

地盤工学を例とした地方公共団体技術職員の
技術力向上に関する研究

平成 24 年 3 月

大島 明

地盤工学を例とした地方公共団体技術職員の技術力向上に関する研究

【 目 次 】

第 1 章 はじめに	1
1.1 はじめに	1
1.2 公共事業の職場の現状	1
1.3 技術力に対する認識	3
第 2 章 会計検査	6
2.1 会計検査の指摘事項について	6
2.2 会計検査の視点	7
2.3 指摘される具体的事項	7
2.4 指摘事項の分類	12
2.5 指摘事項から見てきたもの	12
第 3 章 技術力低下の原因	14
3.1 技術基準，マニュアルとは何か	14
3.2 構造系技術基準，マニュアルが理解されない理由	15
第 4 章 技術力向上のための提案（実施例）	18
4.1 研修の改善（実施例）	19
4.2 会計検査の指摘事項から学ぶ	22
4.3 資格取得（実施例）	25
4.4 会計検査院安中研修所における研修（実施例）	25
4.5 決算検査報告会の工夫（実施例）	28
4.6 「会計検査と技術力向上」と題して講演（実施例）	30
4.6.1 群馬県建設技術センター主催の講演(1)	30
4.6.2 伊勢崎土木事務所における講演	35
4.6.3 群馬県建設技術センター主催の講演(2)	36
4.6.4 講演におけるアンケートのまとめ	41
第 5 章 現場で工夫し，その後論文にまとめ発表した事例 1	47
— 現在の技術基準に頼らず設計・施工した事例 —	
5.1 はじめに	48
5.2 ブロック積み擁壁	48
5.2.1 使用条件	48
5.2.2 裏込材の目的	49
5.2.3 裏込コンクリートの目的	49
5.2.4 大雨の時の現状	50

5.3	裏込材，裏込めコンクリートなしの提案	50
5.3.1	提案の内容	50
5.3.2	提案の効果	50
5.4	実施例	51
5.5	ブロック積み背面土砂の安定性検討	54
5.5.1	検討条件	54
5.6	コスト縮減	55
5.7	施工状況（工事業者の話）	55
5.8	まとめ	56
第6章	現場で工夫し，その後論文にまとめ発表した事例 2	57
	— マニュアルにない方法で設計・施工した事例 —	
6.1	はじめに	57
6.2	盛土形状と構造の検討	58
6.2.1	地理的条件と盛土勾配	58
6.2.2	安定検討条件	59
6.2.3	盛土勾配 1:0.6 の安定検討	60
6.3	補強土壁と補強盛土を組合せた高盛土の検討	61
6.3.1	補強土壁と補強盛土の組合せ	61
6.3.2	ジオテキスタイルを敷設する前の検討	61
6.3.3	盛土斜面上の補強土壁の安定検討	63
6.3.4	補強土壁と補強盛土の安定検討	63
6.4	FEM による解析	65
6.4.1	検討条件	65
6.4.2	検討結果	67
6.4.2.1	ジオテキスタイルを敷設しない時（無補強）	67
6.4.2.2	ジオテキスタイルを敷設した場合	67
6.4.2.3	FEM 解析結果のまとめ	68
6.5	変位量の測定	69
6.6	まとめ	75
第7章	まとめと今後の課題	77
7.1	まとめ	77
7.2	今後の課題	78
	【謝辞】	79

第1章 はじめに

1.1 はじめに

「最近の若い技術職員は受注者に指示が出来ない。設計変更にかかる時間がかかる」など地方公共団体技術職員の技術力を危ぶむ声が聞かれるが、果たして本当なのだろうか。その答を探るために、公共事業を実施した後、行われる会計実地検査に注目してみた。

「失敗は成功の基」の諺とおり、失敗から学ぶことは多い。しかし、失敗は恥でありわざわざ公にしたくない面もある。失敗事例集を作って参考にしようという名案はあっても、掛け声だけでなかなか実現しない。そこで、見方を変えると会計検査院の決算検査報告¹⁾は、公にされている失敗事例集でもあるので、これを糸口に地方公共団体技術職員の技術力について考察する。

会計検査院では1年間の検査結果をまとめて毎年11月に内閣へ送付する。実施内容が不当とされた指摘事項は内閣送付後、公表されるので、過去10数年分を調べてみると、同様な指摘事項やその繰返しであることに気づく。これらの指摘事項を分析して、見えてきたものはやはり地方公共団体技術職員の技術力低下である。

まず、技術力低下の原因について考察する。いろいろな原因が複合しているが、会計検査院の指摘事項の多くが施工よりも設計に集中していることから、その設計の道案内とも言える技術基準、及びマニュアル(手引書)に注目してみた。さらに、マニュアルにもいろいろなタイプがあり、そのうち橋梁、鉄筋コンクリート構造物、擁壁・ブロック積み・盛土等のいわゆる構造系マニュアルが理解されていないことが判明した。そこで、構造系マニュアルが理解されない理由について考察する。次に技術力向上のための現状での対策・改善方法について検討してみる。併せて筆者の実施した具体的事例として、技術基準を基に、指摘した根拠をわかりやすく解説しているので会計検査院の指摘事項から学ぶこと、資格取得が有効であること。さらに、現場で工夫した内容を論文としてまとめ、投稿し発表することなどが技術力向上に繋がることを述べる。また、これらの提案した事項を講演会や研修で発表したこと、さらに、講演の前後でアンケートを実施し、講演の趣旨が理解されたことも述べる。

1.2 公共事業の職場の現状

今、技術の伝承というキーワードが賑わっているが、公共事業の世界に一番当てはまるものと言えよう。と言うのは、ちょうど今、団塊の世代の大量退職が終了し、技術の伝承が喫緊の課題であるからだ。学問・文化・技術など伝承によって後世代に受け継が

れ、さらに、改良を加えられながら発展してきた。学校を卒業して就職し、先輩に教わりながら仕事を通じて実力を付け、今度は若い人に教える。公共事業では、これを繰り返しながら、戦後の高度成長とバブル崩壊後の財政出動による公共事業増加にも対応してきた。そうした特に後者の公共事業を中心に支えてきた団塊世代が、4年ほど前から大量退職して平成22年度をもって終了した。この先輩方が抜けた後の技術力低下は想像に難くない。何年も前からこのことが言われ続けたが、特段の手立てもなく、時が過ぎてしまった。

また、財政悪化と公共事業批判により公共事業費の削減が続いている（図1-1）。公共工事の特徴は受注生産であり、現場ごとに異なる条件の中で大地に構造物を建設することである。したがって単一の施工管理があるわけではなく、技術は長い間の経験と理論によって培われていくものである。公共工事減少によりさらに、この経験の機会が閉ざされていくことになる。

当初予算における公共事業費の推移 (一般会計)

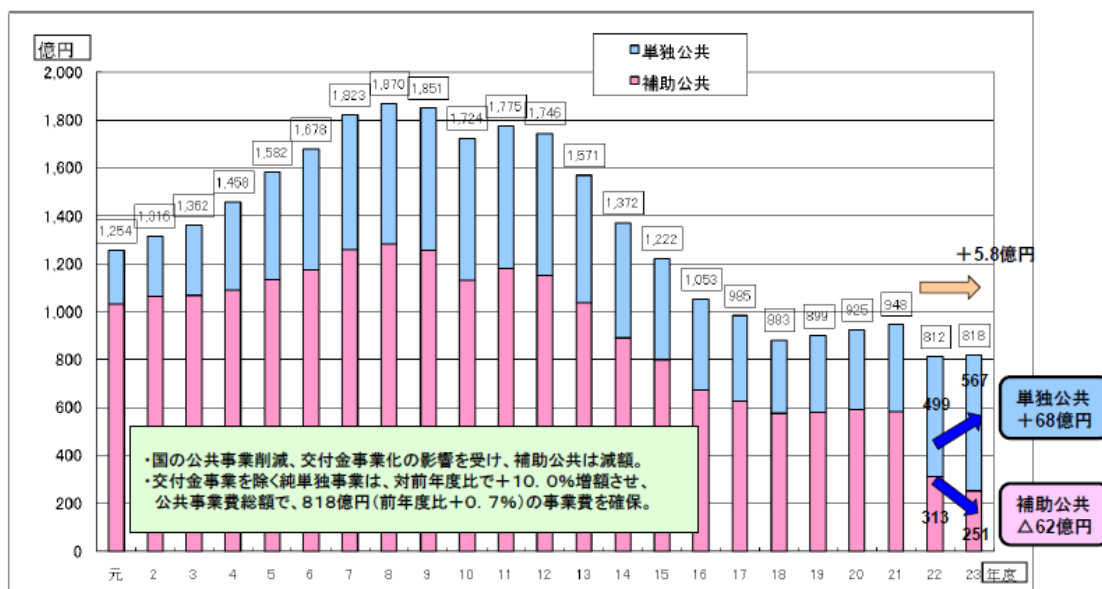


図1-1 群馬県当初予算における公共事業費の推移²⁾

さらに、公共事業の減少と共に技術職員の採用も減少あるいはゼロの年が続いている。

20代の技術職員がほんのわずかという職場も現れてきた。これでは、技術の伝承もできない。

事業費、技術職員は減少しても、維持管理するインフラのストックは減少するどころか増加しており、実質的に1人当たりの業務量は増大している。

また、公共事業の中身も変化してきた。以前は供給型公共事業で、発注者が公共事業を実施する中心であり、住民・国民に説明する場面が少なかった。しかし、現在は需要型であり、住民・国民が主役でありオーナーである公共事業になっている。当然のことながら、主役に対し説明をしなければならない。このため、計画段階からあるいは大規模なものは構想段階から住民との話し合いが必要で、このための資料作りが欠かせない。この資料作りは重要な業務であるが、時間がかかり、その分、技術研鑽の時間が割かれている。

こうした状況の中で公共事業が行われ、その執行について会計検査院の指摘が繰り返されている。

1.3 技術力に対する認識

若手の技術者は技術力が低下しているのだろうか？群馬県県土整備部が平成17年8月に実施したアンケートがある。若手技術者（係長になる前の設計・施工を実際に担当する20, 30代の技術者）187名に対し実施したものである。回答率は83%である。この中で「若手の技術者は技術力が低下しているか」との問いに対し、「思う（65%）」、「思わない（8%）」、「わからない（27%）」の回答があった（図1-2）。

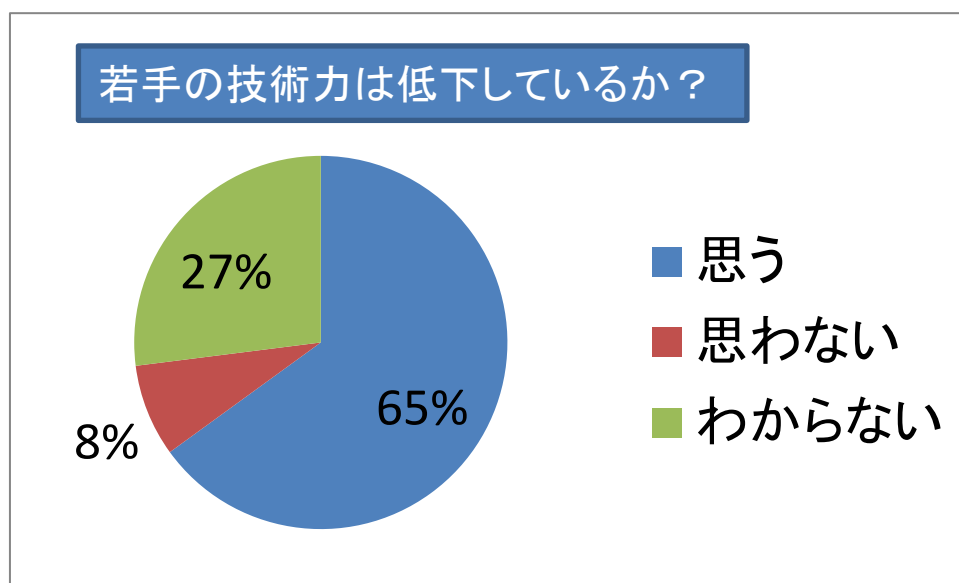


図 1-2 若手技術者の回答

また、同じく群馬県県土整備部が平成17年8月に若手の上司である係長以上へのアンケートも実施した。対象は220人で回答率は77%であった。この中で、「若手の技術力は低下しているか」との問いに対し(図1-3)、「全体的に低下(32%)」、「一部低下(56%)」、「低下なし(12%)」との回答があり、程度の差があるにせよ約9割の上司が若手の技術力低下を認めている。以上より、自分自身、また、上司も若手の技術力低下を認める結果となった。

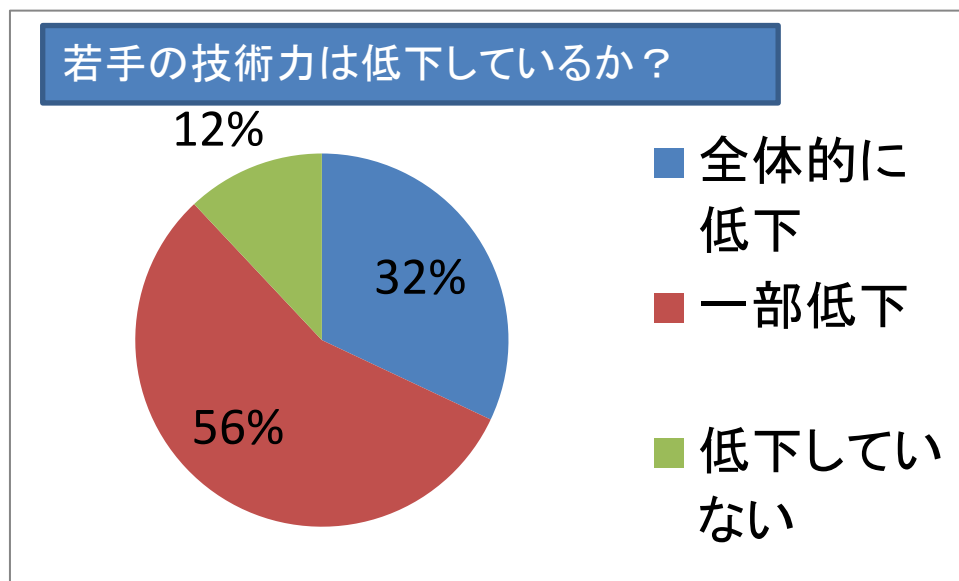


図 1-3 係長以上の回答

一方、施工する側の受注者はこの問題をどう捉えているかについて以下のようなアンケート結果がある。群馬県土木施工管理技士会の平成22年9月に会員294に対し実施し

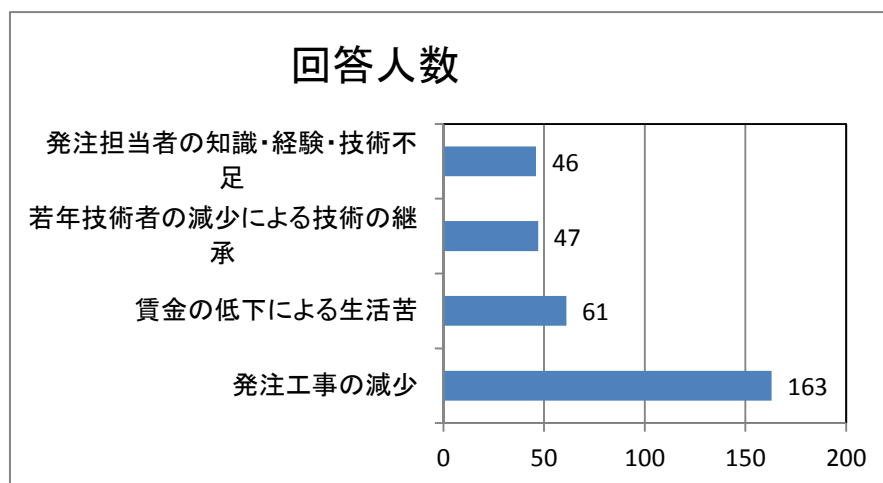


図 1-4 今後の不安は何か (2つ選択)

193名から回答を得た（回答率66%）。まず、「今後の不安は何か」との問い（2つ選択）に対し（図1-4）、「発注工事の減少（163人）」、「賃金の低下による生活苦（61人）」、「若年技術者の減少による技術の継承（47人）」、「発注担当者の知識・経験・技術不足（46人）」などが上がっている（以下略）。また、「発注者側監督員の日々の指示・確認事項」についてアンケートすると、「すぐに対応してくれた（42%）」「催促したら対応してくれた（45%）」「対応に不満がある（9%）」「未回答（4%）」の結果が出た（図1-5）。以上より2つのアンケート結果から、受注者側は発注者側の監督員に対し、技術力の面で不安を持っていること、また、指示や確認事項に対し不満を持っていることが浮き彫りになった。

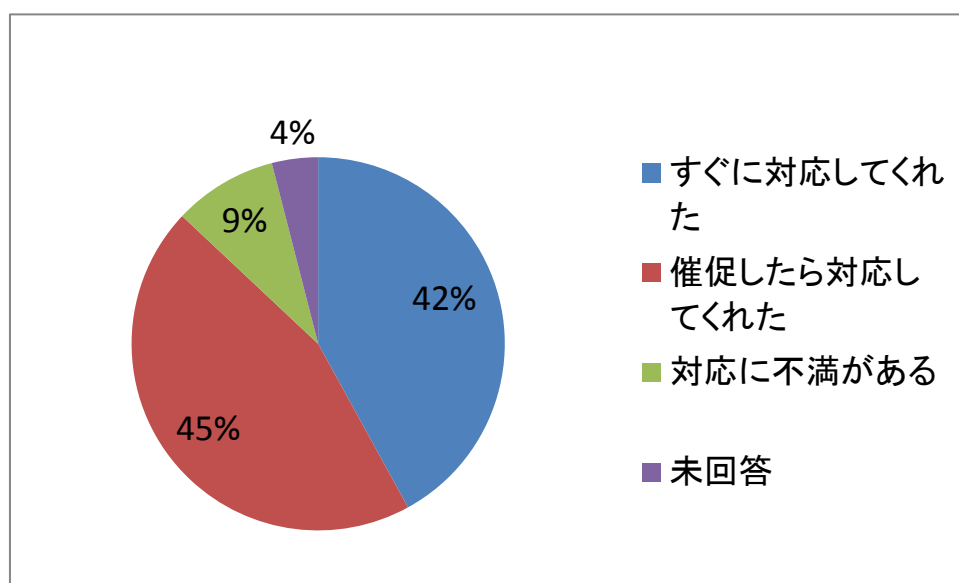


図 1-5 監督員の日々の指示・確認事項への対応について

参考文献

- 1) 会計検査院ホームページ 検査報告データベース <http://report.jbaudit.go.jp>
- 2) 群馬県ホームページ 報道提供資料 <http://www.pref.gunma.jp>

第2章 会計検査

会計検査について記すと、地方公共団体の公共事業は、予算の出所を区分して単独公共事業と補助公共事業に分類される。前者は全額、地方公共団体の予算でまかなわれ、後者は国から何らかの補助を受けて地方公共団体の予算と合わせて執行する公共事業である。したがって後者は、規模が大きな継続して実施される事業が多い。予算を執行すれば、当然、その後で県職員である監査委員事務局職員の監査を受けて適正であったかを確認される。単独公共事業では監査と呼び、補助公共事業では補助金に対し、国の会計検査院が県に出張して会計実地検査を行う。会計検査院の調査対象は、国はもとより、地方公共団体や国が出資している機関等へも及んでいる。また、その結果は公にされデータが豊富で過去に遡ることが出来るので、今回これを糸口に進めていく。

2.1 会計検査の指摘事項について

会計検査院は、憲法第90条の規定に基づいて検査報告を作成する。この検査報告は、会計検査院が1年間にわたって実施した検査の成果を明らかにした文書で、内閣に送付された後、内閣から国会に提出される(図2-1)。この検査報告の中で、事項が不適切で通常「指摘事項」と呼ばれているもののうち、検査の結果、法律、政令、もしくは予算に違反し又は不当と認めた事項が「不当事項」である。この報告書は、会計検査院が1

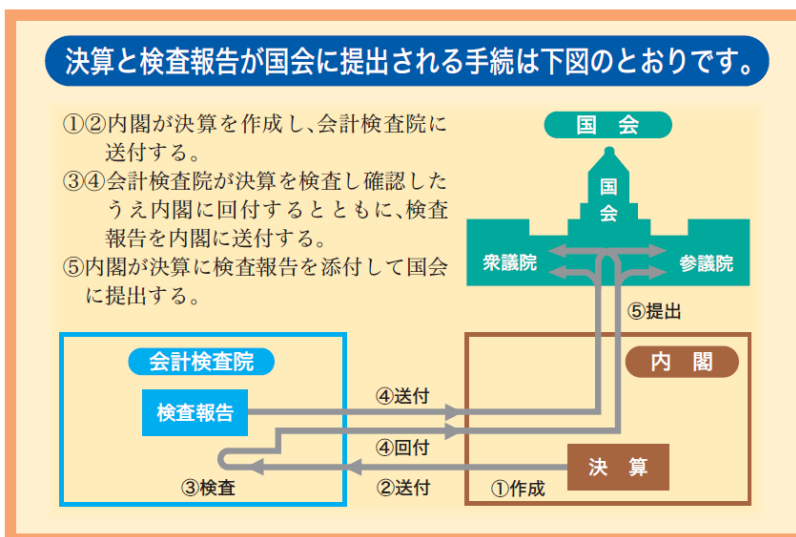


図2-1 検査報告が国会に提出される手続き¹⁾

年間にわたって、主に実地検査と呼んで全国に職員を派遣した調査結果をまとめたもので、毎年 11 月に内閣に送付されている。

2.2 会計検査の視点

それでは会計検査の視点とは、以下の 5 つの視点である。

① 正確性

決算の表示が予算執行など財務の状況を正確に表現しているか。

② 合规性

会計経理が予算や法律、政令等に従って適正に処理されているか。

③ 経済性

事務・事業の遂行及び予算執行がより少ない費用で実施できないか。

④ 効率性

業務の実施に際し、同じ費用でより大きな成果が得られないか、あるいは費用との対比で最大限の成果を得ているか。

⑤ 有効性

事務・事業の遂行及び予算の執行の結果が、所期の目的を達成しているか、また、効果を上げているか。

以上 5 つの視点を記したが、税金を使って行う事業であるので、正確性、合规性は当然である。しかし、それ以上に経済性、効率性、有効性が問われるのは、少ない予算の中でいかに効果を発揮するかという会計検査の目的であると同時に、我々公共事業に携わる者にとっても最重点の視点である。公共事業予算の減少の中で、コスト縮減に努めるのは最重要課題である。

2.3 指摘される具体的事項

それでは、具体的にどんなものが不当事項として報告されるのか？ 地方公共団体が指摘された農林水産省、国土交通省所管の補助事業についてこの 10 数年分を調べると、同様な指摘事項やその繰り返しであることに気づく。不当事項の具体的な事例は、以下のようなものである。

a) 落橋防止構造

この事例は平成 14 年度、15 年度、17 年度、18 年度、19 年度、20 年度とほぼ毎年報告されている²⁾。しかも、19 年度、20 年度は 5 件ずつと件数が多い。地震時における上部工の致命的な損傷は落橋であるので、「道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編」³⁾

では落橋防止構造を設けることを規定している。しかし、長さ 25m以下の一連の上部構造を有する橋では、橋軸方向の落橋防止構造を省略してもよいが、斜角の小さい斜橋の場合や、曲線橋さらに地震時に不安定となる地盤の場合は、省略してはならない規定もある。この規定を見落として落橋防止構造を省略している事例が後を絶たない。

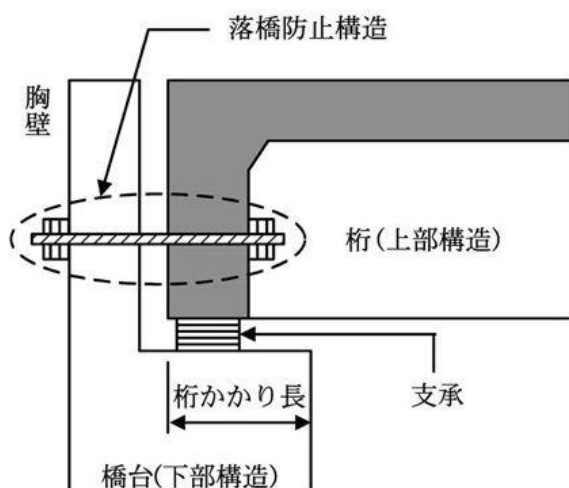


図 2-2 落橋防止構造²⁾

b) パイプカルバートの埋め戻し

この事例も 3 年度、6 年度、7 年度、8 年度、また 14 年度から 16 年度にかけて連続し

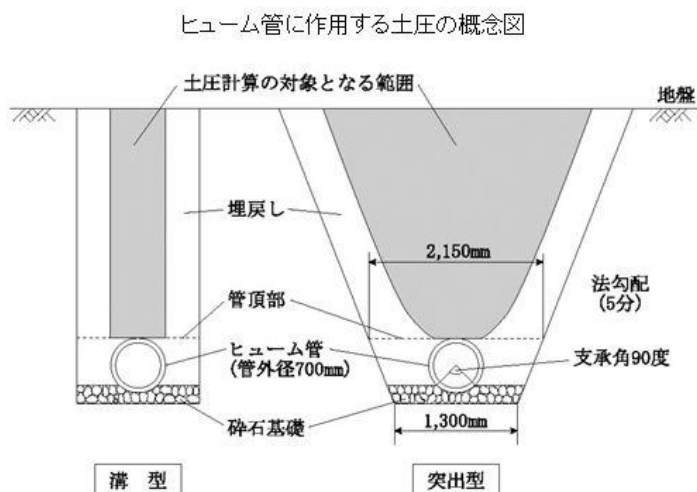


図 2-3 ヒューム管に作用する土圧概念図²⁾

て指摘された²⁾。排水工の設計では「道路土工 カルバート工指針」⁴⁾に示されるように、埋め戻し幅が管外径の2倍未満などの場合（いわゆる「溝型」埋め戻し）とそれ以外（いわゆる「突出型」）の場合に分けている。つまり、設計では「溝型」を想定して管種を選定したものの、実際の施工では「突出型」の埋め戻しをしていると、管に想定していない土圧がかかることになり、安全度が確保出来ない。

c) 擁壁等の配筋

擁壁、橋台、橋脚の配筋設計は基本的に同じで擁壁では17年度に、橋台、橋脚では3年度から5年度にかけて連続し、さらに13年度、16年度と報告されている²⁾。逆T式擁壁の配筋では、「道路土工—擁壁工指針」⁵⁾により、つま先、かかと、たて壁の曲げモーメントを片持梁として単純化しているので圧縮と引張りの応力が対をなして現れる。会計検査で指摘される主なものは、主鉄筋である引張鉄筋の径及び設置間隔の誤りである。

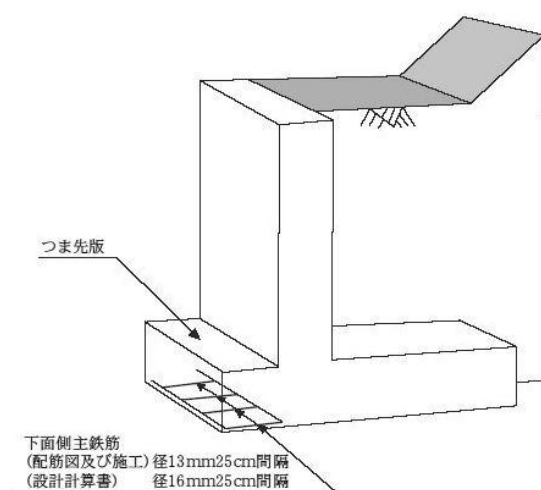


図 2-4 逆 T 式擁壁の配筋²⁾

d) 擁壁背面の土圧及び荷重の設定誤り

この事例は10年度、15年度、さらに18年度から20年度まで連続して報告されているが²⁾、擁壁背面の地形は当初の設計では水平であるとして土圧計算したが、実際は背面の先が登り勾配の傾斜地であった。この場合、擁壁背後が水平である場合よりも土圧が増大する。これにより転倒について安定計算をすると、転倒の安全率が基準に収まらない。

また、擁壁工の使われ方として、道路の擁壁及び河川の護岸を兼用する擁壁として天

端にガードレールを設置する場合がある。この時、擁壁の安定計算をするのは勿論であるが、車がガードレールに衝突する時の荷重を考慮して安定計算を行うとされている。しかし、この荷重の検討をしていないケースがある。

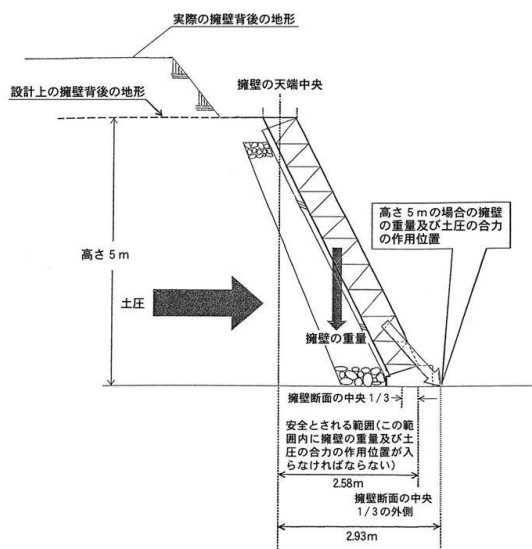


図 2-5 擁壁背面の土圧²⁾

e) 盛土脇の水路施工

盛土と排水工は隣接して設置することが多いが、20年度に既設地盤が軟弱である場合に排水工が沈下する事例が不当事項として報告されている²⁾。軟弱地盤では、盛土によって周辺地盤の隆起や不等沈下を起こすことが多いため、盛土に接して施工される構造物が施工中又は施工後に過大な変状を避けなければならないとされている。そのため、

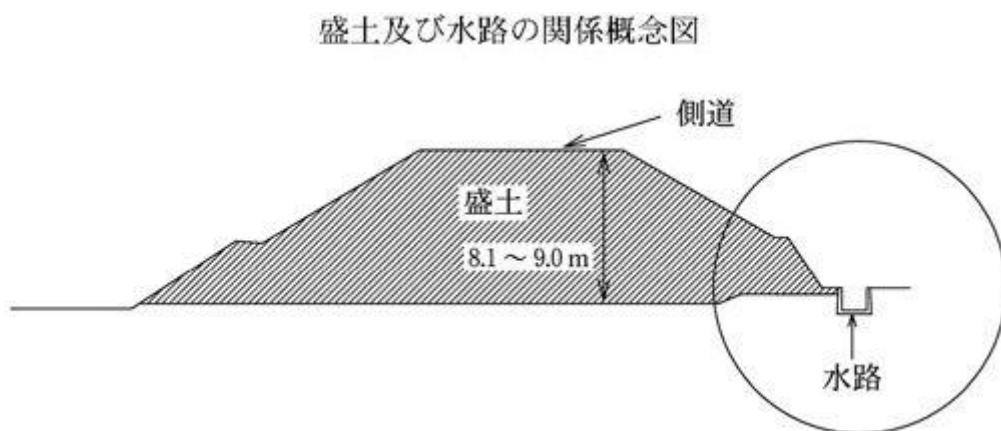


図 2-6 盛土及び水路断面図²⁾

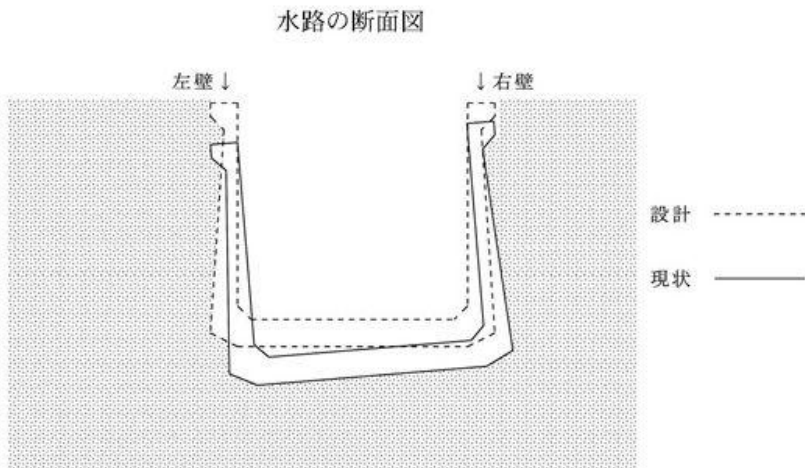


図 2-7 水路の沈下²⁾

盛土を先行して行い、沈下が十分進んだ後に、構造物を施工するなどの工法を検討するとされている。しかし、盛土に先立って排水工を先行して行い、このため盛土に隣接する箇所に不等沈下が生じている事例がある。

f) 橋脚中間帯鉄筋の設置方法

平成 7 年の阪神・淡路大震災を踏まえて、構造物に粘りを持たせるために取り入れられた地震時保有水平耐力法に基づき、中間帯鉄筋の両端を帯鉄筋に掛けると規定された。この設置方法が実施されなかった事例が 10 年度から 12 年度にかけて連続して指摘され

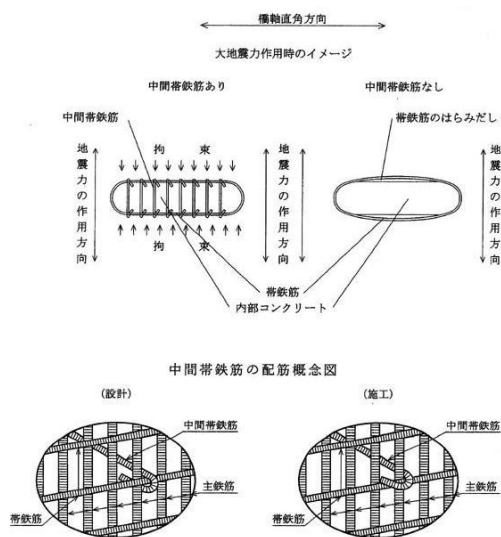


図 2-8 中間帯鉄筋の配置²⁾

た²⁾。橋脚の中間帯鉄筋は、両端部をフック状に曲げ加工した鉄筋を、帯鉄筋が配置されるすべての断面において、橋軸方向及び橋軸直角方向に格子状になるようその両端部を外側の帯鉄筋にかけて配置することになっている。

ところが、施工では両端が中間帯鉄筋にかけることなく主鉄筋などにかけている例がある。このため、橋脚が大きな地震力を受けた際、帯鉄筋のはらみだしに対する中間帯鉄筋の抑制効果が期待できないことになる。

2.4 指摘事項の分類

ここで、平成11年度会計検査院の決算検査報告より21年度報告（平成22年11月に報告された）までの地方公共団体が指摘された農林水産省所管、国土交通省所管の補助事業132件（ただし、請負業者の責任である粗雑工事を除く）を工種（構造物）ごとに分類してみると、

1位： 橋梁 40件

2位： 鉄筋コンクリート構造物 26件

2位： 土構造物（擁壁、ブロック積み、盛土等）26件

4位： 河川 13件

5位： 法面 5件

6位： 砂防 4件

その他： 18件

となり、橋梁、鉄筋コンクリート構造物、土構造物が上位を占める。しかもこれらは大部分設計の誤りである。

2.5 指摘事項から見てきたもの

以上の指摘事項132件の中身を探っていくと、原因として以下の3つに分類できその合計は約9割を占めるがこれは設計に関する事項である。残りが施工に関するものであり、たとえば、設計通りに施工されていないものなどである。

a) 単純ミス（鉄筋径、間隔の誤りなど）

設計では鉄筋径がたとえばD16なのに実際にはD13を施工した場合。あるいは、鉄筋のピッチが設計では12.5cmなのに現場では25cm間隔で施工した例など。以上の例は主に配筋図作成時に誤っており、これらは不注意であり、照査をしっかりと行う以外対策はない。件数では約13%あるが本論文では、これらの対策については扱わない。

b) 理解不足（技術基準を理解していない）

技術基準を理解していないケースで指摘事項の中では一番多く約 64%ある。この論文でも、一番の中心課題である。2.3 の事例では a), b), c), d), e), f) のすべてが該当する。技術力は基礎力と応用力で構成されているので、この b) の理解不足は基礎力不足である。ここで重要なことは、会計検査の指摘の多くが、以上の技術基準に基づかずに設計されているということである。

c) 状況変化対応不足

一応、技術基準を理解しているが、施工や現場の状況が変わると設計の内容を変更しなければならなくなるのに当初のままである場合等で約 13% 該当する。2.3 の事例では b), d) が該当、これは応用力不足である。

参考文献

- 1) 会計検査院事務総長官房総務課渉外広報室：会計検査院 平成 23 年版, pp30, 2011
- 2) 会計検査院 ホームページ 検査報告データベース <http://report.jbaudit.go.jp>
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編, pp258, 2002
- 4) 日本道路協会：道路土工 カルバート工指針, pp175-182, 2010
- 5) 日本道路協会：道路土工 擁壁工指針, pp90-95, 1999

第3章 技術力低下の原因

技術基準の理解不足，状況変化対応不足はどこから来るのであろうか。中でも技術基準の理解不足は基本的な問題であり，結局，基礎力不足である。しかも，2.3 で取り上げた a) 落橋防止構造，b) パイプカルバートの埋め戻し，c) 擁壁等の配筋，d) 擁壁背面の土圧及び荷重の設定誤りなどの指摘事例の多くが何度も繰り返し指摘されているという事実である。指摘されても改善されない点と基礎力不足は技術力低下の証拠である。この技術力低下の背景には，前述した技術の伝承の不足，公共事業の減少及び中身の变化などがある。しかし，技術力低下の根本原因として，税金を使って実施される公共事業への認識不足，技術者倫理の欠如，技術力向上に対する努力不足などがあげられる。技術職員はこれら重い課題を背負い克服しなければならない。このために，技術職員は公務員としての責任を認識し，技術力を向上させて安全・安心な構造物を経済的に，住民・国民に提供していく責務がある。この中で，技術力向上にはいろいろな方法が考えられる。内部技術研修の実施，先輩からの技術の伝承，コンサルタント・請負業者との打ち合わせの活用，外部研修への積極的参加，技術発表会での発表などである。これらの方法に共通しているのは技術基準の理解とその応用である。技術基準は先輩技術者の理論と豊富な経験が集約されたものであり，いわば先輩から若手への技術の伝承でもある。このため，本論文では技術職員の基礎力つまり技術基準の理解から議論を進め，後半で主に応用について述べることにする。

3.1 技術基準，マニュアルとは何か？

社会資本は税金を使って作られる重要構造物であるので，法令により技術基準を定め，これを基に設計・施工する。そして，マニュアルとは技術基準・指針の手引書である。つまり，マニュアルによって設計・施工の手助けとなるよう記述されている。これによって正しく設計していれば，構造物として安全であり，コストを低く抑えた合理的な最適設計が可能になる。

ここで具体的に使用されているマニュアルについて，まとめてみる。道路関係では法令としてまず道路法があり，その30条1項及び2項に基づいて道路構造令が出てくる。その構造令の35条4項の中で「橋・高架の道路その他これらに類する構造の道路の構造の基準に関し必要な事項は国土交通省令で定める」とある。これを根拠に国土交通省都市・地域整備局長，道路局長より連名で「橋・高架の道路等の技術基準」として通達された。これが「道路橋示方書」であり，この条文に対して解説したものが「道路橋示方

書・同解説」であり、マニュアルといえる。また、道路土工指針の一つである「道路土工-施工指針」も「この指針は・・・一般的な土工を行う際の基準ならびに・・・」と基準であることを断っているが、やはりマニュアルでもある。

一方、河川関係では河川法があり、河川管理施設又は河川法26条1項の許可を受けて設置される構造物に対し、一般的な技術基準を定める目的で「河川管理施設等構造令」が政令として出されている。その解説書である「解説・河川管理施設等構造令」¹⁾もマニュアルといえる。さらに、先の法令に加えて河川等に関わる技術的事項を定めた「建設省河川砂防技術基準（案）同解説」²⁾もやはりマニュアルである。

名称こそ「〇〇示方書・同解説」「〇〇基準同解説」「〇〇指針」「解説・〇〇構造令」と相違するが、技術基準及び手引きがセットになっているものである。「道路土工-〇〇指針」のように、技術基準とその手引きが一緒になっているもの、「〇〇示方書・同解説」・「解説・〇〇構造令」のように条文と解説が分かれているもの、体裁は違うが内容は同一である。

3.2 構造系技術基準，マニュアルが理解されない理由

会計検査の指摘事項でも圧倒的に多い、橋梁・鉄筋コンクリート構造物・土構造物のいわゆる構造系の理解不足は、すでに記したように技術職員の基礎力不足である。

内容が難しいので簡単には理解できないという理由もある。手引書であるはずのマニュアルも難しいのである。しかも、計算が電算化され過程がよく見えない。マニュアルであるが計算例がない。

これらの技術基準，マニュアルの特徴は、学界・官界・産業界の最高の識者が委員になって作成した最新・最高の知見を取り入れた技術書であることである。したがって内容が難しい。また、「最新」と断ったのは、技術の進歩が著しいので度々内容が改訂されているからである。たとえば、「道路橋示方書」ではこの約30年間で5回作成されている。「道路土工」では50年間でほぼ10年ごとに改訂されている。度々改訂されるので、理解できないうちにまた新しい内容になる。しかも改訂される度にボリュームが増えている。1980年発行の「道路橋示方書・同解説」では4分冊合計で1,263ページであったが、2002年の最新版では約5割増しの合計1,858ページに大幅に増加している。

さらに、技術基準が多く出されているという事実がある。たとえば、橋梁関係では日本道路協会を中心に技術基準が出版されている(図3-1)。その数なんと27冊。外に土木学会からも橋梁に関する技術基準が出版されている。若い人が「どこにその技術基準があるのか」という素朴な質問に対し、我々もすぐに回答できないことがある。

道路橋示方
書・同解説

日本道路協会 出版図書案内				
	図 書 名	ページ	定価	発行年
	プレキャストブロック工法によるプレストレストコンクリートTげた道路橋設計施工指針	81	1,995	4.10
	小規模吊橋指針・同解説	161	4,410	59.4
	道路橋示方書（Ⅰ共通編・Ⅱ鋼橋編）・同解説	519	8,295 ^円	14.3
	◇（Ⅰ共通編・Ⅲコンクリート橋編）・同解説	368	6,300	14.3
	◇（Ⅰ共通編・Ⅳ下部構造編）・同解説	567	8,190	14.3
	◇（Ⅴ耐震設計編）・同解説	406	7,140	14.3
新刊	道路橋耐風設計便覧（平成19年改訂版）	296	7,350	20.1
改訂版	鋼道路橋設計便覧（昭和55年改訂版）	426	7,350	55.8
	鋼道路橋施工便覧	427	7,350	60.2
	コンクリート道路橋設計便覧	559	8,715	6.2
	コンクリート道路橋施工便覧	588	8,400	10.1
改訂版	杭基礎設計便覧（平成18年度改訂版）	460	8,925	19.1
改訂版	杭基礎施工便覧（平成18年度改訂版）	365	5,985	19.1
	鋼道路橋の細部構造に関する資料集	36	2,520	3.7
	網道路橋塗装便覧（改訂）	197	5,040	2.6
	— 鋼道路橋塗装便覧別冊資料 — 塗膜劣化程度標準写真帳	カラー 18	1,155	2.6
	道路橋の耐震設計に関する資料	472	2,100	9.3
	鋼橋の疲労	309	6,300	9.5
	既設道路橋の耐震補強に関する参考資料	199	2,100	9.9
	鋼管矢板基礎設計施工便覧	318	6,300	9.12
	道路橋の耐震設計に関する資料 （PCラーメン橋・RCアーチ橋・PC斜張橋等の耐震設計計算例）	440	3,150	10.1
	既設道路橋基礎の補強に関する参考資料	248	3,150	12.2
	鋼道路橋の疲労設計指針	122	2,730	14.3
	道路橋支承便覧（改訂版）	439	6,825	16.4
新刊	鋼道路橋塗装・防食便覧	465	7,350	17.12
新刊	道路橋床版防水便覧	262	5,250	19.3
新刊	道路橋補修・補強事例集（2007年版）	236	2,940	19.7

図 3-1 橋梁関係図書（日本道路協会 出版図書案内より作成³⁾）

さらにまた橋梁の設計について考えると、現在の「道路橋示方書・同解説」では1980年以降「共通編」、「下部構造編」、「鋼橋編」、「コンクリート橋編」、「耐震設計編」の5つに分かれ、「共通編」が「下部構造編」、「鋼橋編」、「コンクリート橋編」とセットになり、「耐震設計編」のみ独立し4分冊の構成である。編集にあたって連携されて

いるとは思いますが，縦割りの感がある。細分化され過ぎて，1 つの橋梁を設計するのに，どのように設計を進めていくのかトータルの流れが見えてこない。

参考文献

- 1) 日本河川協会：解説・河川管理施設等構造令，2000
- 2) 日本河川協会：建設省河川砂防技術基準（案）同解説，1997
- 3) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，巻末，2002

第4章 技術力向上のための提案（実施例）

以上、技術基準、マニュアルについて考察すると最新・最高の知見を取り入れた技術基準であるので、それを解説したものであっても相当難解であることが判明した。

また、マニュアルをわかりやすくしてもらいたいと多くの人が熱望しても技術基準の解説であるので性格上無理である。書店に行って技術基準、マニュアルをわかりやすく解説した参考書を探してみると、ずっと以前(30年くらい前か)は橋梁関係もあった記憶があるが、現在見あたらない。大学図書館にあるにはあるが昔の書籍で使えない。擁壁関係も何年か前に出版されたものが少しあるが、あるのはたいてい昔のものばかりである。やはり、読者対象が限られ度々改訂されるのでこうした類の参考書は出版されないのだろうか。専門書籍の宿命であろうか。補強土壁だけは最近の技術なので参考書がある。

そこで手をこまねいていても埒があかないので、どうしたら技術基準を理解し設計に活かしていくことができるか探してみた。それは「マニュアルをやさしく作り直す」ことではなく、発想の転換で「現在あるものを利用して、マニュアルを正しく理解し設計していく」ことである。

そのために、まず基礎力の養成が必要である。設計・施工の根拠となっている技術基準及びその解説書であるマニュアルを確実に身につけることが重要であり基本である。しかし難しく、参考書もほとんどないので、発想の転換として、まず会計検査の指摘事項から逆に学ぶことである。つまり会計検査院のホームページにある指摘事項は公開されている失敗事例なので、これを教訓とすることである。この指摘事項は、何をどう間違ったかを技術基準・マニュアルを引用しながら丁寧に説明している。これを利用して基礎力を養うことである。ただ会計検査は、技術基準に基づき設計されているかという観点から指摘するので、後述する技術基準を基本としながらもその範囲を超えた応用力が試される場面や、新しい技術については取り上げていないという点は注意が必要である。

また、基礎力養成のための2番目の方法は資格取得を通して学ぶことである。具体的には「一級土木施工管理技士」試験と「技術士」試験について述べる。

そして、4.1以降で紹介する7例は筆者が実際に実施した技術力向上のための事例である。このうち最初の5例が研修や説明会での講演内容やアンケート結果であり基礎力養成のためのものである。4.3, 4.5, 4.6のいずれも一部、第5章、及び第6章の例が応用力養成である。

4.1 研修の改善（実施例）

群馬県建設技術センター主催の現場実務コース「構造物基礎（地質）研修」を平成23年2月21日（月）、22日（火）の2日間にわたり実施した。研修生は県職員、市町村職員の若手23人である（写真4-1）。初日は講義、2日目は現場研修で、内容は「補強土工法的设计・施工」、「標準貫入試験とN値」などである。現場研修では実際に標準貫入試験も行ない、補強土工法が施工されている現場へも足を運んで説明した（写真4-2）。この研修の講義と現場説明の効果を比較するため、講義前、講義後、現場研修後の3回、図4-2の6項目について以下のような「よく理解」「ほぼ理解」「少し理解」「わからない」という4つの語句を選択するアンケートを行った。たとえば「わからない」から「少し理解できた」へ移行すれば理解認識度が増したと判断する。当初は、現場研修の方が講義より理解認識度が向上すると予想したが、講義の方が現場より理解認識度が増しているという結果になった（図4-1）。土木の分野は何でも現場中心だが、講義でもパワーポイントなど視覚効果が高いので、説明がうまくいけば講義でも十分効果が上がることがわかった。



写真4-1 建設技術センターでの研修



写真 4-2 補強土工の現場での研修

回答人数

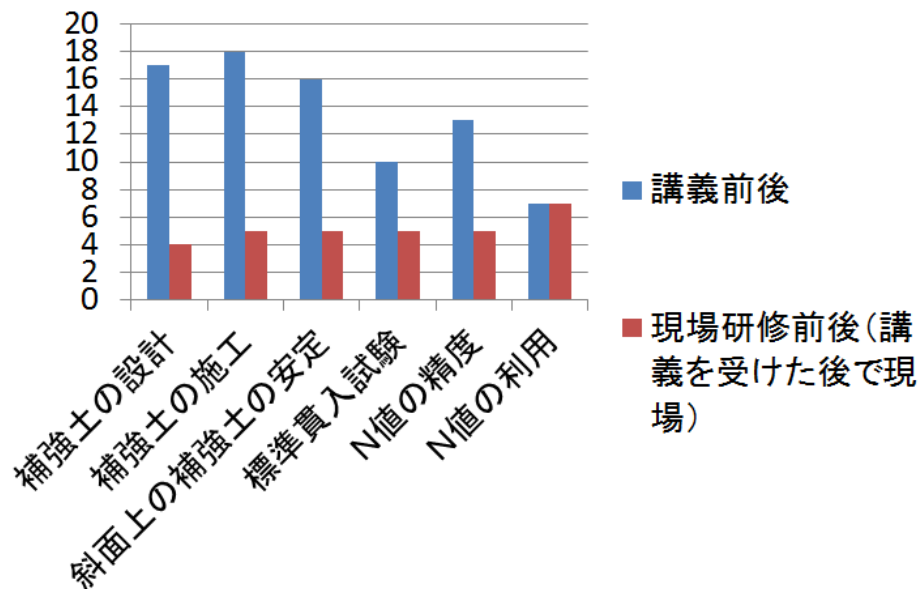


図 4-1 理解認識度の向上

**平成22年度 建設技術者研修 「構造物基礎（地質）研修」
アンケート用紙（裏）**

今後の参考にしたいと思っておりますので、該当すると思われる項目を○で囲んでください

1. 補強土壁工及び補強盛土工の設計					
① 室内研修前	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
② 室内研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
③ 現地研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
2. 補強土壁工及び補強盛土工の施工					
① 室内研修前	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
② 室内研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
③ 現地研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
3. 斜面上の補強土壁工の安定					
① 室内研修前	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
② 室内研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
③ 現地研修後	よく理解	基本を理解	少し理解	わからない	
4. 標準貫入試験					
① 室内研修前	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
② 室内研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
③ 現地研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
5. N値の精度					
① 室内研修前	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
② 室内研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
③ 現地研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
6. N値の利用					
① 室内研修前	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
② 室内研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
③ 現地研修後	よく理解	ほぼ理解	少し理解	わからない	
よく理解	基本をよく理解し、応用することができる状態				
ほぼ理解	基本を理解し、検証でき、説明できる				
少し理解	基本はほぼ理解できるが、適応範囲等がわかりづらい、or 説明できない				
わからない	上記以外、これまで対応したことがない状態				

図 4-2 理解認識度のアンケート

4.2 会計検査の指摘事項から学ぶ

「失敗は成功の基」の諺とおり、失敗から学ぶことは多い。しかし、失敗は恥でありわざわざ公にしたいくない面もある。失敗事例集を作って参考にしようという名案はあっても、掛け声だけでなかなか実現しない。そこで、見方を変えると会計検査院の決算検査報告は、公にされている失敗事例集でもある。会計検査の指摘事項は、何をどう間違ったかを技術基準・マニュアルを引用しながら丁寧に説明している。これを利用して基礎力を養うことである。ただ会計検査は、技術基準に基づき設計されているかという観点から指摘するので、後述する技術基準を基本としながらもその範囲を超えた応用力が試される場面や、新しい技術については取り上げていないという点は注意が必要である。

たとえば、平成20年度報告の中から事例をあげてみる。これは軟弱地盤上に盛土及びその脇に水路工を施工し、水路が沈下し指摘された事例である。会計検査院のホームページから、図面（図4-3）及び指摘事項全文を転載すると以下のようなものである。

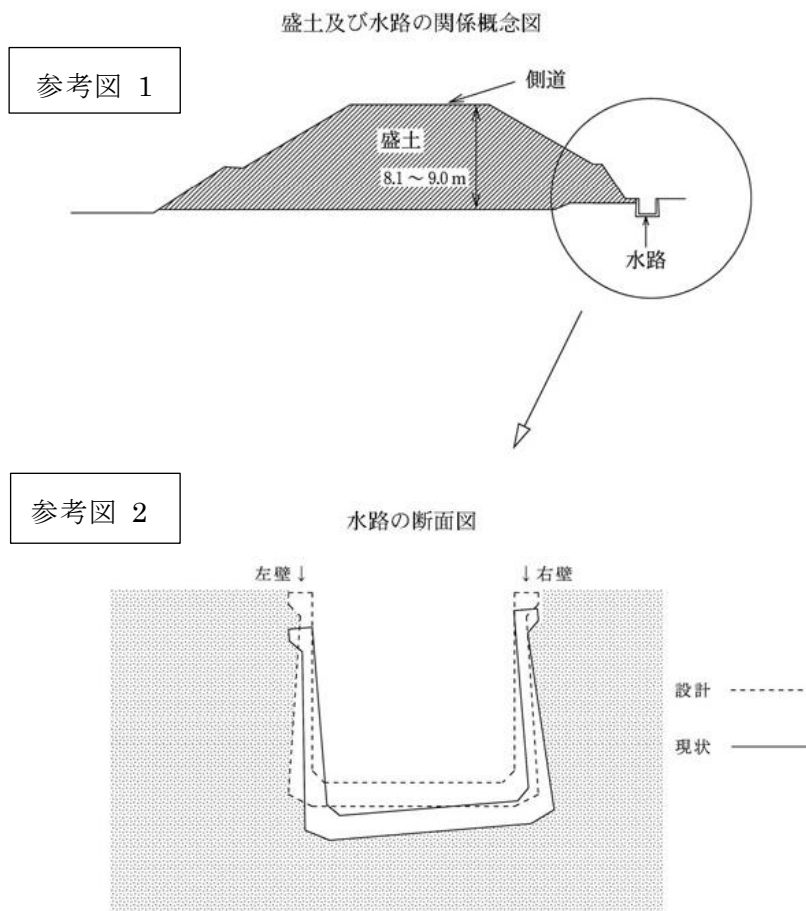


図 4-3 水路の沈下¹⁾

「この補助事業は、福岡県が、柳川市矢加部地内において、地域高規格道路の側道（延長89.1m）等を整備するために、盛土工、水路工等を実施したものである。このうち盛土工は、当該地域が粘土層等による軟弱な地盤であるため、「道路土工軟弱地盤対策工指針」（社団法人日本道路協会編。以下「指針」という。）等に基づき、地盤沈下により最大約180cmの沈下が生ずることを見込んだ盛土高とするなどの地盤沈下対策を行うこととしている。また、水路工は、用排水を行うための既設水路の機能回復を目的として、プレキャストコンクリート製のU型水路（以下「水路」という。）を新設するもので、盛土（高さ8.1m～9.0m）に隣接するなどして、高さ1.0m、幅1.0m、延長45.0mの水路（以下「A型水路」という。）及び高さ2.0m、幅2.0m、延長74.0mの水路（以下「B型水路」という。）等を築造するものである（参考図1参照）。そして、水路工については、既設水路の機能を早期に確保することとして、盛土工を施工する前に水路を設置する旨の指示を請負業者に行い、請負業者はこれに従って施工していた。しかし、前記の指針によると、軟弱地盤では、盛土等によって周辺地盤の隆起や不等沈下を引き起こすことが多いため、盛土に接して施工される構造物が施工中又は施工後に過大な変状を生ずることを避けなければならないとされている。そして、そのためには、盛土を先行して行い、沈下が十分進んだ後に、構造物を施工するなどの工法を検討することとされているのに、同県は、仮排水路を先に設置して盛土の沈下が進んだ後に本件水路を築造するなどの措置を執らずに、盛土に先立って水路を施工させていた。

そこで、現地の状況を確認したところ、水路のうち、盛土に隣接している箇所には不等沈下が生じており、A型水路のうち延長36.0m区間については左壁の天端高さが右壁よりも3.2cm～9.3cm、また、B型水路のうち延長40.0m区間についても同様に2.6cm～17.1cmそれぞれ低くなっていて、いずれも盛土側に傾斜していた。また、A型水路及びB型水路の底版部については、それぞれ上記の区間において、基準高より最大15.9cm及び13.5cm沈下していて、同県制定の「土木工事施工管理の手引き」に定めている水路工の出来型管理基準及び規格値の基準高に対する許容値±3cmを大幅に超えていた（参考図2参照）。さらに、B型水路については、上記区間のうち延長34.0mの区間にわたり、設計勾配に対して逆勾配（平均4.4/1000）となっていた。

したがって、本件A型水路及びB型水路のうち、上記の延長36.0m区間及び40.0m区間（工事費相当額5,523,000円）は、設計が適切でなかったため、大幅な沈下、逆勾配等が生ずるなどして、工事の目的を達成しておらず、これに係る国

庫補助金相当額 3,037,000円が不当と認められる。

このような事態が生じていたのは、同県において、水路工の沈下対策に対する工法等の検討が十分でなかったことなどによると認められる。」

以上の指摘の特徴は、

- ① 設計・施工の基になった技術基準を提示する
- ② 実際の施工法
- ③ 技術基準の説明
- ④ 技術基準とおりでないための結果

である。

一方、国土交通省が、指摘された翌年 1 月頃全国の地方公共団体を招集して実施する説明会の配布資料（図 4-4）は以下のようなものである。

水路工の設計について

1. 事業主体

地方公共団体（県）

2. 指摘内容

本件は、県が補助事業者となり、道路改築事業の一環として道路改良工事を実施したものである。

このうち、水路工の設計において、盛土工等は地盤沈下対策として沈下型の盛土工等を行うこととしていたにも関わらず、水路工については、十分な沈下対策を行わないまま、盛土工等の施工前に水路工を施工していたため、著しい不等沈下や逆勾配が生じて、今後、用排水機能が阻害されたりするおそれがあるなど、水路としての所期の機能が確保されず、工事の目的を果たしていなかったものである。

これは、この工事について設計に対する理解が十分でなかったことによるものである。

3. 改善措置

指摘事項については、所要の安全度を確保すべく手直し工事が実施される予定である。

図 4-4 説明会配付資料

以上、比較してみるとわかるように、会計検査院のホームページの方が、国土交通省説明資料よりはるかにわかりやすく、丁寧に説明している。

4.3 資格取得（実施例）

技術力向上と資格取得は「鶏と卵どっちが先」の議論と同様、資格取得のためには技術力向上が必要と言い換えてもいっくらい両者は一体である。

その理由を説明するために、たとえば資格として「1級土木施工管理技士」を考えてみる。この資格は建設工事において工事現場の施工管理を行う主任技術者のうち、3,000万円以上を下請けにできるいわば大型工事に必要な国土交通省が所管する国家資格である。したがって、建設会社の技術系職員にとって必須の資格である。この試験のための受験参考書及び講習会テキストを調べると、参考文献の欄に今まで議論してきた技術基準及びマニュアルがずらりと並んでいる。受験参考書は試験のための解説として、上記技術基準を引用しながら説明している。つまり、試験に必要な専門知識は以上の技術基準から引用されていて、受験は技術基準そのものの勉強である。技術基準が最高の技術であるので、受験勉強は技術力向上につながる。

また、技術者の最高の資格と位置づけられている「技術士」を検討してみる。技術士資格は設計・調査などの主としてコンサルタント業務で、技術管理者になるために必須のものである。こちらは文部科学省所管の国家資格である。近頃では建設会社の技術系職員だけでなく、発注者の職員も受験している。これも先ほどの「1級土木施工管理技士」受験と同様、受験参考書や講習会テキストの参考文献欄には「道路橋示方書・同解説」や「道路土工一施工指針」などが並んでいる。参考文献とされた上記の技術基準及びマニュアルは最高の技術書であり、技術士は科学技術上の最高の資格であり、両者は関連している。技術士試験は最高の技術書の中から出題され、受験の参考書もその技術書を参考文献にして解説している。

つまり、「技術士試験の受験勉強は、最高の技術書を勉強すること」である。

このことに気づいた筆者は技術力向上のため、技術士試験の受験勉強を始め、建設部門（土質及び基礎）に合格した。振り返って見ると、筆記試験準備の際「道路橋示方書・同解説」や「道路土工一施工指針」などをいつも座右に置き参考としていた。また、筆記試験合格後の面接のために、何度も何度も体験論文を読み返し、どこが工夫した点かなどを確認した。わかりやすい文章であるかを確認するために外の人に見てもらったりした。将に基礎力及び応用力が試される試験であると実感した。若い人にも資格取得を薦めている。

4.4 会計検査院安中研修所における研修（実施例）

会計検査院安中研修所（群馬県安中市）では、技術基準に基づかないで施工され、特

に指摘の多い事項について実物大の構造物モデル（写真 4-3，写真 4-4，写真 4-5，写真 4-6）が敷地内に展示されている。筆者は，同研修所職員の案内で平成 22 年 11 月 5 日（金）約 2 時間研修した。初めに研修室でビデオにより同研修所の概要の説明を受け，次に，屋外の展示場に移動して構造物モデルを見学した。不適切施工例と正しい設計に基づく施工例の対比を具体的に確認することができた。ボックスカルバートや擁壁の配筋の誤りが手に取るようにわかり，有意義な研修であった。また，同研修所から指摘事項の多い例について，簡単な説明付きの冊子を参加者全員が頂いた。近いので毎年「検査員研修」として実施しているが，非常に有益なのでさらに続けていきたい。また，外の研修の中へ，この研修を取り入れて多くの人に学んでもらいたい。



写真 4-3 擁壁配筋模型（実物大）



写真 4-4 擁壁配筋模型（実物大）



写真 4-5 鉄筋コンクリート構造物の配筋及び型枠組立（実物大）



写真 4-6 擁壁施工例（実物大）

4.5 決算検査報告会の工夫（実施例）

毎年報告されている会計検査院の決算検査報告は、前年度の指摘事項を丁寧にわかりやすく、根拠を示しながら解説している。本県でも国土交通省の説明会を受けて、毎年本庁・事務所への報告会を開催している（都合により開催されなかった年も実はあったが）。しかし、これを業務に生かし切っていない面も残念ながらある。そこで、平成23年1月26日(水)に、決算検査の報告会を「技術調整会議」のなかで行った。この会議には、公共事業に関連する県土整備部及び外の部も含めた本庁及び出先機関の次長・担当者75人が出席したが、この中で「会計検査・指摘事項の最近の傾向と対策」と題して講演した。この講演のなかで、最近の指摘事項の傾向として「施工より設計が圧倒的に多い」、「指摘される構造物は、橋梁などが多い」ことなどを説明した。さらに、決算検査報告はマニュアルのさらに解説書ともいべきもので初心者にもわかりやすく記されており、最適のマニュアルであることを強調した。ぜひ会計検査院のホームページを見ることを薦めた。そして、指摘事項のポイントは技術基準に基づき設計されているか、施工されているかという視点で書かれていることを図4-5及び図4-6などを用いて強調した。

この会議の数日後、会議に出席した人に感想を聞くと、「早速ホームページを見た」、「もっとこのことを全職員に周知してもらいたい」などの意見が出た。手応えは十分あ

炭素繊維シートによる橋脚段落とし部の曲げ耐力補強の概念図

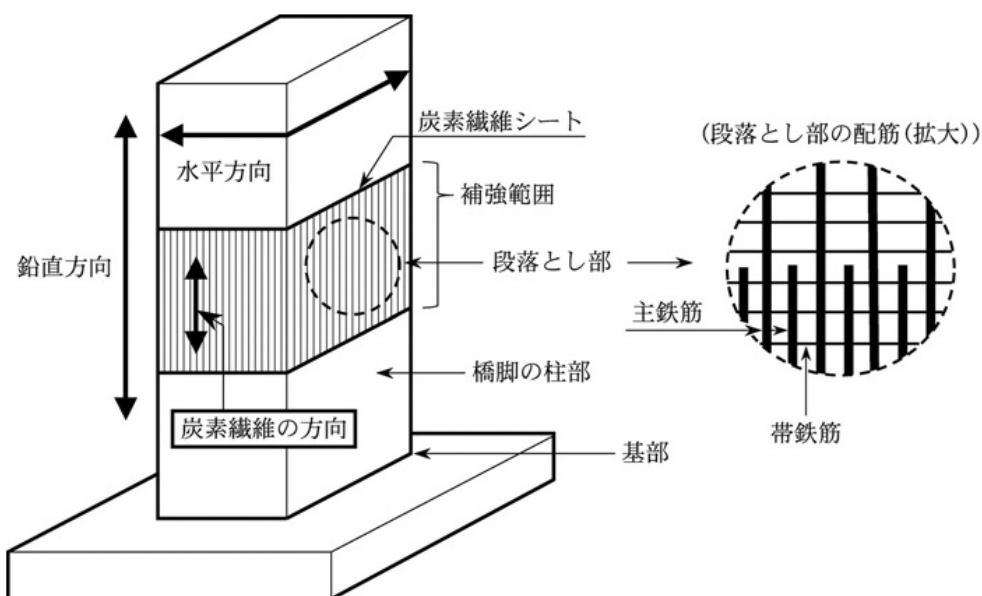


図 4-5 炭素繊維シートによる橋脚段落とし部の曲げ耐力補強¹⁾

この補助事業は、神戸市が、須磨区西落合地内において、地震時における緊急輸送道路に指定されている市道垂水妙法寺線の上に架かる市道名谷環状線の西落合橋（昭和47年度築造、橋長59.0m、幅員18.8m）の下部工として橋脚2基の耐震補強工を、また、上部工として床版の補修工等をそれぞれ実施したものである。

このうち耐震補強工は、地震時における橋脚の損傷を防止するため、鉄筋コンクリート造りの橋脚の柱部のうち鉛直方向の主鉄筋の配筋量が変化する箇所（以下「段落とし部」という。）を包含する基部からの高さが2.6mから4.3mまでの範囲（以下「補強範囲」という。）の全周に、炭素繊維を一方向に配列した炭素繊維シート（以下「シート」という。）を炭素繊維の方向が鉛直方向となるように合成樹脂により接着するなどして、段落とし部の曲げ耐力を補強するものである（参考図参照）。

本件耐震補強工の設計は、「**道路橋示方書・同解説**」（**社団法人日本道路協会編**）、「**既設橋梁の耐震補強工法事例集**」（**財団法人海洋架橋・橋梁調査会発行**。以下「事例集」という。）等に基づいて行われており、これらによると、地震時における段落とし部の損傷を判定する式により算定した値（以下「判定値」という。）が1.2を下回る場合は、

図 4-6 指摘事例（図 4-5 の事例）¹⁾

段落とし部の曲げ耐力が不足することになることから、当該曲げ耐力の補強が必要になるとされている。

そして、本件耐震補強工の設計計算書では、判定値が1.1となっていたことから、段落とし部の曲げ耐力を補強する必要があるとして、事例集に基づき、補強範囲に、炭素繊維の方向が鉛直方向となるように所定の規格のシートを接着した上で、更にこのシートと橋脚のコンクリートとの一体性を強化することを目的として、このシートに重ねて同じ規格のシートを炭素繊維の方向が水平方向となるように接着することとしていた。

しかし、同市は、誤って、補強範囲に、炭素繊維の方向が鉛直方向となるようにシートを接着せずに、水平方向となるようにシート1層を接着することのみをもって本件耐震補強工を施工することとして設計図面を作成して、これにより施工していた。

このため、本件耐震補強工により接着したシートは、段落とし部の曲げ耐力を補強するものとなっておらず、本件橋脚2基は、地震時において段落とし部の曲げ耐力が不足する状態のままとなっていた。

したがって、本件耐震補強工は設計が適切でなかったため、橋脚2基は所要の安全度が確保されていない状態になっていて、耐震補強工及び床版の補修工等（これらの工事費45,444,000円、うち国庫補助対象額45,399,200円）は工事の目的を達しておらず、これに係る国庫補助金36,319,360円が不当と認められる。

このような事態が生じていたのは、同市において、シートによる橋脚の耐震補強に対する認識が十分でなかったことによると認められる。

図 4-6 指摘事例（図 4-5 の事例）¹⁾

ったと感じた。

4.6 「会計検査と技術力向上」と題して講演（実施例）

4.6.1 群馬県建設技術センター主催の講演(1)（平成23年2月）

群馬県建設技術センター主催の現場実務コース「構造物基礎（地質）研修」において「会計検査と技術力向上」と題して、県職員、市町村職員の若手23人に平成23年2月21日(月)講演した(写真4-7)。この中で、今こそ発注者に技術力が必要であること、そのためには会計検査院の決算検査報告が有効であること。また、資格取得の勉強が技術力向上に繋がること、さらに、現場で工夫して論文にまとめることの重要性など、この論文の趣旨を強調した。決算検査報告の事例では前述した「橋脚補強」の事例を紹介した。また、現場で工夫し論文にまとめた事例として後述する6章の「丸谷の高盛土」を

アンケート (おもて)

□内のどれか1つに レ点を入れてください。

1. あなたの所属は

- 県職員 (企業局等含む) 市職員 町村職員

2. あなたの年齢は

- 20代 30代 40代 その他

3. 発注者にとって技術力は必要と思いますか。

- 思う 少し必要と思う 必要ではない わからない

4. あなた自身の技術力をどう思いますか。

- あると思う 少しあると思う ないと思う わからない

5. 技術力向上のために何をすればよいですか。具体的に何個でも記入してください。

(たとえば、VE、ワンデーレスポンス、現場へ行くなど)

- ()
()
()
()
()
()
()
()
()

図 4-7 技術力向上に関するアンケート (おもて)

アンケート（うら）

1. 講師の紹介した技術向上のための事例のうち、どれに共感しましたか

内に レ点を入れてください。（複数回答可）

会計検査の指摘事例から学ぶ

資格取得

現場で工夫する

論文作成、発表

2. この研修「会計検査と技術力向上」の感想・意見など記入してください

ご協力ありがとうございました。

図 4-8 技術力向上に関するアンケート（うら）

説明した。講演は約1時間で、この内容についての理解を確認する目的で研修前と後で、それぞれ5分程度時間を取って無記名でアンケート(研修前, 図4-7), (研修後, 図4-8)を実施した。研修前に「技術力向上のために何をすればよいか」の問いに対し、「現場へ行く(11人)」、「資格取得(7人)」、「研修(8人)」、「技術基準の勉強(4人)」などが出た(複数回答可)(図4-9)。研修後、「講師の紹介した技術力向上の方法に共感したもの」について回答を求めたところ(図4-10)、「現場へ行く」という発想はあったが「現場で工夫する」というのは研修後には16人の共感に増加した。「資格取得」も研修後には13人に増加した。

「会計検査の指摘事例から学ぶ」は全く新しい切り口だったが、20人の賛同を得た。「論文作成・発表」は5人の方から共感したという回答があった。研修前は予想しなかった技術力向上法であったようだ。「非常に共感した」と感想を寄せた人もいた。この研修は好評を博したので、毎年実施することにした。

なお、研修前に「発注者にとって技術力は必要と思うか」と質問した。「思う(21人)」、「少し思う(2人)」という回答があり、「必要でない」、「わからない」は共に0であり、公務員技術者にとって技術力は必要であることを確認できた。



写真 4-7 「会計検査と技術力向上」と題して講演

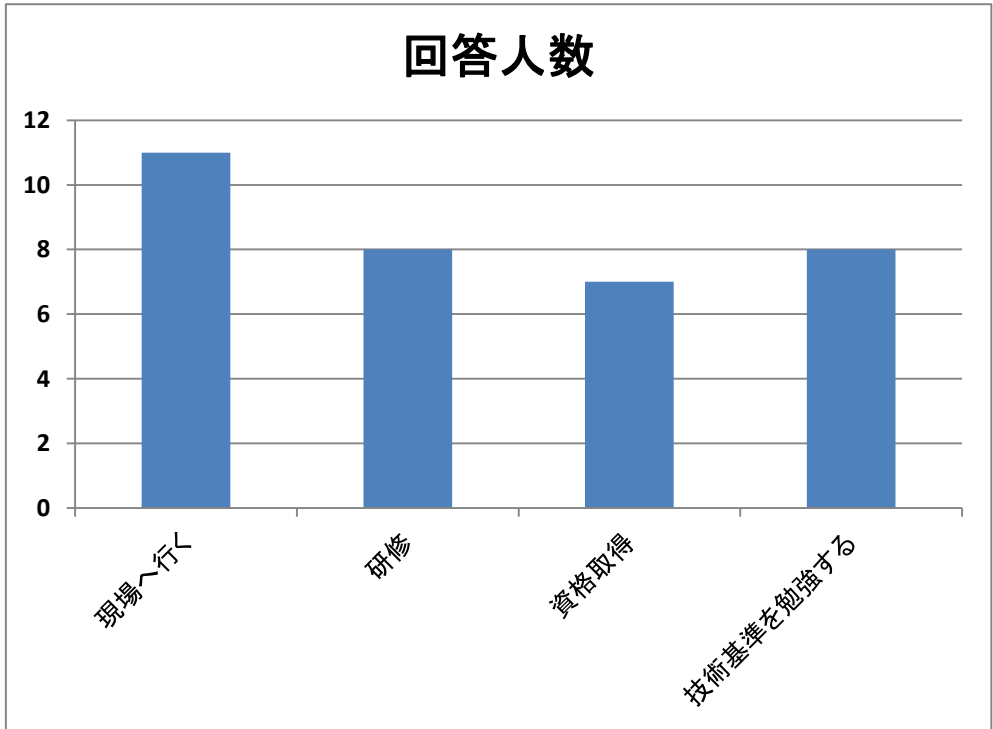


図 4-9 技術力向上のために何をすればよいか（研修前）

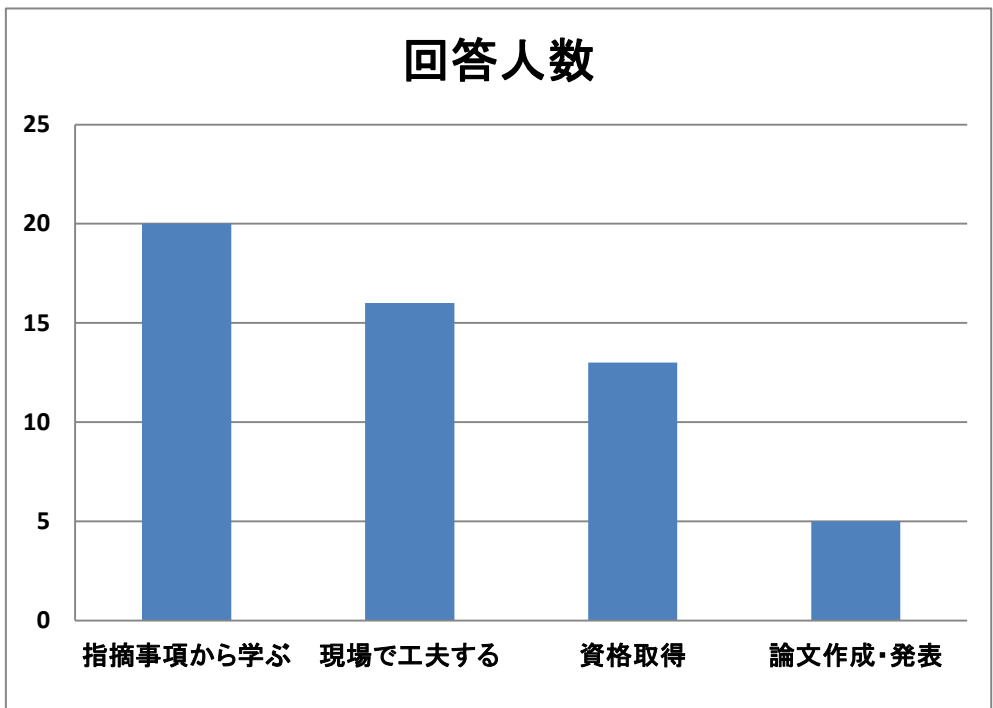


図 4-10 紹介した事例のどれに共感したか（複数回答可）（研修後）

4.6.2 伊勢崎土木事務所における講演（平成 23 年 6 月）

筆者の所属する伊勢崎土木事務所の「所内研修」において「会計検査と技術力向上」と題して、平成 23 年 6 月 13 日(月)技術職員 19 人に講演した。この中で、今こそ発注者に技術力が必要であること、そのためには会計検査院の決算検査報告が有効であること。また、資格取得の勉強が技術力向上に繋がること、さらに、現場で工夫して論文にまとめることの重要性など、この論文の趣旨を強調した。決算検査報告の事例では前述した「橋脚補強」の事例を紹介した。また、現場で工夫し論文にまとめた事例として後述する 6 章の「丸谷の高盛土」を説明した。

この内容についての理解を確認する目的で研修前と後で、それぞれ 5 分程度時間を取って無記名でアンケート(図 4-7, 図 4-8)を実施した。研修前に「技術力向上のために何をすればよいか」の問いに対し、「現場へ行く(11人)」、「資格取得(3人)」、「研修(5人)」、「技術基準の勉強(4人)」、「先輩に聞く(4人)」などが出た(複数回答可)(図 4-11)。研修後、「講師の紹介した技術力向上の方法に共感したもの」について回答を求めたところ(図 4-12)、「現場で工夫する」というのは研修後には 16 人の共感に増加した。「資格取得」も研修後には 12 人に増加した。「会計検査の指摘事例から学ぶ」は全く新しい切り口だったが、16 人の賛同を得た。「論文作成・発表」は 6 人の方から共感したという回答があった。

また、研修後この研修に対する感想・意見を記入してもらったところ、「資格取得に挑戦したい」、「会計検査院のホームページを見たい」などのコメントがあった。さら

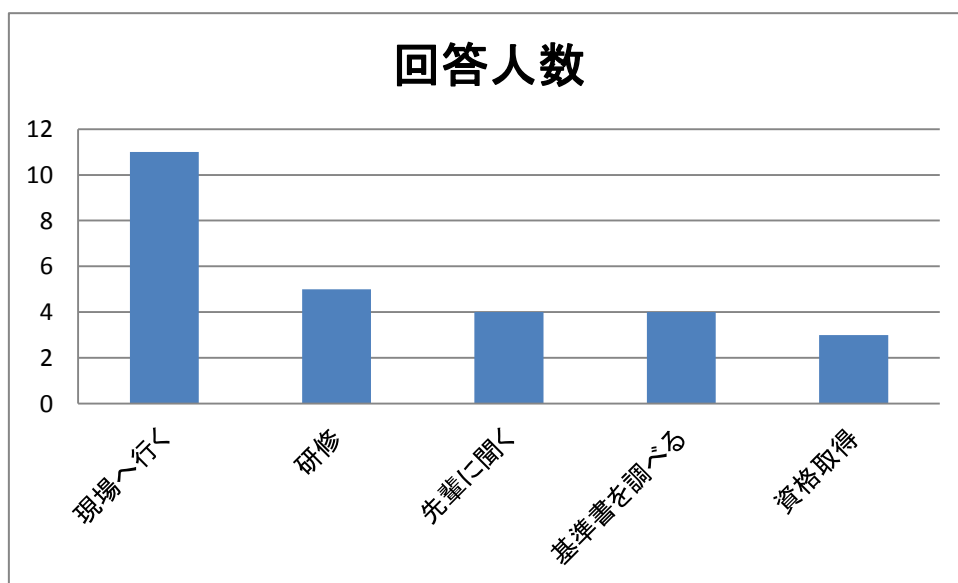


図 4-11 技術力向上のために何をすればよいか（研修前）

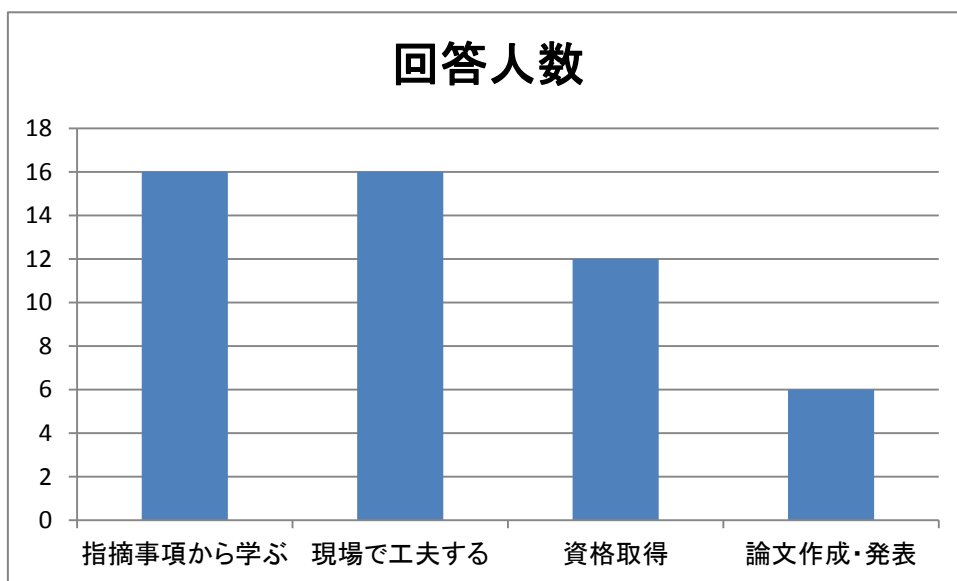


図 4-12 紹介した事例のどれに共感したか（複数回答可）（研修後）

に「資格取得のための時間がとれるような事務所運営が必要だと感じた」と事務所管理職が積極的に支援する姿勢が必要であるとの意見も出た。

なお、研修前に「発注者にとって技術力は必要と思うか」と質問した。「思う（16人）」、「少し思う（3人）」という回答があり、「必要でない」、「わからない」は共に0であり、公務員技術者にとって技術力は必要であることを確認できた。

4.6.3 群馬県建設技術センター主催の講演(2)（平成23年11月）

群馬県建設技術センター主催の行政基礎コース「積算基準及び標準歩掛説明会」において「会計検査と技術力向上」と題して、県職員56人、市職員35人、町村職員32人の若手技術者合計123人に平成23年11月9日(水)講演した(写真4-8)(写真4-9)。これは前年度の研修(平成23年2月21日)が好評を博したので、今年度も同様の題名で実施したものである。この中で、今こそ発注者に技術力が必要であること、そのためには会計検査院の決算検査報告が有効であること。また、資格取得の勉強が技術力向上に繋がること、さらに、現場で工夫して論文にまとめることの重要性など、この論文の趣旨を強調した。決算検査報告の事例では前述した2.3 a)落橋防止、b)パイプカルバート、c)擁壁等の配筋、e)盛土脇の水路施工の事例を紹介した。また、現場で工夫し論文にまとめた事例として後述する6章の「丸谷の高盛土」を説明した。この内容についての理解を確認する目的で研修前と後で、それぞれ5分程度時間を取って無記名でアンケート

(図 4-7, 図 4-8)を実施した。

県, 市, 町村の職員別に集計したところ, 県職員の場合, 研修前に「技術力向上のために何をすればよいか」の問いに対し, 「現場へ行く (32 人)」, 「資格取得 (13 人)」, 「研修 (16 人)」, 「経験を積む (8 人)」などが出た (複数回答可) (図 4-13)。 研



写真 4-8 「会計検査と技術力向上」と題して講演(1)



写真 4-9 「会計検査と技術力向上」と題して講演(2)

修後、「講師の紹介した技術力向上の方法に共感したもの」について回答を求めたところ(図4-14)、「現場で工夫する」というのは研修後には40人の共感に増加した。「資格取得」も研修後には34人に増加した。「会計検査の指摘事例から学ぶ」は全く新しい

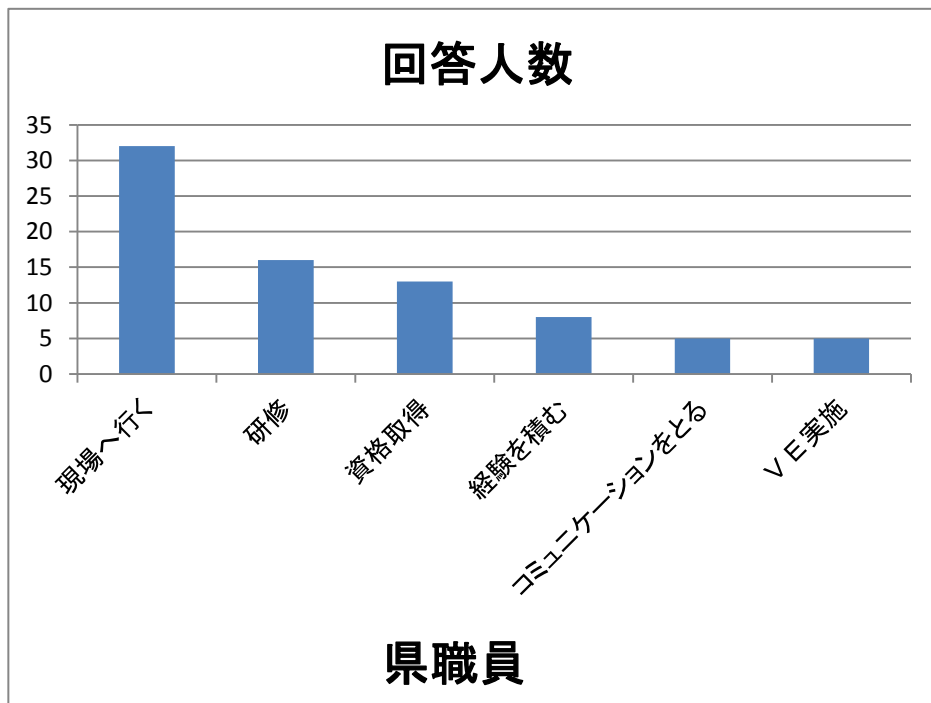


図 4-13 技術力向上のために何をすればよいか (研修前)

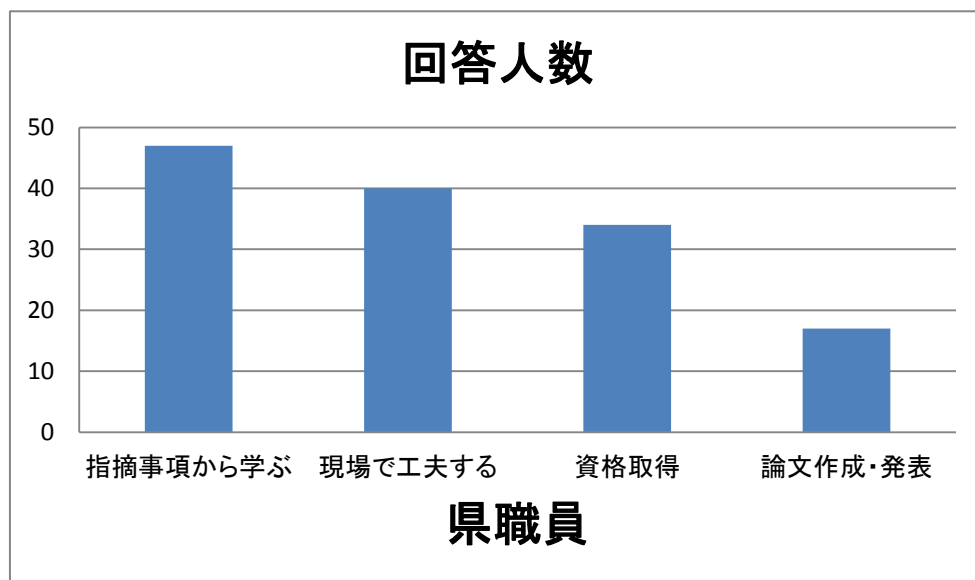


図 4-14 紹介した事例のどれに共感したか (複数回答可) (研修後)

切り口だったが、47人の賛同を得た。「論文作成・発表」は17人の方から共感したという回答があった。

なお、「研修前に発注者にとって技術力は必要と思うか」と質問した。「思う(48人)」、「少し思う(7人)」、「必要でない(1名)」という回答があり、公務員技術者にとって技術力は必要であると認識していることを確認できた。

市職員の場合、研修前に「技術力向上のために何をすればよいか」の問いに対し、「現場へ行く(18人)」、「資格取得(10人)」、「研修(6人)」、「経験を積む(5人)」などが出た(複数回答可)(図4-15)。研修後、「講師の紹介した技術力向上の方法に共感したもの」について回答を求めたところ(図4-16)、「現場で工夫する」というのは研修後には27人の共感に増加した。「資格取得」も研修後には21人に増加した。

「会計検査の指摘事例から学ぶ」は全く新しい切り口だったが、26人の賛同を得た。「論文作成・発表」は6人の方から共感したという回答があった。

なお、「研修前に発注者にとって技術力は必要と思うか」と質問した。「思う(30人)」、「少し思う(5人)」という回答があり、「必要でない」、「わからない」は共に0であり、公務員技術者にとって技術力は必要であると認識していることを確認できた。

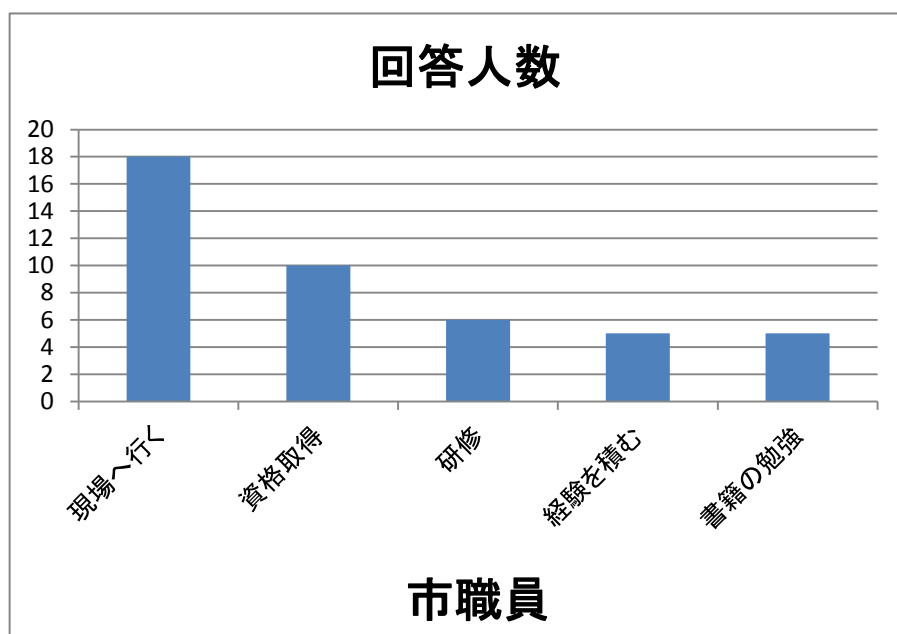


図4-15 技術力向上のために何をすればよいか(研修前)

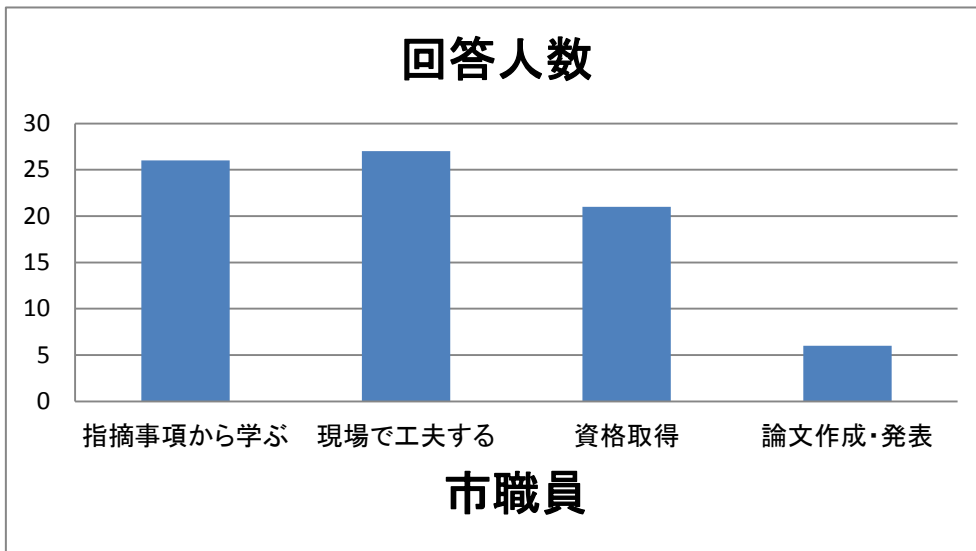


図 4-16 紹介した事例のどれに共感したか（複数回答可）（研修後）

町村職員の場合，研修前に「技術力向上のために何をすればよいか」の問いに対し，「現場へ行く（21人）」，「資格取得（2人）」，「研修（8人）」，「経験を積む（3人）」，「外の工事や設計書を見る（4人）」などが出た（複数回答可）（図 4-17）。研修後，「講師の紹介した技術力向上の方法に共感したもの」について回答を求めたところ（図 4-18），「現場で工夫する」というのは研修後には 20 人の共感に増加した。「資格取得」も研修後には 18 人に増加した。

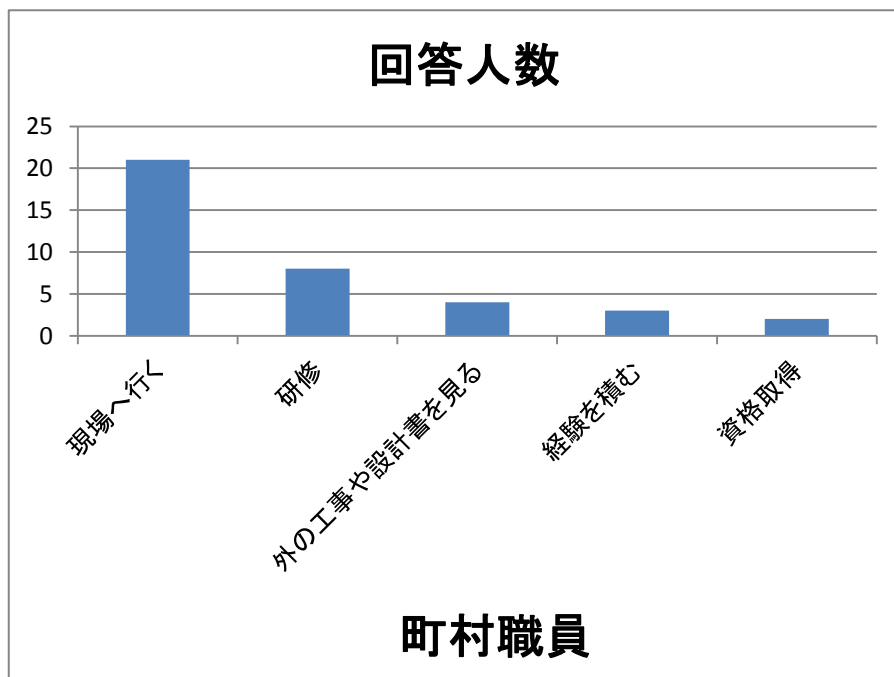


図 4-17 技術力向上のために何をすればよいか（研修前）

「会計検査の指摘事例から学ぶ」は全く新しい切り口だったが、28人の賛同を得た。「論文作成・発表」は6人の方から共感したという回答があった。

なお、研修前に「発注者にとって技術力は必要と思うか」と質問した。「思う(27人)」、「少し思う(4人)」という回答があり、「必要でない」、「わからない」は共に0であり、公務員技術者にとって技術力は必要であると認識していることを確認できた。

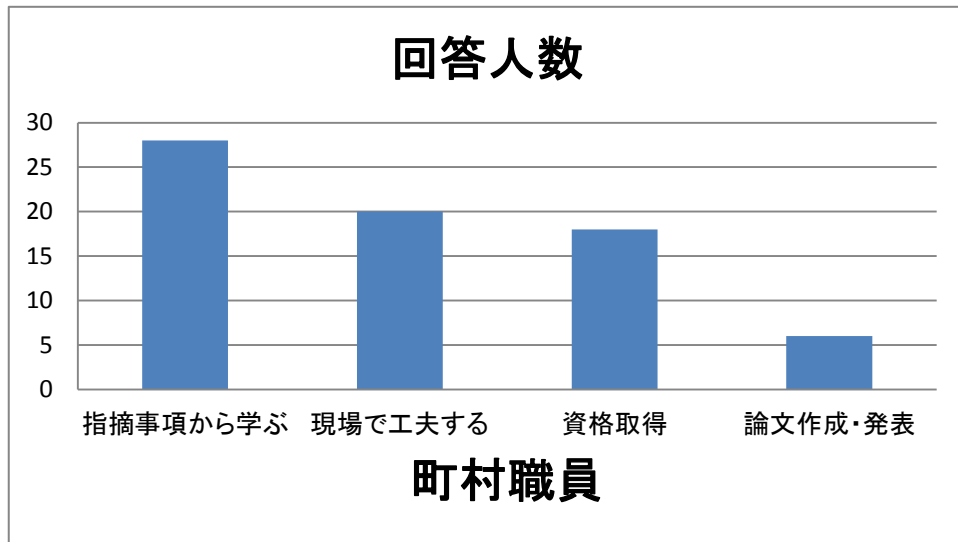


図 4-18 紹介した事例のどれに共感したか (複数回答可) (研修後)

4.6.4 講演におけるアンケートのまとめ

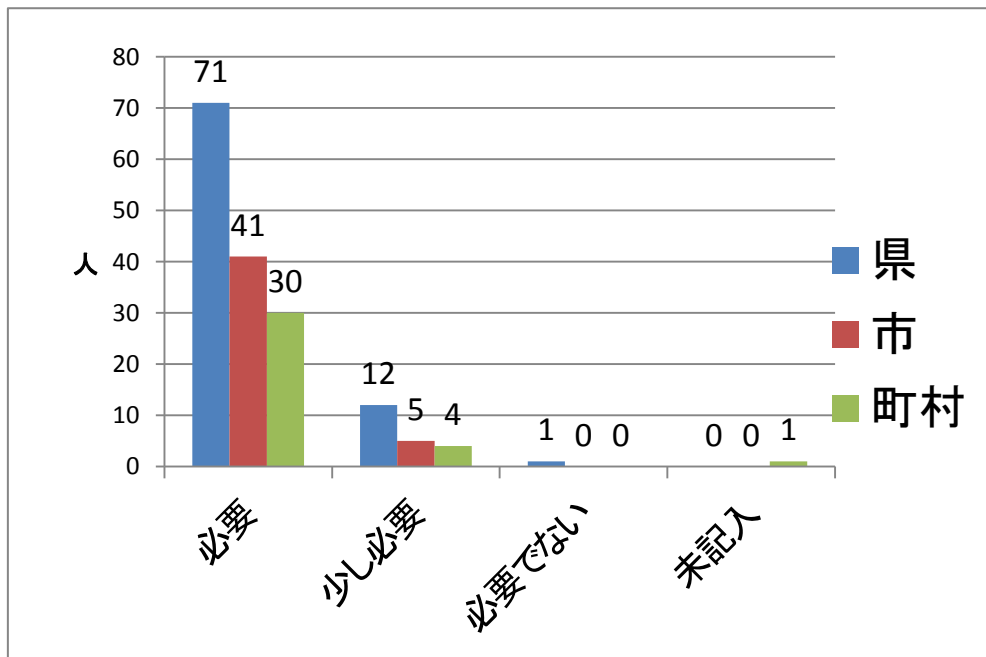


図 4-19 「発注者にとって技術力は必要か」に対する回答

ここで3回の講演のまとめを行う。まず、「発注者にとって技術力は必要か」の問い(図 4-19)に対し3回の講演の合計をまとめると、「必要(142人)」「少し必要(21人)」「必要でない(1人)」「未記入(1人)」と圧倒的多数は「必要」との認識をしている。

次に、技術センター1回目の講演で「技術力向上に必要なものは何か」について、講演前後の変化を見てみると(図 4-20)、いずれも講演後には増加している。

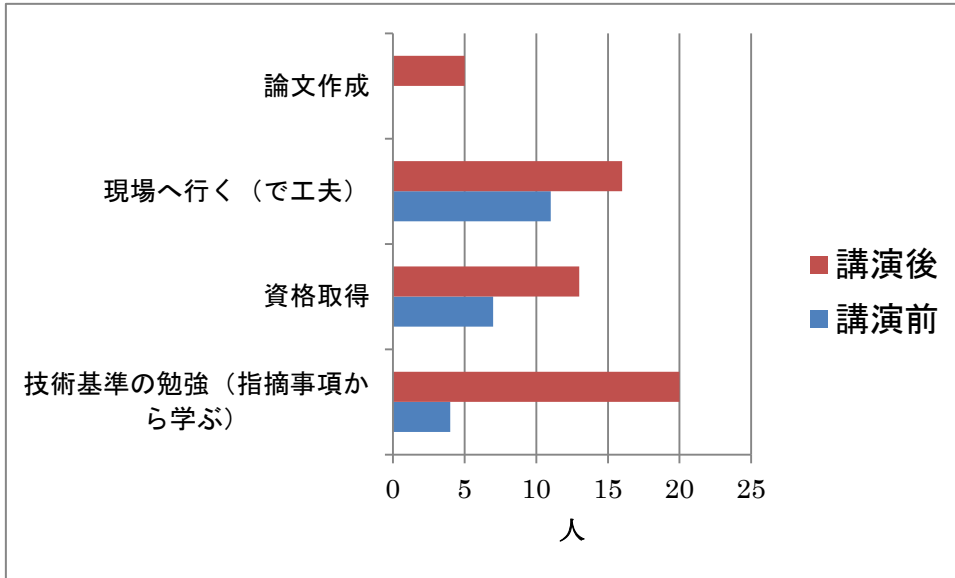


図 4-20 「技術力向上に必要なものは何か」(技術センター1回目)

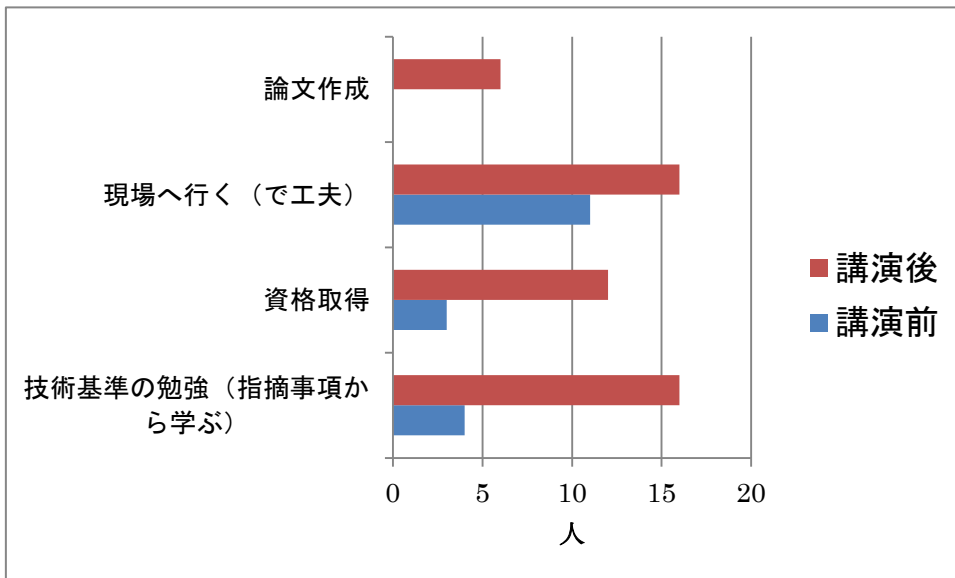


図 4-21 「技術力向上に必要なものは何か」(伊勢崎土木)

伊勢崎土木事務所においても(図 4-21)、2回目の技術センターにおいても(図 4-22)

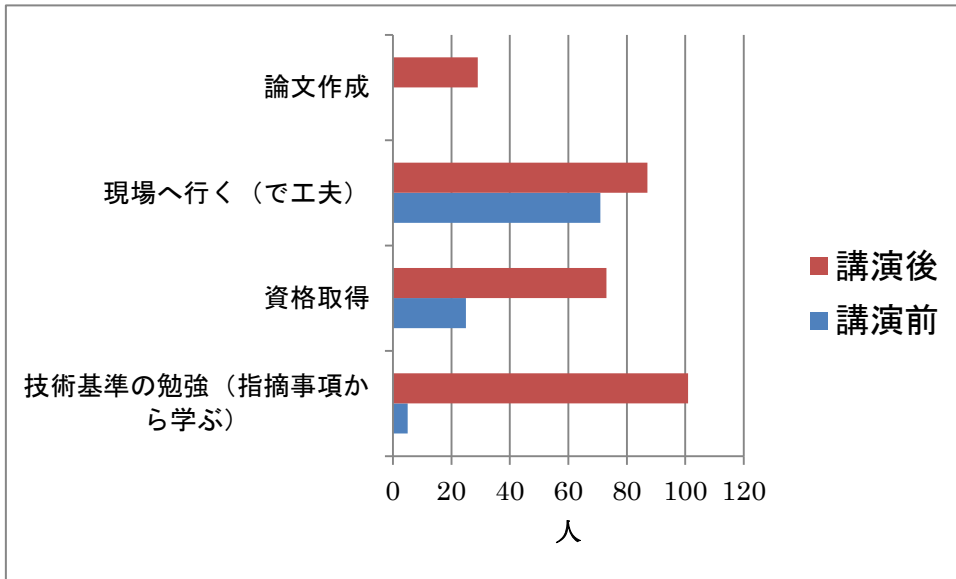


図 4-22 「技術力向上に必要なものは何か」(技術センター2回目)

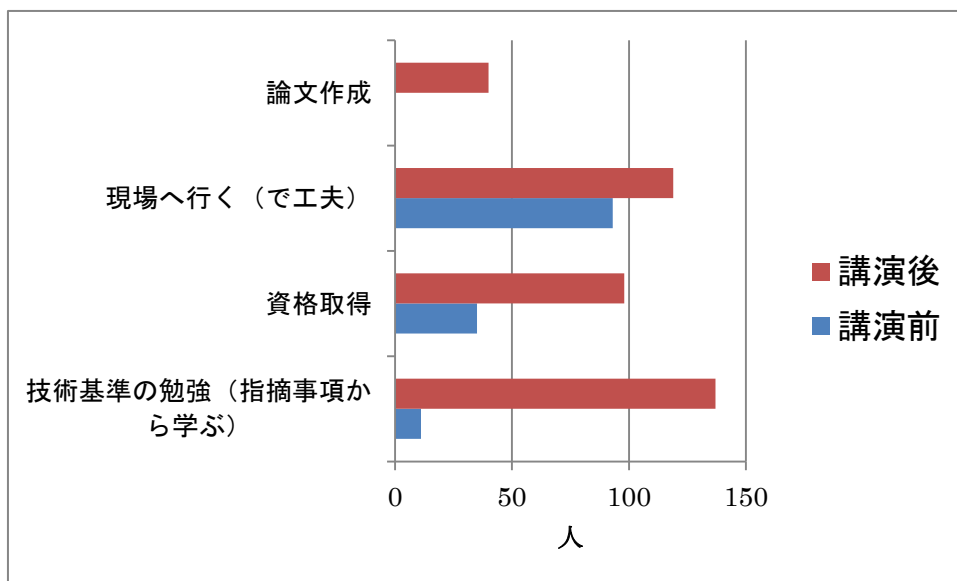


図 4-23 3回の講演の合計 「技術力向上に必要なものは何か」

同様な傾向にある。3回の講演の合計では、以下のようなになる(図 4-23)。すなわち、技術基準の理解は意識されているが、講演後に「会計検査の指摘事項から学ぶ」という形で大幅に増加している。また、「資格取得」は技術力向上に必要なと認識されているが、今回その根拠を示したので講演前後で3倍に増加した。以上の「会計検査の指摘事項から学ぶ」と「資格取得」の方法は、基礎力を付けたい気持ちの現れである。また、会計検査に指摘されたくないという気持ちが働いていると考えられる。さらに、「現場で工夫

する」は表現こそ「現場へ行く」等の違いがあるが、大部分の人が認識していることで現場の重要性を表している。「論文作成・発表」は講演前には全く意識されていないが、講演後は4人に1人が賛同している。この数字は少ないと見るよりむしろ多いと考えられる。「非常に共感した」との感想も寄せられている。

さらに、筆者の紹介した事例にどのくらいの人が共感したかを全職員に対する割合で表現したものが図4-24である。「指摘事項から学ぶ」は、県、市、町村共に約8割の方から賛同を得ている。また、「現場で工夫する」は約7割、「資格取得」は6割弱、「論文作成・発表」は2割前後と言ったところである。

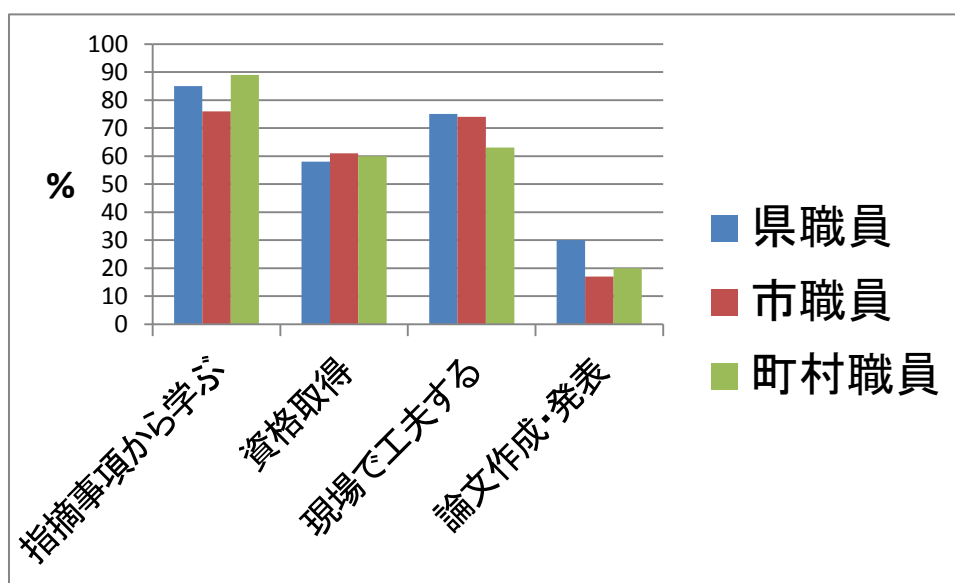


図4-24 紹介した事例に対する共感率 (%)

これによると、「指摘事項から学ぶ」と「資格取得」は、県、市、町村で共感率に差がほとんどない。「現場で工夫する」は、町村が県、市よりも若干下がる。論文作成は、市、町村が県よりも下がる。講演後の感想記入でも「論文作成は理解に苦しむ」等の意見、さらに「町村職員レベルはどこまで技術力が求められるのか疑問がある」という意見もあった。以上より、応用力（現場で工夫、論文作成）では、県と市町村では若干考え方に差が生じた。市町村では未だに事務も技術も一括採用の所もあり、事務の人もあるときは技術の仕事に就いている現実が原因と考えられる。

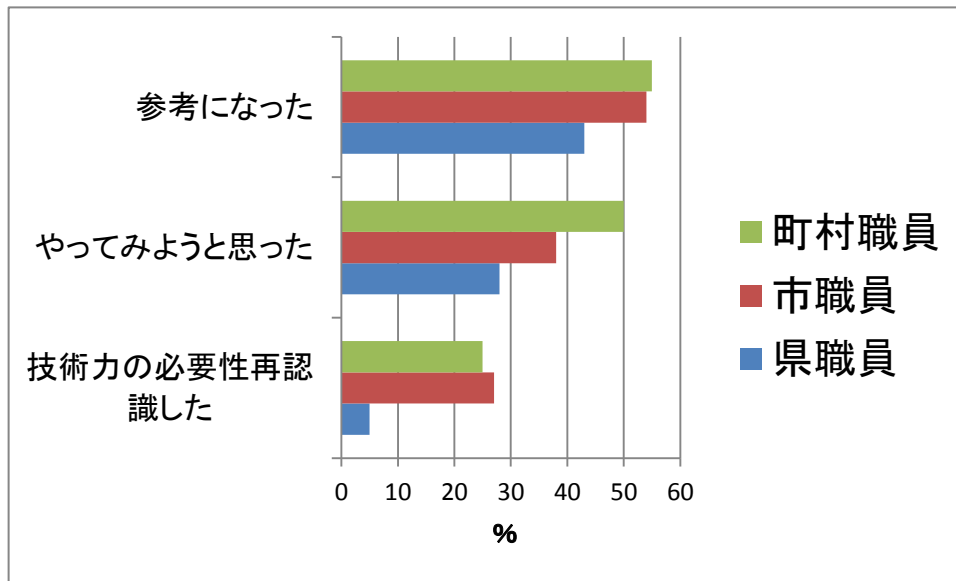


図 4-25 講演後に回答した「意見」の回答者に対する割合 (%)

また、3回の講演は内容はほぼ同じでアンケートは全く同じものを使用した。講演後のアンケート（図 4-8）のなかで、短い時間ながら（5分程度）感想・意見を記入して頂いた。短い時間なので空白を予想していたが、記述された感想・意見を3回分集計したものが図 4-25 である。したがって、純然たるアンケートではないので数字の細かい比較はできないが、逆に、参加者の「生（なま）の声」であり注目すべきものである。これはたとえば「参考になった」という意見を記入した人数を回答してくれた人数で割ったものである。そして「参考になった」という意見を記入した人の割合は県よりも市・町村職員の方が若干多めに出た。ところが、「技術力の必要性を再認識した」という意見を記入した人の割合は、県と市・町村職員では明らかに差がでた。すなわち、県では5%なのに、市では27%、町村では25%と県を大きく上回った。また、「やってみようと思った」は「資格取得に取り組みたい」とか「ホームページを早速見てみよう」という内容をまとめたものであるが、結果は県よりも市・町村が多めに出た。講演前に実施した図 4-19 の「発注者にとって技術力は必要か」のアンケートでも圧倒的多数は「必要」、少数ながら「少し必要」であった。ということは、市・町村職員の中では、技術力の必要性を講演前から認識しているが講演によって「強く認識した」ので意見・感想という形で現れ、「時間の短い中、わざわざ意見・感想を書いてくれた」と考えられる。

一方、県職員は講演前も技術力の必要性を「強く」認識しており、講演後も同様なので敢えて意見・感想に記述しなかったものと考えられる。

以上、図 4-24 の共感率でも議論したが県職員と市・町村職員では技術力に対する意

識に差があることが判明した。この講演は，市・町村職員に対して，より「意識改革」になった。

参考文献

1)会計検査院 ホームページ 検査報告データベース <http://report.jbaudit.go.jp>

第5章 現場で工夫し、その後論文にまとめ発表した事例1 —現在の設計基準に頼らず設計・施工した事例—¹⁾

公共工事の設計・施工は何度も出てきた技術基準に基づいており、また、受注生産であり一つ一つ作られるものである。しかし、地形・地質・現場などの条件により荷重が同じでも構造物の形状は変化し、設計は一律ではない。技術基準は全ての条件を記述しているわけではなく、標準的な条件での見解である。現場・現場で検討しなければならないのであり、ここに公共工事の工夫の必要性が生ずる。これを適切に行うことにより、コスト縮減を推進することができる。4.3で紹介した1級土木施工管理技士試験の実地試験の中で、また技術士2次試験の口頭試験の際に体験論文を記述させるのも、この現場での工夫を重視しているからである。

これから述べる第5章及び第6章の2例は、筆者が実際に遭遇し現場で工夫しその内容を論文にしてまとめ、それぞれ地盤工学会関東支部発表会、地盤工学会シンポジウムの発表会で発表したものである。ここで「現場」というのは、文字通り現場の場合もあるが、現場を離れて「設計の場面」も含めているので、「実際の場面で」と解釈してもらった方がよい。

そして、筆者の実体験として「まとめるまでは、わかっているようで実はわかっていない」という事実がある。論文にまとめて初めて自分自身の理解が整理される。論文としてまとめるには、筋道を立て論旨を展開し、読者にわかりやすい表現に努めることが必要であり、これによって自分自身も理解を深めることが出来る。読者に理解させて完全なモノになる。

また、論文としてまとめたうえにさらに、人前で発表することがより効果的である。プレゼンテーション能力や構成力を養うだけでなく、想定質問に対する回答をいくつも事前に準備して発表に臨むことが技術力向上に役立つ。

5.1 はじめに

擁壁は土木構造物の中でも最も基本的で簡単な構造物であるが、そのメカニズムは不明な所が多い。中でも、ブロック積み擁壁は、我が国の伝統的工法である石積みから発達したもので、自立性に欠けるため理論的に安全性の確認が困難、公認の設計法がないとされてきた。また、安全性が施工技術に左右される、過去に倒壊事例がある、ブロック同士の結合力が弱く耐震性が劣るといった理由で断面が経験的に定められ、高さ 5 m 程度以下かつ重要度の高くない箇所に適用されてきた²⁾。

そこで、本検討ではブロック積み擁壁のコスト縮減を目的として、ブロック積み擁壁の一部を構成する裏込材、裏込コンクリートについて、存在理由から検討を始める。そして、条件によっては割愛出来ると判断し、裏込材、裏込コンクリートが無い場合の施工例を紹介する。

5.2 ブロック積み擁壁

5.2.1 使用条件

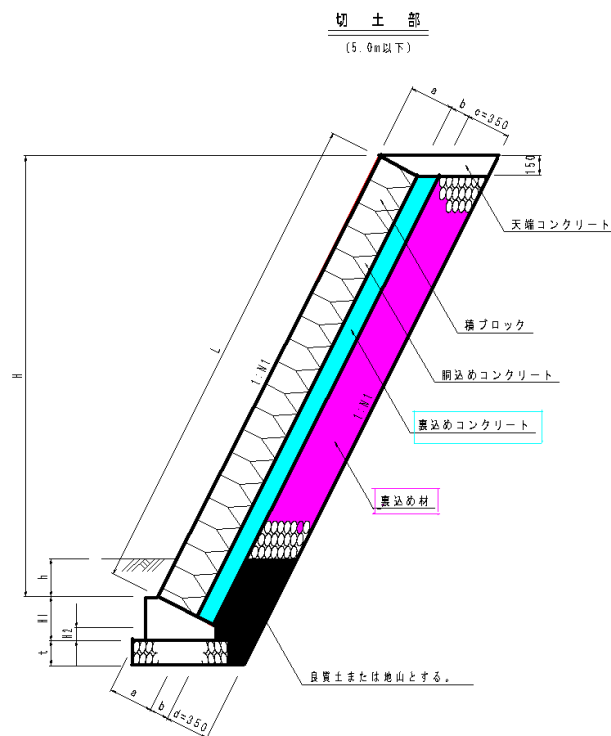


図 5-1 切土部ブロック積み 横断面図

ブロック積みの使用条件として、建設省標準設計図集（平成 12 年 9 月）³⁾によると「の

り面保護に用いられ、背面の地山が締まっている切土、比較的良質の裏込土で十分な締めめがされている盛土など土圧の小さい場合、及びもし倒壊しても重大な事故につながらない場合に用いられるもので、それ以外の場合に使用する際には十分な配慮を必要とする。」としている。

5.2.2 裏込材の目的

裏込材は「裏面の水を外面に排出し、ブロック積みにかかる水圧を減じるとともに、積みブロックに作用する荷重を分散することによって擁壁背後の圧力の増大を防ぐ」⁴⁾ ために入れることになっている。つまり、背面からの力によってブロック積みの倒壊や崩壊を防ぐことにある。

「道路土工—擁壁工指針」の昭和42年、昭和52年、昭和62年版では「切土のときには、比較的よく締まった地山では、上下（部）等厚で30～40cmとする。」という表現であった。しかし、平成11年版では「切土部におけるブロック積（石積）擁壁の裏込め材は等厚に設置してよい。」というように変化している。しかし、平成11年版の発行に伴って改訂された建設省標準設計図集（平成12年9月）では、「切土部の場合で比較的よく締まった地山では裏込め材の厚さを上下等厚としてよい。ただし、裏込め材の厚さは30～40cmとする。」ということで従前と同じである。

また、実際の使われ方は、建設省標準設計図集により切土部および盛土部によって断面が若干異なるが、切土部は図5-1のように使われており、切土、盛土いずれの場合も裏込材を入れることになっている。また、最大の目的である水を抜く方法として、水抜きパイプをブロック積み表面にほぼ直角に水平に裏込材まで挿入し、水を排水する。

なお、群馬県では切土部で背面が岩の場合、以前から裏込材も裏コンクリートも入れない施工をしている⁵⁾。

5.2.3 裏込コンクリートの目的

また、裏込めコンクリートの使われ方として、「道路土工—擁壁工指針」の昭和42年、昭和52年、昭和62年版では「練積では、裏込めコンクリートをはぶき胴込めコンクリートのみを用いる場合、裏込め土が比較的よいときは5mの高さまで用いてよいが、5mを越えてはならない。」となっていた。

切土部では高さ3～5mでは、裏込コンクリートなしだったが、平成11年の「道路土工—擁壁工指針」⁴⁾の改定で切土部も入れることになった。つまり、河川工事以外は裏込コンクリートを入れることにしている。ただし、河川工事でも以下の場合に入れることにし

ている。

- (1) 護岸肩部が兼用道路で輪荷重が護岸の安定に著しく影響する場合。
- (2) 護岸の背面土質材料が砂質等, 吸い出され易いもの及び軟弱地盤で護岸の安定上特に必要とする場合。

以上から, 道路では路側側(谷側)では輪荷重がかかり, 土留側(山側・切土部)は土圧のみであるが, どちらも裏込コンクリートを入れることにしている。

5.2.4 大雨の時の現状

大雨でも水抜き管から水が出ていない。つまり, 背面から水が裏込材に入っても, 裏込材の空隙部分を通過して鉛直に流れて水平方向へ流れない。また, 裏込材上部は天端コンクリートで覆れており, 上部から裏込部に水の進入はない。あくまでも背面の土砂部分から裏込部に水が浸透する。

5.3 裏込材・裏込コンクリートなしの提案

5.3.1 提案の内容

裏込材の存在理由は背面の水を速やかに排出することにある。

以上, 検討したところ裏込材が本当に必要な箇所は

- ①盛土部
- ②切土部のうち湧水のある箇所

と考えられる。これ以外の箇所, つまり切土部で湧水がない箇所についての裏込材なしを提案する。

また, 裏込コンクリートは河川工事以外に入れることにしており, 道路工事において切土部で土質がよく, 湧水がない箇所についても同様に裏込コンクリートなしを提案したい。

5.3.2 提案の効果

- (1) コスト縮減
 - ①材料(裏込材、コンクリート)の節約
 - ②切土量の縮小
 - ③残土処理量の縮小
- (2) 工期短縮

5.4 実施例

- (1) 場所 群馬県吾妻郡東吾妻町大字松谷地内
- (2) 実施時期 平成 20 年 8 月～10 月
- (3) 工事名・工事概要

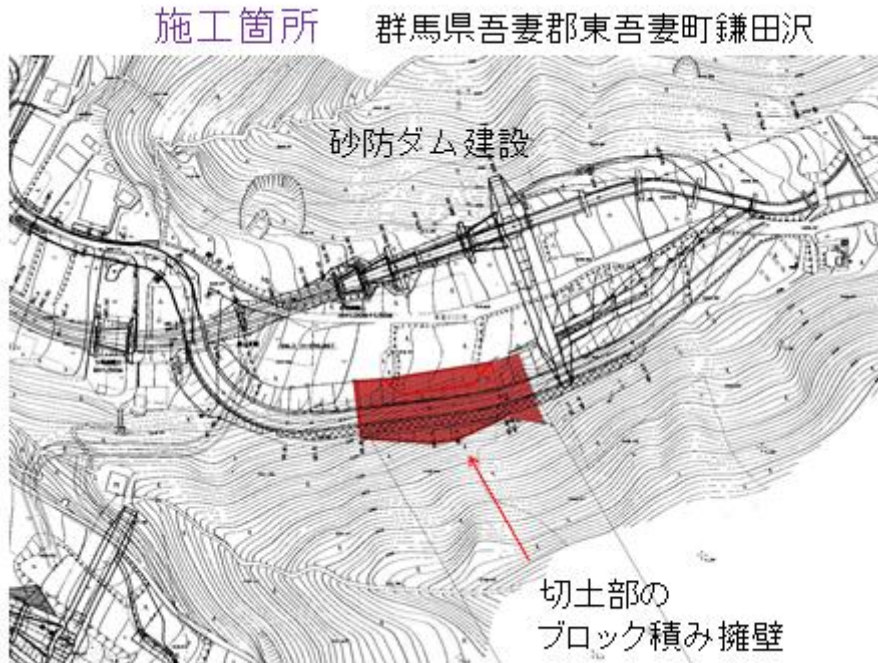


図 5-2 鎌田沢 平面図

- ① 鎌田沢通常砂防工事（付替道路工事）
- ② 溪流に沿う町道を、砂防ダム設置によりダム脇へ付け替える工事である。行き止まり道路であり、ほとんど交通量はない。
- ③ 事前のボーリング調査によりブロック積み背面から岩（流紋岩）が出るのが予想された。そこで、「道路土工—擁壁工指針」に準拠した群馬県標準図集より 1 : 0.6 の勾配のブロック積みとして裏込材なし、裏込コンクリートなしとした。斜面は約 35° の勾配である。掘削していくと、全長 56m のうち、N o 7+12 から N o 8 +5 までの区間において写真 5-1 の中央黒い部分延長約 13m で土砂が出た。設計基準に従うと、土砂の場合は、切土部では裏込コンクリートを等厚 20 c m、裏込材を等厚に 35 c m をブロック積み背面に配置することになっている。

しかし、土砂の強度、湧水がないこと、斜面として長い間自立してきたこと、道路の交通量を考慮して、敢えて切り込まず、岩である場合と同じように裏込材・裏込

コンクリートなしで延長 13m, 高さ 5mを施工した。

鎌田沢 標準横断図

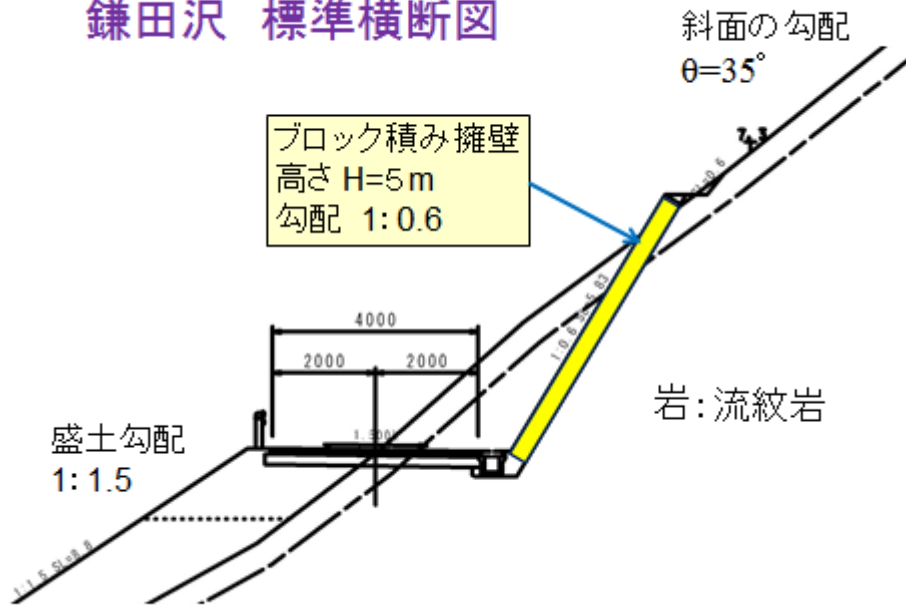


図 5-3 鎌田沢 標準横断図

ブロック積み擁壁の背面



写真 5-1 ブロック積み擁壁の背面

ブロック積みの施工状況



写真 5-2 ブロック積み施工状況

実施した 形状

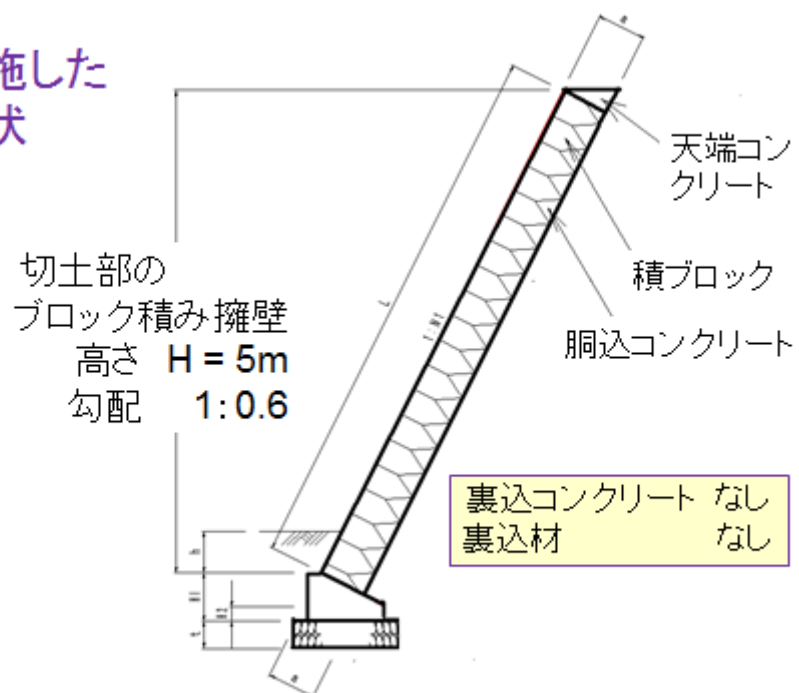


図 5-4 実施した形状

5.5 ブロック積み背面土砂の安定性検討

ブロック積み擁壁背面土砂の安定性を確認することを目的として、安定計算を実施した。以下に安定計算の詳細を示す。検討モデルは、ブロック積み擁壁背面の土砂が、現況斜面と同じ角度 $\theta = 35^\circ$ で斜面端部より上方に向かって一様に不安定化するものとした。このため、安定計算は斜面長 10m あたりで実施するものとした。

5.5.1 検討条件

検討条件を表 5-1 に示す。土質定数は、背面土砂が礫混じり粘性土であるため粘着力 c のみを有する地盤とし内部摩擦角 ϕ は考慮しないものとした。粘着力 c は、現地でポータブルコーン貫入試験を実施し、コーン貫入抵抗値 q_c から推定した。

表 5-1 検討条件

単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	14
内部摩擦角 ϕ ($^\circ$)	0
粘着力 c (kN/ m ²)	50

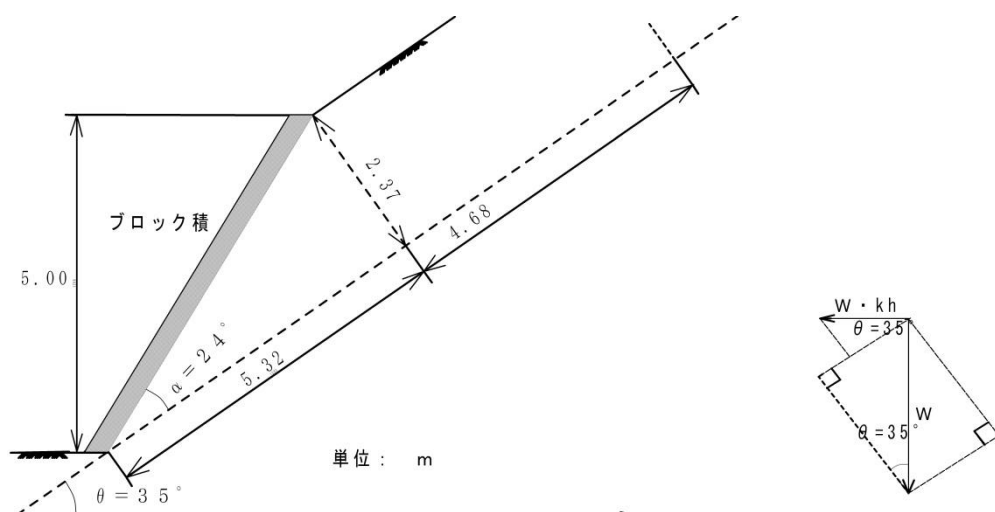


図 5-5 検討モデル図

検討土砂重量を W とすると、 $W = (2.37 \times 4.68 + 5.32 \times 2.37 \times 1/2) \times 14.0 = 243.5$ (kN)

／m2)

設計水平震度 $kh = 0.15$ とすると、検討条件より斜面の安全率 F_s は

$$F_s = \frac{W \cos \theta \cdot \tan \phi + c \cdot l}{W \sin \theta + kh \cdot W \cdot \cos \theta}$$
$$= \frac{243.5 \times \cos 35^\circ \times \tan 0^\circ + 50 \times 10}{243.5 \times (\sin 35^\circ + 0.15 \times \cos 35^\circ)} = \frac{500}{169.6} = 2.95 \geq 1.00$$

$F_s \geq 1.00$ となることから、地震時においてもブロック積み擁壁背面土砂は安定している。斜面長 10 m あたりで検討したが、斜面長にかかわらず安全率は 1 以上になる。

5.6 コスト縮減について

裏込材、裏込コンクリート、掘削量の減少により割愛区間では約 24% のコスト縮減になる。また、今回の事例は掘削土を現場の盛土に使用したが、残土処理が加わるとさらにコスト縮減になる。

5.7 施工状況（工事業者の話）



写真 5-3 完成したブロック積み擁壁

(1) スペースが狭くやりにくかった(写真 5-2 参照)。間知ブロックを仮置きするスペー

スがないこと,自分の居場所がないこと等。

(2) 工事は予定より早く進捗した。

5.8 まとめ

道路の切土部では裏込コンクリートと裏込材を入れることになっているが、以下のよう
に提案する。

(1)切土部土砂で湧水ない時,かつ背面土砂が強度ある時,裏込材,裏込コンクリート
なし。

(2)ブロック積みのような簡易な構造物であっても,ポータブルコーン貫入試験等の簡
易な試験を現地で行い裏込材・裏込コンクリートの必要性を確認すること。設計基準
だからと全部同じにするのではなく,切土部か盛土部かといった条件,背面土砂の強
度,道路の通行量によって裏込材・裏込コンクリートの必要性を検討すべきである。

参考文献

- 1) 大島明, 鶴飼恵三, 樋口邦弘, 関晴夫: 切土部ブロック積み擁壁の裏込材・裏込コン
クリートについて, 第6回地盤工学会関東支部発表会発表講演集, pp335-338, 2009
- 2) 右城猛: 新 擁壁の設計法と計算例, pp151, 1998
- 3) (社)全日本建設技術協会:建設省制定 土木構造物標準設計第2巻 解説書(擁壁類),
pp24, 2000
- 4) 日本道路協会:道路土工 擁壁工指針, pp79-80, 1999
- 5) 群馬県:土木構造物標準設計図, ブロック積工 S-13, 1986

第6章 現場で工夫し、その後論文にまとめ発表した事例2 —マニュアルにない方法で設計・施工した事例—¹⁾

6.1 はじめに

群馬県北西部山間地の白砂川に沿う国道292号の一部に道路幅の狭いへアピン状の線形不良区間がある。この区間の道路は急峻な谷地形を渡ることになり、橋梁との経済比較から高盛土による方式を採用した。しかし図6-1に示すように近接する白砂川による盛土範囲の制約から補強盛土と補強土壁の組合せからなる高さ約40mの高盛土となり、高さ約30m（勾配1：0.8）の補強盛土の上に高さ約10m（勾配1：0.3）の補強土壁を重

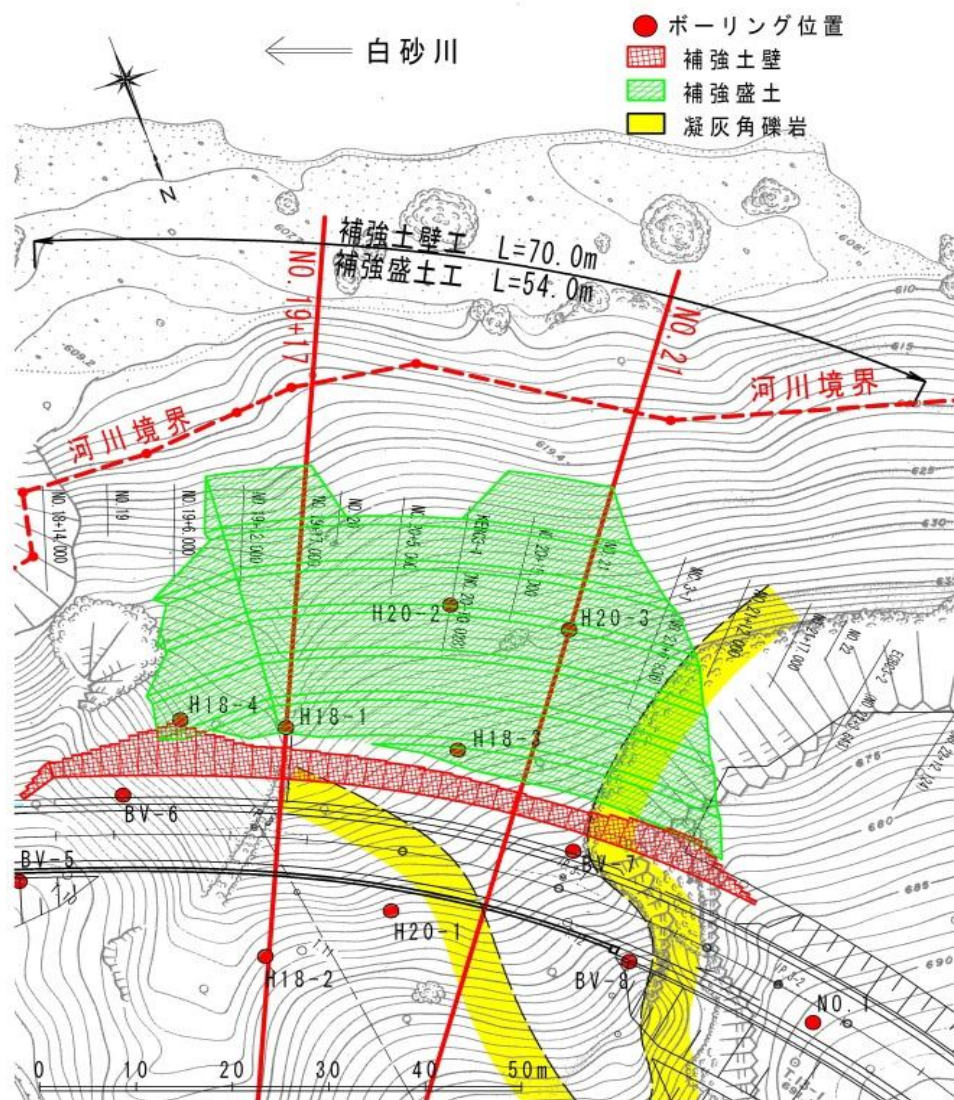


図6-1 補強土壁と補強盛土の複合構造物位置図

ねる複合構造物とした。この高盛土の検討において、補強盛土工と補強土壁工のそれぞれの設計手法は確立されているが、組合せた補強土構造物に対する設計手法がないことから、急勾配の盛土斜面地盤を基礎とする補強土壁の安定解析を行い、次に複合形状の盛土全体の安定性を検討した。さらに、この解析手法の検証としてジオテキスタイルをソリッド要素とする FEM 解析を行い、その安全性を確認した。

工事は平成 21 年に着手され、補強盛土の完了後、その上の補強土壁に着手し、平成 23 年 10 月に完成した。

6.2 盛土形状と構造の検討

計画道路が河川に近接した高盛土になるが、河川境界が計画道路に近い図 6-1 に示した No. 19+17.0 及び No.21 の 2 断面で盛土形状と構造の検討をする。

6.2.1 地理的条件と盛土勾配

最初に、No.21 断面に比べ計画道路肩と白砂川河川境界との距離が短い No. 19+17.0 断面で盛土勾配を検討する。No. 19+17.0 断面では図 6-2 に示すように水平距離 45m に対する比高差約 49m と高いことから盛土勾配 1:1.0 では盛土法尻が河川境界を越える。また、盛土勾配 1:0.8 では盛土法尻が河川境界とほぼ一致するが、この下流では河川境界を越える箇所が出る懸念される。これらから盛土勾配 1:1.0 及び 1:0.8 では河川境

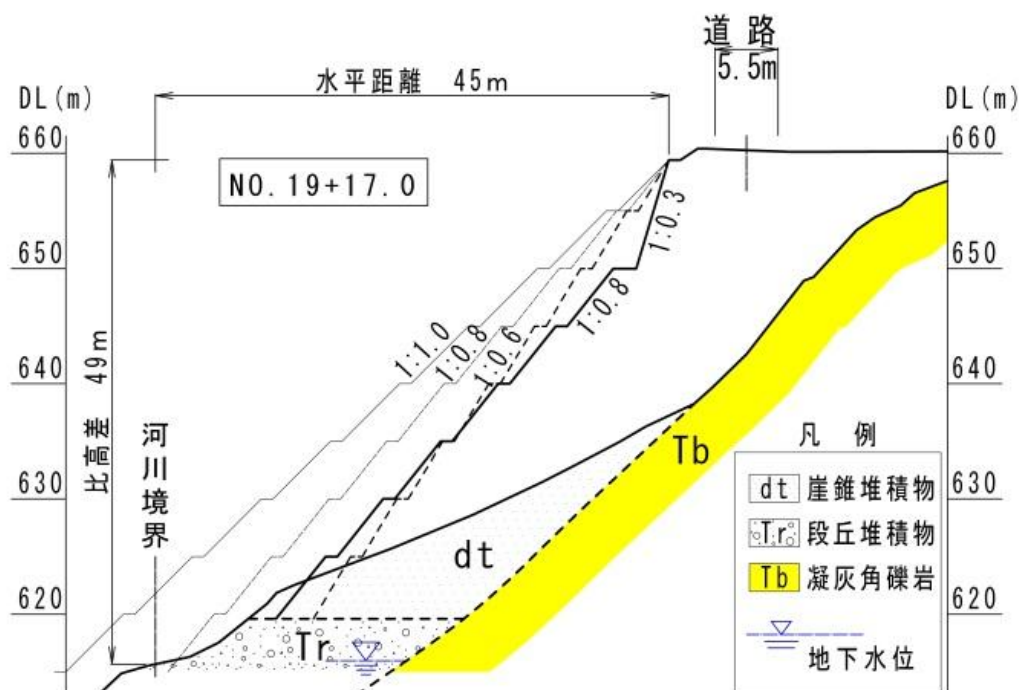


図 6-2 盛土勾配の比較 (No. 19+17.0)

界よりも内側で盛土構造物を収めることは難しい。地形条件から盛土勾配 1:0.6 の採用は可能となるが、盛土勾配が急で高さ 35m 程度の高盛土となることから盛土自体の安定問題に加え基礎地盤を含む盛土全体の安定が問題となる。

6.2.2 安定検討条件

盛土勾配の比較を示した断面図（図 6-2）に地盤構成を併記した。この地盤の土質定数を表 6-1 に示す。なお、高盛土に用いる盛土材料の土質定数は隣接する凝灰角礫岩を掘削した碎石の土質試験値を用いた。盛土勾配が 1:1.0 より急勾配の場合は盛土自体の安定を確保するための対応として補強盛土工または補強土壁工の検討が求められることから盛土の安定検討に対して（財）土木研究センター“ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル（平成 12 年 2 月の改訂版）”（以降、「補強土マニュアル」と呼ぶ）²⁾を参照した。

表 6-1 土質定数

地質名	土質 記号	平均 N 値	単位重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	内部摩擦角 ϕ (°)
盛土材料			21.1	13	39.8
崖錐堆積物	dt	11	18	23	20
段丘堆積物	Tr	46	20	6	35
凝灰角礫岩	Tb	224	22	150	11

補強土マニュアルの 244～246 頁において。“軟弱地盤の支持力不足により過大な沈下・変形が生じるか否かを、無補強時の円弧すべり計算による安全率 F_s の値で評価する。おおよその目安として、 F_s の値が 1.0 を下回る場合には、過大な沈下・変形が生じてジオテキスタイルの効果があまり期待できないことが多いので、事前に基礎地盤の地盤改良を検討しなければならない”と記されている。図 6-2 に示すように斜面上に盛り上げられる約 40m の高い補強土構造物では、無補強時の基礎地盤を通る円弧すべりの安全率が 1 未満となる場合、基礎地盤の平均 N 値が 11 の崖錐堆積物はもちろん平均 N 値が 46 と良く締まった段丘堆積物においても基礎地盤の過大な変形が生じる可能性が高くなる。このことから無補強時の基礎地盤を通る円弧すべりの安全率が 1 未満の盛土は不採用とした。

6.2.3 盛土勾配 1:0.6 の安定検討

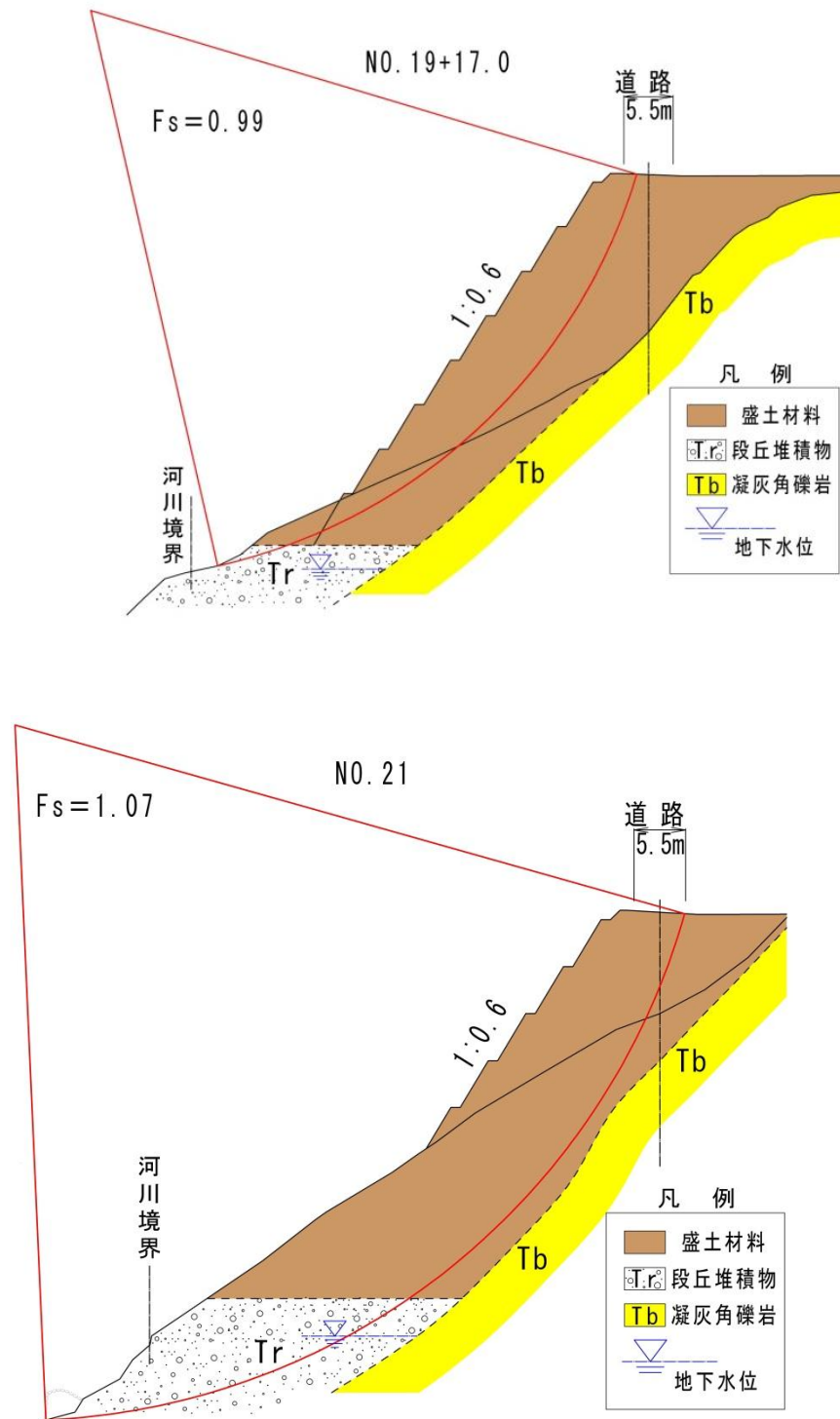


図 6-3 ジオテキスタイル敷設前の安定解析

盛土勾配 1 : 0.6 の安定検討を No. 19+17.0 および No. 21 断面において実施した。崖錐

堆積物 dt を盛土の基礎地盤とすると、両断面とも $F_s \leq 0.9$ と安全率が 1.0 を大きく下回ることから、崖錐堆積物 dt をすべて排土して盛土材料で置き換え下部の段丘堆積物を基礎地盤とする安定検討を行った。この結果、図 6-3 に示すように No. 21 では $F_s=1.07$ と 1.0 を上回るものの、No. 19+17.0 で $F_s=0.99$ と 1.0 を下回ることから 1 : 0.6 勾配の盛土を不採用とした。これらをまとめ表 6-2 に示す。

表 6-2 盛土安全率の検討

測点	盛土形状	安全率 F_s	採用条件 $F_s > 1.0$
No.19+17.0	1 : 0.6	0.99	不採用
No.21	1 : 0.6	1.07	採用可能

6.3. 補強土壁と補強盛土を組合せた高盛土の検討

盛土勾配 1:0.6 による補強盛土を不採用にしたので、補強盛土と補強土壁を組合せた複合構造物からなる高盛土を検討する。この複合構造物において、まず無補強時の基礎地盤を通る円弧すべりによる安全率から検討する。さらに、複合構造物の補強時の安定検討については設計法が確立されていないので、最初に補強土壁の安定検討を行い、次に、複合構造物の安定検討を円弧すべり法により行う。

6.3.1 補強土壁と補強盛土の組合せ

盛土勾配 1 : 0.6 の高盛土が採用し難いことから、図 6-2 の盛土勾配比較図で示すように補強盛土 (1 : 0.8) と補強土壁 (1 : 0.3) の組合せが可能である。ただし補強土壁が急勾配の高盛土を基礎とすることから、この基礎を含む安定が問題となることを考慮し補強土壁高を 10m 程度に設定した。

6.3.2 ジオテキスタイルを敷設する前の検討

崖錐堆積物 dt を排土して補強盛土の基礎を段丘堆積物 Tr とした場合、ジオテキスタイル敷設前の盛土 (1 : 0.8 と 1 : 0.3 の組合せ) における安定検討を図 6-4 に示す。その結果は表 6-3 に示すように両断面とも安全率 $F_s=1.0$ 以上が得られたことから、補強盛土 (1 : 0.8) と補強土壁 (1 : 0.3) を組合せた構造物の採用が可能である。

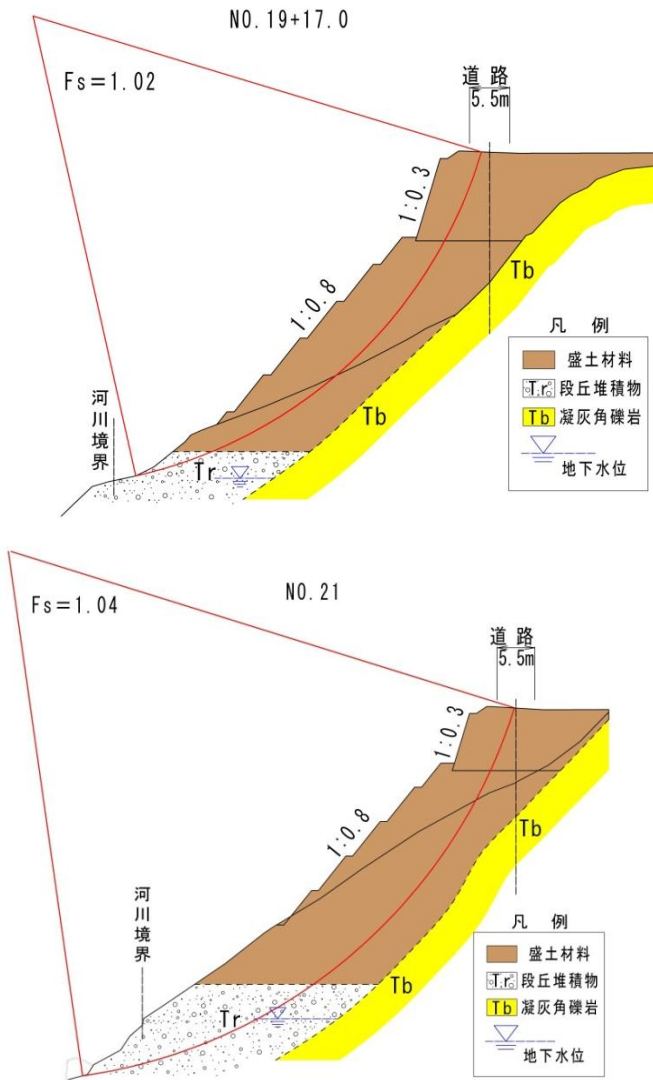


図 6-4 ジオテキスタイル敷設前の盛土の安定解析
(盛土勾配 1 : 0.8 と 1 : 0.3 の組合せ)

表 6-3 盛土安全率の検討

検討断面	盛土形状	安全率 F_s	採用条件 $F_s > 1.0$
No.19+17.0	盛土	1.02	採用可能
	1:0.8		
No.21	補強土壁	1.04	採用可能
	盛土		
	1:0.8		
	補強土壁		

6.3.3 盛土斜面上の補強土壁の安定検討

補強土壁（1：0.3）は急勾配の高盛土（1：0.8）上に設置され基礎地盤（盛土）の安定が問題となることから、補強土壁の高さが高い No. 19+17.0 断面を対象として、補強土壁が盛土に載荷された場合の安定を検討する。補強土壁底面から道路中心までの高さを 12.2m とし、補強土壁の底盤幅を変化させた場合の斜面の安全率を図 6-5 に示す。この図から補強土壁の底盤幅を 14m としたとき安全率は $F_s=1.18$ で、16m の場合 $F_s=1.23$ となる。この安定検討から盛土斜面の安定を確保するためには補強土壁の底盤のジオテキスタイルの敷設長を 16m とすることになるが、15m 付近から凝灰角礫岩 Tb が分布するため、凝灰角礫岩 Tb の段切りに定着する長さとした。さらに補強土壁の底盤は最下段 3 段のジオテキスタイルを延長した状態で、補強盛土（ジオテキスタイルを敷設）と補強土壁からなる複合構造物全体の安定検討を行う。

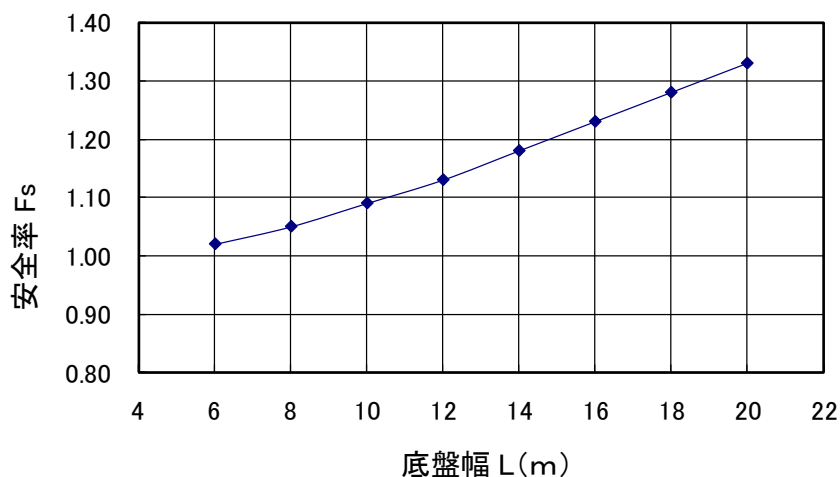


図 6-5 補強土壁の底盤幅と斜面の安全率

6.3.4 補強土壁と補強盛土の安定検討

図 6-4 において、2つの検討断面のうち、盛土量が多く段丘堆積物 Tr を含む大きなすべり面が生じている No. 21 断面の補強盛土（1：0.8）と補強土壁（1：0.3）を組合せた構造物の安定検討を行った。安全率が常時で $F_s=1.2$ 以上かつ地震時で $F_s=1.0$ 以上となるジオテキスタイルの敷設配置を図 6-6 及び 図 6-7 に示す。

図 6-6 の補強土壁では、設計引張強さ T_a が 29 (KN/m) を上から高さ 120 c m ピッチに 3 段配置する。その下に、 T_a が 42 (KN/m) のものを 120 c m ピッチに 2 段配置し、その 120 c m 下に T_a が 57 (KN/m) のものを 3 段 60 c m 間を置いて設置する。

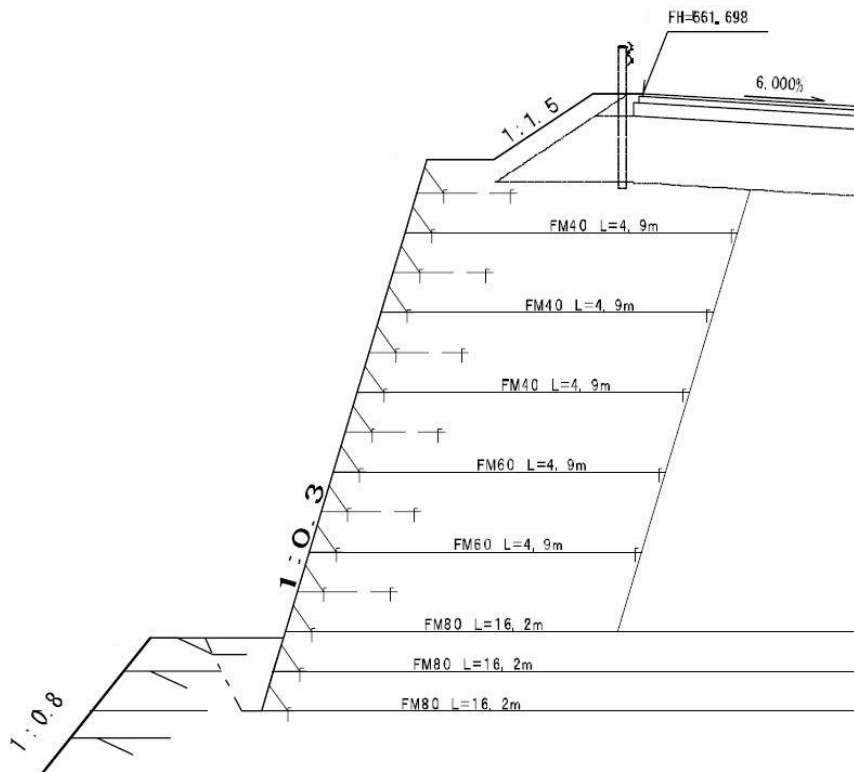


図 6-6 補強土壁のジオテキスタイル敷設図

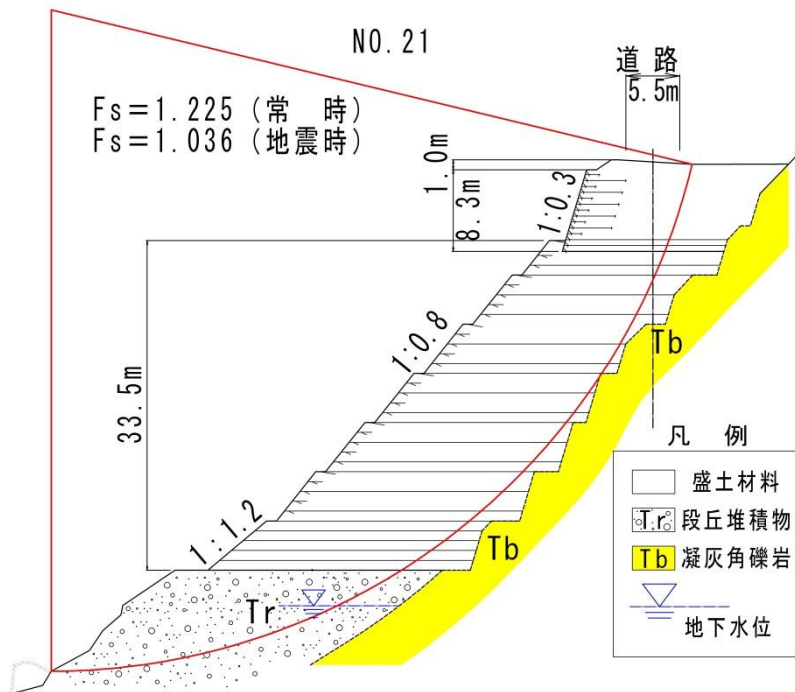


図 6-7 ジオテキスタイルを敷設した状態での安定検討

また、補強盛土は図 6-7 のように標高 620m (DL=620) より盛土を開始し高さ 5m ごとに小段を設置している。1 番下の 1:1.2 の緩い勾配では高さ 1m ピッチに T_a が 80 (KN/m) のものを設置し、DL=625 より上の 1:0.8 の勾配では 1m ピッチあるいは 2m ピッチに DL=633 まで同型の 80 (KN/m) を敷く。DL=635 から上は 1m ピッチあるいは 2m ピッチに T_a が 70 (KN/m) を設置する。

検討方法は、第一ステップとして盛土斜面を基礎とする補強土壁 (1:0.3) の安定検討を行う。すなわち、ジオテキスタイルの敷設間隔や敷設長の検討などのいわゆる内的安定を行い、次に、滑動、転倒、支持力についてのいわゆる外的検討を行い、最後に補強土壁の全体安定の検討を行う。次に、第二ステップとして、補強盛土 (1:0.8) と補強土壁 (1:0.3) を組合せた複合構造物の安定検討を行う。補強土壁と同様に最初に内的検討を行い、次に複合構造物の全体検討を行う。設計震度は補強土マニュアルより補強土壁で $k_h=0.15$ 、複合構造物では補強盛土と同じ $k_h=0.10$ を採用した。

図 6-7 から常時 $F_s=1.225 \geq 1.20$ 、地震時 $F_s=1.036 \geq 1.00$ が得られ、所定の安全率が満足する。この最小安全率の円弧すべり面は、図 6-7 に示すように凝灰角礫岩 T_b に接し、下部の段丘堆積物 T_r に至る大きなすべり面となった。

6.4 FEM による解析

円弧すべり法により組合せた複合構造物の安定検討を行ったが、この方法は確立されていないので、ジオテキスタイルをソリッド要素として、2次元の FEM 解析を行う。

6.4.1 検討条件

- ① No. 21 断面における安全率を 2次元弾塑性地盤解析プログラム³⁾を用いて計算する。
- ② 弾・完全塑性モデルに基づいて、せん断強度低減法⁴⁾を用いて計算する。
- ③ No. 21 断面を用いて図 6-7 で示したジオテキスタイルの敷設位置及び長さを考慮に入れてメッシュ分割 (接点数 554, ソリッド要素数 479) した。活荷重 (載荷幅 7.5m, 10 kN/m) も加えた検討断面モデルを図 6-8 に示す。支持条件は右側面、底面いずれも水平方向、鉛直方向とも拘束を設定している。

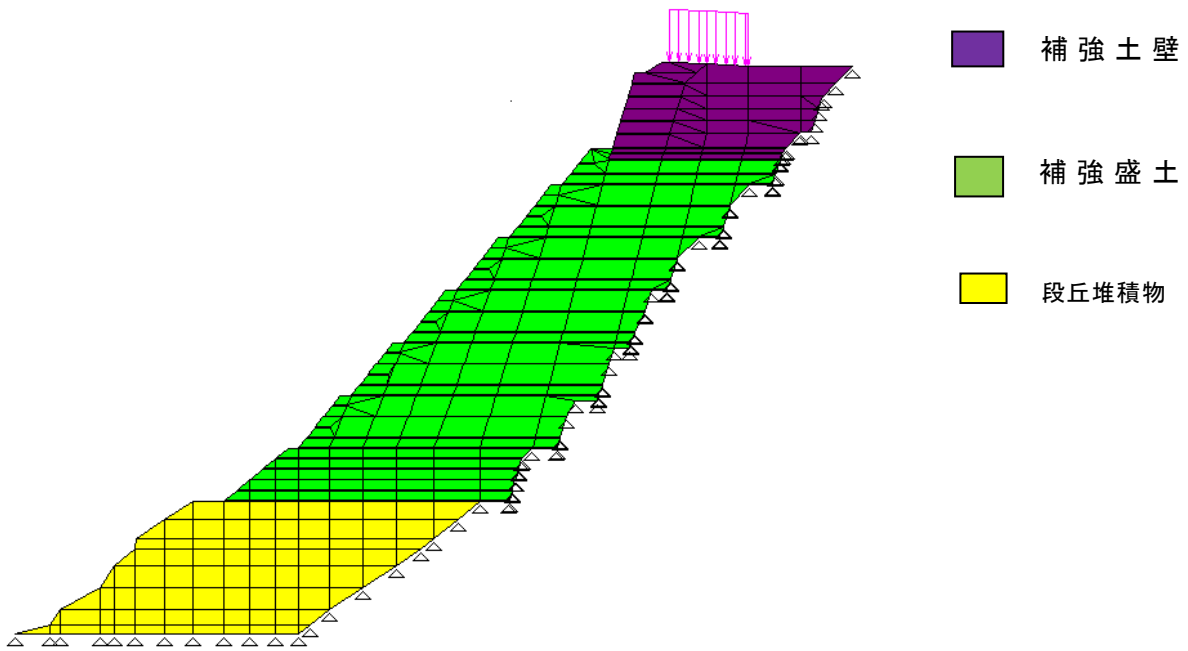


図 6-8 検討断面モデル図 (No. 21 断面)

④ ジオテキスタイルをソリッド要素として、ジオテキスタイル敷設予定位置の土砂の間に挟み込む。以下に示すように、ジオテキスタイルを挿入しない時はこのソリッド要素は盛土材の物性値を入力する。ジオテキスタイルを挿入する時は、ジオテキスタイルの物性値を入力する。ソリッド要素の物性値を入れ替えることにより、容易に検討できる。

⑤ FEM 解析ではヤング率 E ，ポアソン比 ν ，粘着力 c ，内部摩擦角 ϕ ，ダイレイタンス角 ψ ，単位体積重量 γ の 6 つのパラメータが必要であり，ジオテキスタイルの厚みを $t=10\text{cm}$ とし，設計引張強さが 80 kN/m であるので，ジオテキスタイルの強度（粘着力に相当）を求めると，

$$c = q/2 = 80/0.1/2 = 400\text{ kN/m}^2$$

その他のパラメータを下記に示す。

$$\phi = \phi = 0, \quad \nu = 0.35, \quad \gamma = 9.5\text{ kN/m}^3$$

$$E = 10,000\text{ kN/m}^2$$

⑥ 土質定数は表-1 の盛土材料と段丘堆積物 dt を用い，その他のパラメータを下記に示す。

$$\phi = \phi, \quad \nu = 0.35, \quad E = 10,000\text{ kN/m}^2$$

6.4.2 検討結果

6.4.2.1 ジオテキスタイルを敷設しない時（無補強）

FEM 解析から安全率 $F_s=1.03$ が得られ、円弧すべり法による安全率とほぼ同じ数値が得られた。FEM 解析で得られた最大ひずみ増分の分布（すべり線）は図 6-9 のように、検討断面最下部の段丘堆積物 T_r 内に大きなひずみの増分がみられ、その上方の盛土のり面表層部分に僅かに発生している。また盛土内部にほぼ凝灰角礫岩 T_b に沿うようにひずみ増分が円弧状に現れている。

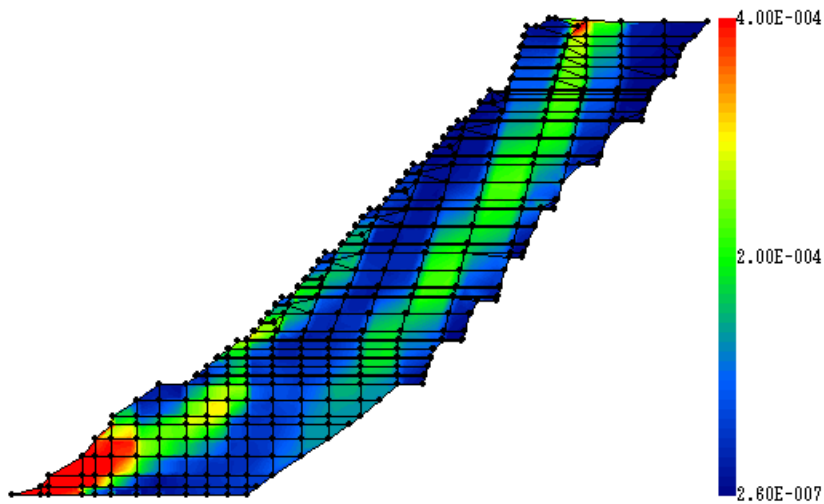


図 6-9 補強しない時の最大ひずみ増分の分布

6.4.2.2 ジオテキスタイルを敷設した場合

厚み 10cm のジオテキスタイルを敷設した状態の FEM 解析で $F_s=1.20$ を得た。また、地震時 ($k_h=0.10$) で $F_s=1.01$ となった。ただし、盛土材料の粘着力 $c=0\text{kN/m}^2$ では計算不能となることから、無補強の場合と同様 $c=13.0\text{kN/m}^2$ とした。

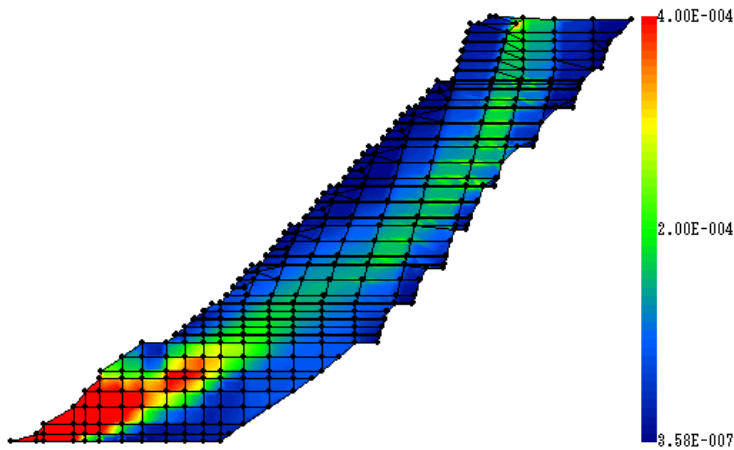


図 6-10 補強した時の最大ひずみ増分分布

図 6-10 ではジオテキスタイルを敷設した場合、凝灰角礫岩 Tb に一部が接し、さらに検討断面下部の段丘堆積物 Tr 内に至る 1 本の大きな円弧状の最大ひずみ増分の分布(すべり線)が現れた。この大きなすべり線は図 6-7 で示した円弧すべり法で得られた最小安全率を示す円弧すべり面に近い形状を呈している。

図 6-9 と同様に検討断面最下部の段丘堆積物 Tr 内に大きなひずみ増分がみられる。この原因として段丘堆積物 Tr 内にはジオテキスタイルの敷設が無く、この拘束効果が得られないことによるものと推察される。

また、補強土壁最下部 3 段の延長したジオテキスタイルの中央付近にひずみが集中しており、かつ補強土壁直下の補強盛土法肩付近から急勾配の盛土斜面においてひずみ増分が認められないことから、3 段のジオテキスタイル延長による補強効果が現れているものと推察される。

6.4.2.3 FEM 解析結果のまとめ

FEM 解析より以下のことがわかった。

- ① ジオテキスタイルを挿入しない時は、最大ひずみ増分の分布(すべり線に相当)が盛土表面と内部にいくつか現れる。しかし、挿入するとジオテキスタイルにより補強され、すべり線が 1 つになる。
- ② ジオテキスタイルを敷設した場合、円弧すべり法のすべり面と FEM 解析で得られた最大ひずみ増分の分布(すべり線)はほぼ一致する。
- ③ FEM 解析で補強土壁直下の補強盛土内にひずみ増分が認められないことから、補強土壁最下段 3 段のジオテキスタイルの延長による補強で盛土のり面の安定性が増し

ていることが確認できた。

なお、ジオテキスタイルを挿入した場合の FEM 解析による常時の全体安全率 $F_s=1.20$ は、補強土マニュアルの計算式で得られた $F_s=1.225$ よりも小さくなることがわかった。補強土マニュアルの計算式では粘着力 $c=0\text{kN/m}^2$ としているが、ジオテキスタイルによる引き留め効果と締め付け効果を見込んでおり、この 2 つ効果が安全率を大きくしている。これに対して FEM 解析では $c=13\text{kN/m}^2$ を見込んでいるもののソリッド要素のみの検討であることから、これら異なる手法が安全率の差違となって現れたものと考えられる。

6.5. 変位量の測定

着工前の状況が写真 6-1 であり、工事は、崖錐堆積物 dt の掘削から始まり、次に基岩である凝灰角礫岩 Tb の段切り掘削へと進み完了した状態が写真 6-2 である。その後、写真 6-3、写真 6-4 のように補強盛土の施工へと進み、高さにして 1~2m を残した状態が写真 6-5 である。その後、工事は順調に進捗し(写真 6-6、写真 6-7)、平成 23 年 10 月完成した(写真 6-8)。



写真 6-1 着工前(左が白砂川)
(平成 21 年 4 月)



写真 6-2 掘削完了(平成 21 年 11 月)



写真 6-3 補強盛土施工中

(平成 22 年 4 月)



写真 6-4 補強盛土施工中(平成 22 年 8 月)



写真 6-5 完成間近の高盛土構造物(平成 23 年 6 月)



写真 6-6 完成間近の高盛土構造物(平成 23 年 8 月)



写真 6-7 完成直前(平成 23 年 10 月)



写真 6-8 完成（平成 23 年 10 月）

この複合構造物の水平方向、鉛直方向の変位量を施工当初から平成 23 年 6 月現在まで定点観測した。測点は図 6-11 に示すように No. 21 で高さは一番下から一段盛り上げた標高 625m (DL=625) の観測点 1, 及び補強盛土最上段の標高 650m (DL=650) の観測点 2 の 2

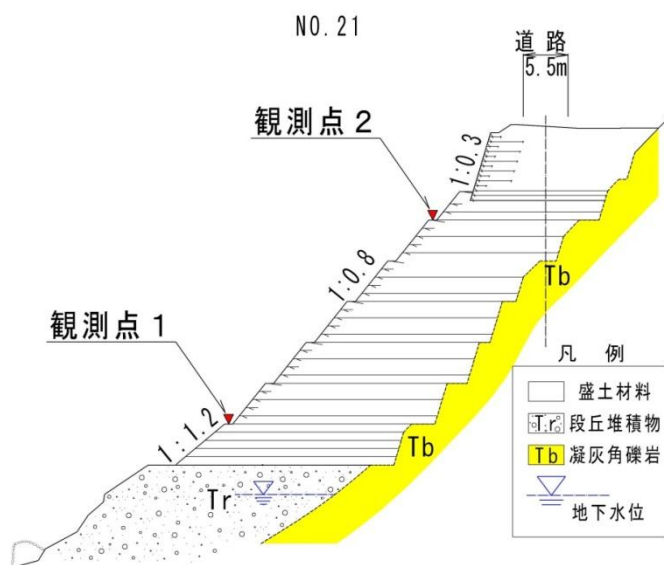


図 6-11 高盛土構造物と観測点位置

箇所である。測定方法は、2 点の不動点を基準にして測点までの角度と距離を測定したものである。これによると、図 6-12 のように水平方向±3mm 以内、鉛直方向±2mm 以内とごくわずかであった。

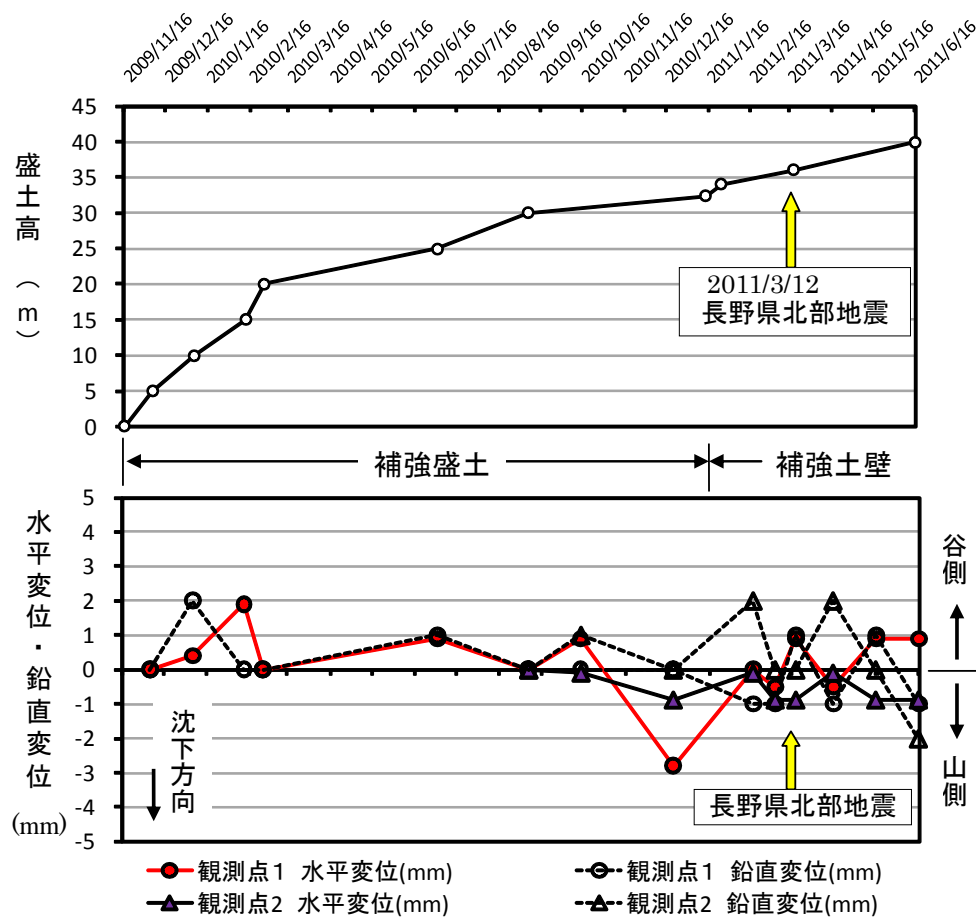


図 6-12 盛土施工時の 2 地点の水平・鉛直変位

また、補強土壁の施工を高さ約 6m 残した段階で、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震（マグニチュード 9.0）及び直後の翌日未明に起きた長野県北部地震（マグニチュード 6.7）の 2 つの強い地震を経験した。これらにより、本構造物より約 1 km 地点にある気象庁観測点（群馬県中之条町日影）で、いずれも震度 4 の強い揺れが生じた。2 つの地震の 3 成分合成最大加速度はそれぞれ 78.2 gal, 102.1 gal であった。加速度の大きい長野県北部地震の 3 成分加速度等を図 6-13 に示す。しかし、約 1 週間後の 3 月 19 日の測定でも本構造物に全く異常はないことが確認できた（図 6-12）。

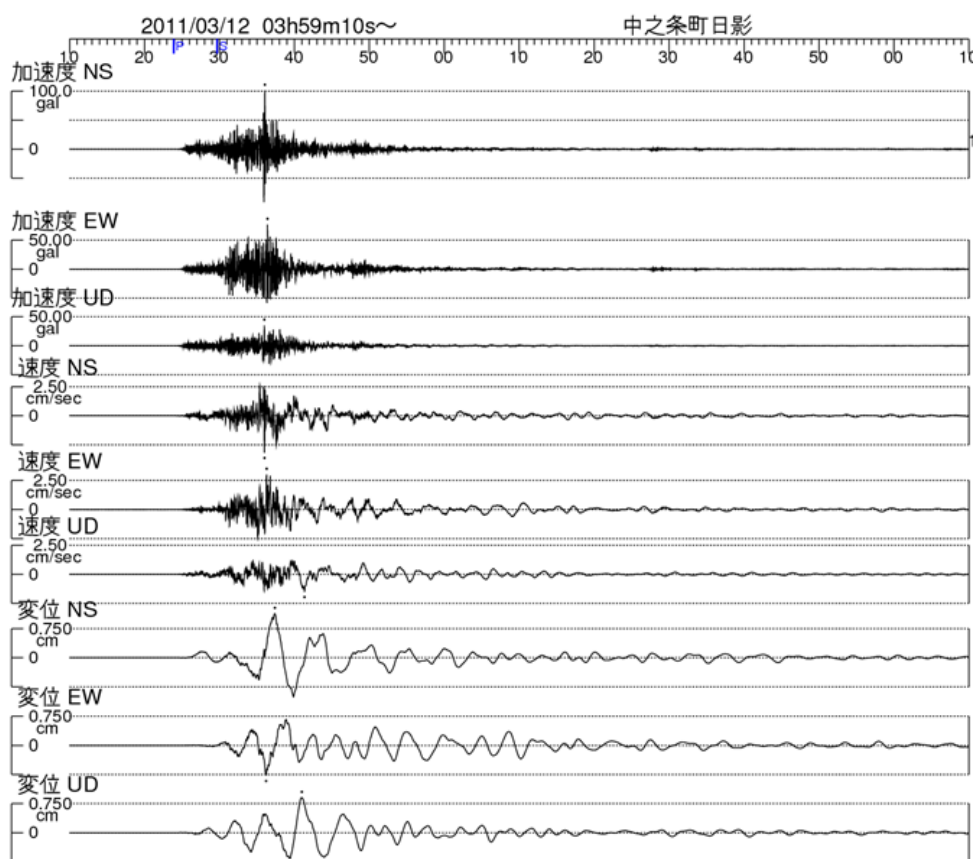


図 6-13 中之条町日影で観測された長野県北部地震の地震波形(気象庁ホームページより)

6.6. まとめ

- (1) 補強土壁と補強盛土との組合せによる高盛土補強土構造物の安定検討に対する設計手法が確立されていない。そこで、円弧すべり法を用いて、最初に盛土斜面を基礎とする補強土壁の内的安定、外的安定、全体安定の検討を行った。次に、組合せた補強土構造物全体の内的安定及び全体安定を検討した。
- (2) 以上の設計法の検証としてFEM解析を行った。すなわち、ジオテキスタイルを $t=10\text{cm}$ の厚みのソリッド要素とし、ジオテキスタイルを敷設した補強土構造物全体の安定性を、せん断強度低減法により検討した。この結果、円弧すべり法と検証としてのFEM解析の安全率がほぼ等しいことを確認することができた。
- (3) また、本構造物に対する施工後の水平変位、鉛直変位を継続して測定していたが、水平変位 3mm 以内、鉛直変位 2mm 以内でごくわずかであった。また、盛土完成間近において地震による強い揺れ(震度4)を経験した。この時も変位は確認されなかった。

参考文献

- 1) 大島明, 牧島健一, 堀越恵一, 樋口邦弘, 蔡飛, 鵜飼恵三 : 補強土壁と補強盛土を組み合わせた高盛土構造物の設計と FEM 解析, 第 55 回地盤工学シンポジウム, pp73-78, 2010
- 2) ジオテキスタイル補強土工法普及委員会 (2000) : ジオテキスタイルを用いた補強土の設計・施工マニュアル (改訂版), (財) 土木研究センター.
- 3) フォーラムエイト (2005) : 弾塑性地盤解析 (GeoFEAS) 2D Ver2, (株)フォーラムエイト
- 4) 鵜飼恵三 (1990) : 安定解析におけるせん断強度低減法の有用性, 土と基礎, 第 38 巻, pp67-72.

第7章 まとめと今後の課題

7.1 まとめ

技術力は技術者本人の責任感やコンプライアンス等からなる技術者倫理，技術に対する向上心，及び専門的能力などの総合的な人格の現れである。技術のもつ意味が大きくなった現代において，技術者倫理等は，地方公共団体技術職員にとって将来にわたり，背負い克服しなければならない重要な課題である。また，現在，県の技術職員においても技術の伝承が喫緊の課題であることから，筆者は技術職員の技術力向上に向けた活動を継続して実施しており，本論文ではこの活動について述べた。この中で筆者が実施した研修，研修におけるアンケート調査，及び実際の構造物設計における実施事例などを通して明らかになった技術力向上の方策を，技術基準の理解と応用力の養成に絞ってまとめると以下のようなになる。

(1)基礎力を養成するためには，技術基準を理解することが必要である。そのために，会計検査院の決算検査報告の指摘事項を利用する。毎年報告される指摘事項を全職員まで周知するために，会計検査報告会を充実させる。さらに若手の研修の中に組み入れる。また，会計検査院の安中研修所を見学して実地に研修する。

また，1級土木施工管理技士の学科試験や，技術士試験の1次試験や2次試験の準備が有効である。

(2)応用力を養成するためには，現場での工夫が必要である。1級土木施工管理技士の実地試験や，技術士試験の2次試験筆記合格後の面接で現場での工夫を問われるので，日頃より現場で工夫することが受験の準備でもあり応用力養成に繋がる。

公共工事の設計・施工は技術基準に基づいているが，地形・地質・現場条件などにより構造物の形状は変化し，設計は一律ではない。技術基準は全ての条件を記述しているわけではなく，標準的な条件での見解であり現場に応じた工夫が必要になる。安全かつコスト削減を追求する設計が必ず現場ごとであり，これにより技術者の応用力が養成される。さらに，これらの工夫を論文にまとめ発表することにより技術力が向上する。

(3)筆者は本論文の趣旨を若手職員に研修し，その研修でのアンケート調査の結果，本論文の趣旨に対する理解を確認できた。また，技術力を向上しようという意欲も同時

に確認することができた。さらに、本論文の趣旨を若手技術職員に研修するシステムをつくり、継続的に実施する道を開いた。

7.2 今後の課題

1 級土木施工管理技士、技術士等の受験勉強が有効であるが、資格取得と技術力向上の相関についての検証は今後の課題である。

また、技術力向上の方策を、技術基準の理解と応用力の養成に絞ってまとめたが、その背景にある技術者本人の責任感やコンプライアンス等からなる技術者倫理、技術に対する向上心等を改善させる試みについては今後の課題である。

参考文献

- (1) 大島 明，樋口邦弘，鵜飼恵三：会計検査の指摘事項から見た地方公共団体技術職員の技術力低下と改善方法について，土木学会論文集 H（教育），Vol 67, No. 1, pp45-53, 2011

【 謝 辞 】

自分自身の技術力を向上させよう、そして、その成果を公共事業の執行に活かしていこうとの思いから大学院へ入学した。その自分が、この「地盤工学を例とした地方公共団体技術職員の技術力向上に関する研究」という論文をまとめ、自分だけでなく地方公務員全体を含めた内容に言及できたことは、筆者にとって大いに喜びとするところである。毎週の時もあり、1ヶ月の間を置くこともあったが、土、日曜日を中心に大学で指導を受ける。この間に、本務である地方公務員として勤務しながら、自宅にて指導内容を復習し資料を集め論文を書く。社会人コース学生特有の意義のある繰り返しであった。研究とは無縁な状況からのスタートであったが、新鮮で未体験の連続であった。こうしてできあがった論文を読み返してみると自分自身の県庁生活のまとめでもある。そして、これまでに多くの人の暖かい手が差し伸べられた。

最初に、終始親身のご指導を頂いた鶴飼教授にお礼を申し上げたい。地盤工学に関するどんな質問にも懇切丁寧に答えてくださった。さらに、それまで学術論文が無縁であった筆者に対し、論文の書き方を一から教えて頂いた。鶴飼教授との出会いがなければ当然今日という日を迎えられなかった。重ねて感謝の意を表したい。

また、大学院に同期で入学した樋口邦弘氏との出会いも幸運であった。樋口氏は長くコンサルタント業務に就かれ、その豊富な経験と理論からいくつもの論文を発表されている先輩技術士である。土曜日を中心としたゼミでも毎回有益な助言を頂いた。ここに改めて謝意を表したい。

さらに、群馬大学の蔡博士にはFEM解析にあたりご指導頂いた。お礼を述べたい。

そして、丸谷盛土の設計では群馬県中之条土木事務所の全面的な協力を得た。特に、当時長野原事業所長であった牧島健一氏の寛容があったからこそプロジェクトに参加することができた。ここに記して感謝の気持ちを表したい。また、担当として中心的に活躍された神保作夫氏の協力があったおかげで丸谷盛土の設計・施工を論文としてまとめることが可能になった。神保氏の後を引き継いだ一場勝幸氏についても同様でありご両人に深く感謝したい。

本研究を進める中で、技術力向上という漠然としたテーマのため、その趣旨の認識度を確認するため講演会及びアンケートを実施した。講演会を設営してくれた群馬県建設技術センターの小阿瀬義孝理事長はじめ研修課の皆さんには大変お世話になった。また、アンケートに協力して頂いた県内の県、市町村職員の皆さん、及び、筆者の属する伊勢崎土木事務所の皆さんには忌憚のないご意見を書いてもらった。その内容は、技術力を向上させようという真摯な叫びでもあり、筆者はこれに勇気づけられ、また、技術力向上というテーマの重要性及びこの研究の意味をかみしめることができた。ありがとうございました。

この論文が完成するまでには多くの人のご支援があり、残念だが全てここに記すことができない。その多くの人に対しこの場を借りて、論文の完成と感謝の気持ちを伝えたい。

