴若狭自動車道	5— 60
	【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット⑦ 若狭地区の軟弱地盤(2) / 舞鶴若狭自動車道	5— 61
5.6.3	中条地区（日本海沿岸東北自動車道）	5— 62
5.6.4	平成27年版設計要領の改定要旨	5— 64
	(1) 長期大沈下する恐れのある地盤タイプ	5— 64
	(2) 軟弱地盤対策の検討の流れ	5— 66
	(3) 長期大沈下のメカニズム	5— 66
5.6.5	向笠試験盛土の事後評価	5— 72
第6章	排水施設	6— 1
6.1	排水施設に関する技術基準の変遷	6— 1
6.2	昭和32～39年名神高速道路建設時の検討から高速自動車国道設計要領制定まで	6— 2

目次

6.3	昭和45年版設計要領	6— 3
6.4	維持管理の観点からのフィードバック（昭和58年版設計要領）	6— 3
6.4.1	切土部	6— 4
6.4.2	盛土部	6— 4
6.5	異常降雨への対応（昭和58年版設計要領以降）	6— 4
6.5.1	短時間異常降雨の増加に伴う対応	6— 4
6.5.2	排水構造物の被害分析	6— 5
6.5.3	保全点検要領への反映	6— 5
6.6	排水設計の見直し	6— 6
6.6.1	現行ののり面排水の課題	6— 6
6.6.2	排水合流部の能力検証	6— 6
6.6.3	溢水メカニズム	6— 6
6.6.4	のり面排水施設の改定	6— 7
第7章	擁壁	7— 1
7.1	はじめに	7— 1
7.2	一般擁壁	7— 1
7.2.1	一般擁壁における常時主動土圧の考え方	7— 1
7.2.2	一般擁壁における地震に関する考え方	7— 1
7.3	補強土壁	7— 3
7.3.1	補強土壁工法の概要	7— 3
7.3.2	各補強土壁工法の導入	7— 3
	(1) テールアルメ壁工法	7— 3
	(2) 多数アンカー式補強土壁工法	7— 3
	(3) ジオテキスタイルを用いた補強土工法	7— 3
	(4) アダムウォール工法	7— 3
	【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット⑧	7— 4
	最初のテールアルメ / 中央自動車道	
7.3.3	補強土壁工法における基準策定のための調査	7— 5
	(1) 室内試験	7— 5
	(2) 補強材の現場引抜き試験その1	7— 5
	(3) 補強材の現場引抜き試験その2	7— 5
7.3.4	補強土壁の設計要領基準の変遷	7— 5
7.4	FCB工法	7— 6

目次

7.4.1	FCB工法の概要	7— 6
7.4.2	FCB工法の開発経緯	7— 6
7.4.3	FCB工法の設計要領基準の変遷	7— 7
7.4.4	FCB工法における基準策定のための調査	7— 7
	(1) 室内試験	7— 7
	(2) 現地試験	7— 7
7.5	おわりに	7— 8
第8章 カルバート		8— 1
8.1	カルバートの技術基準の変遷	8— 1
8.1.1	はじめに	8— 1
8.1.2	カルバートの種類と設計要領の歴史	8— 1
8.1.3	カルバートの構造形式の変遷	8— 2
	(1) 剛性カルバート	8— 2
	(2) たわみ性カルバート	8— 3
8.1.4	カルバートに作用する鉛直荷重の考え方の変遷	8— 3
	(1) 剛性パイプカルバート	8— 3
	(2) ボックスカルバート	8— 4
	(3) コルゲートメタルカルバート	8— 4
8.1.5	カルバートにおける地震の影響の考え方の変遷	8— 5
8.2	経費節減・施工性の向上に向けた取組み	8— 6
8.2.1	平成4年版設計要領（カルバート編）改定の時代背景	8— 6
8.2.2	平成4年版設計要領における基準の見直し	8— 6
	(1) 活荷重の照査	8— 6
	(2) 水平土圧係数の見直し	8— 6
	(3) サイロ土圧の採用と照査	8— 6
8.2.3	平成4年版設計要領における経費節減	8— 7
	(1) ハンチの復活	8— 7
	(2) 断面変化の考え方	8— 7
	(3) アーチカルバートの見直し	8— 8
8.2.4	平成4年版設計要領による施工性の向上	8— 8
	(1) 主鉄筋の間隔	8— 8
	(2) 配力筋の配置の変更	8— 8
	(3) かぶりの統一	8— 8

目次

(4) スターラップのフックの扱い	8— 9
(5) 隅角部の作業の効率化	8— 9
(6) 施工上の留意点その他	8— 10
8.3 新技術・新工法	8— 11
8.3.1 土圧軽減カルバート	8— 11
(1) 土圧軽減カルバートの概要	8— 11
(2) 土圧軽減カルバートの検討経緯とその背景	8— 12
8.3.2 トンネル工法カルバート	8— 14
(1) トンネル工法カルバートの概要	8— 14
(2) 現場での適用事例	8— 15
【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット⑨ トンネル工法カルバート / 磐越自動車道	8— 17
8.3.3 ヒンジ付きのプレキャストカルバート	8— 18
(1) ヒンジ付きのプレキャストカルバートの概要	8— 18
(2) ヒンジ付きのプレキャストカルバートの変状	8— 18
(3) 地震によるヒンジ付きプレキャストカルバートの損傷	8— 19
(4) ヒンジ付きプレキャストカルバートの今後の課題	8— 20
【コラム】一度は行ってみたい「土工史の交差点」スポット⑩ プレキャスト・アーチカルバート / 大分自動車道	8— 21
8.4 維持管理時代を迎えて	8— 22
8.4.1 パイプカルバートの陥没の発生と健全度の点検手法の確立	8— 22
(1) はじめに	8— 22
(2) パイプカルバートの変状事例	8— 22
(3) パイプカルバートの点検	8— 23
(4) 点検から補修・補強までの流れ	8— 24
8.4.2 パイプカルバートの損傷と補修	8— 25
(1) 経年による損傷	8— 25
(2) 大規模地震によるパイプカルバートの損傷と復旧	8— 29
(3) パイプカルバートの補修	8— 31

【年表】

1897(明治30)年～2018(平成30)年