

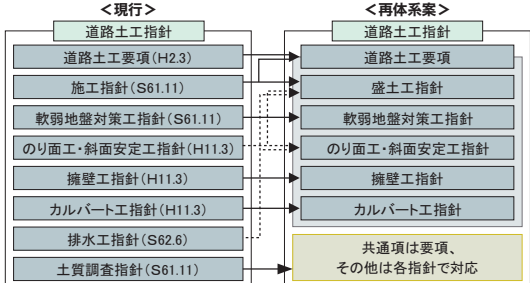
道路土工指針改訂状況について

(Up&Coming '09
盛夏の号掲載)

■改訂の方向性について

(社)日本道路協会の道路土工指針検討小委員会では、平成16年6月より要綱、切土・斜面工、盛土工、軟弱地盤対策、擁壁、カルバートの各分科会が設置され、道路土工指針の改訂作業が進められています。改訂全体の方向性については、地盤工学会誌等に改訂作業状況が記載されており、それらを参考にまとめてみました。

改訂全体の方向性は、以下の4点が挙げられています。



▲ 図1 道路土工指針の再編¹⁾

- (1) 現行の1要綱+8指針を「道路土工要綱」、「切土・斜面安定工」、「盛土工」、「軟弱地盤対策工」、「擁壁工」、「カルバート工」、「仮設構造物工」の7工種に再編されます。
- (2) 性能照査型に移行するため、道路の重要度と構造物の要求性能が示されます。切土・斜面安定工を除く土構造物では、安全性能を3段階に分割し、道路管理者が判断する。重要度に応じて、常時・レベル1地震時・レベル2地震時の各照査段階における要求性能が明示されます。
- (3) 昭和61年から改訂されていない4つの指針(施工指針・軟弱地盤対策指針・排水指針・土質調査指針)については、最新の知見が反映されます。
- (4) 新技術の導入を促進するため、従来基準である仕様規定から、対象構造物の性能要求を記載する性能照査型に変更される予定です。

■各指針における基本的な考え方

(1) **盛土工指針**: 現行の「施工指針」、「排水指針」、「のり面・斜面安定工指針」の盛土工に關係する部分を再構築して、「盛土工」という形で1冊にまとめられます。新技術・新工法の導入を促進するため、性能照査型に移行されます。主な改訂点としては、以下の3項目が挙げられます。

- i 盛土工の要求性能の明確化(新技術・新工法の導入促進/施工管理・品質管理手法の充実)
- ii 現行3指針から盛土工への再体系化(維持管理の充実(防災点検を含む)/SI単位への移行)
- iii 記載データのニューラルと新技術・新工法・新材料に関する最新知見の充実化(前回改訂時から新たに分かった新技術等の充実化/排水工における設計値やデータ、特定都市河川法への対応)

(2) **軟弱地盤対策指針**: ライフサイクルを考慮した対策選定や試験盛土・情報化施工等土構造物の挙動を確認しながら、最適な設計・施工法の適用や新技術の採用を踏まえた内容となるようです。

(3) **のり面・斜面安定工指針**: 盛土および切土という概念で考えられている道路土工構成を踏まえ、切土面および自然斜面の安定化を目的としてまとめられています。また、現行指針では、のり面および斜面安定工の記述が散在していますが、今回改訂では、共通編ののり面工編・斜面安定工編の3編構成となっています。主な改訂点としては、以下の3項目が挙げられます。

- i 要求性能の明確化(新技術・新工法の導入促進)
- ii 施工管理・品質管理の充実化
- iii 維持管理の充実化

(4) **擁壁工指針**: 従来の擁壁工指針における考え方を再整理し、道路擁壁が満たさなければならない要求性能が明示されるようです。よって、新技術・新工法を導入することが可能となります。また、もたれ式擁壁の地盤反力照査や大型ブロック積擁壁の設計法、盛土補強土壁における各種工法の考え方、補修・補強方法について、記述が追加されるようです。改訂点としては、以下の6項目が挙げられます。

- i 要求性能の明確化(新技術・新工法の導入促進)
- ii 施工管理・品質管理の充実化
- iii 維持管理の充実化
- iv 新技術・新工法における記載内容の充実化
- v 類似構造物(橋台・カルバート)との整合性(道示との整合性)
- vi 地震時における新たな設計の考え方の導入検討(地震時変形予測等)

(5) **カルバート工指針**: 現行指針における設計手法等を再整理し、カルバート工での要求性能が明確に示されることとなります。基本的には、道路橋示方書等の記載方法である第1項にカルバート工における要求性能が示され、第2項で従来から示されている設計手法が「みなし規定」として位置づけられるようです。この考え方になると、要求性能を満たした上での新技術や新工法の活用が可能となります。改訂点としては、以下の5項目が挙げられます。

- i 要求仕様の明確化(新技術・新工法の導入促進)
- ii 維持管理の充実化
- iii 新技術・新工法における記載内容の充実化
- iv 耐震性能の取り扱い(耐震設計を行う構造物の明確化および設計手法例の明示)
- v 道路橋示方書等関連基準類との整合性

(6) **仮設構造物指針**: 現行の仮設構造物指針については経験的な設計手法が多く、新技術や新しい設計手法が仲々反映されない現状があります。今回の改訂では、経験的な設計手法の要求性能が明確になるため、新しい設計手法等を使用することが可能となります。ただし、「みなし規定」以外を使用する場合は、設計手法等の検証が必要となります。

■性能規定とは

従来の設計基準等に見られる項目、細目規定から、性能照査規定では構造物が確保すべき性能を規定し、従来からある設計手法については、「みなし規定」として手法が記載されています。国際的な性能規定化の中で、道路土工の改訂においても、性能規定化が図られています。

■改訂時期

現在明確となっている書籍が「のり面・斜面安定工指針」で7月発行予定となっております。また、「擁壁工指針」等については、2010年3月頃に発行される予定となっております。

- 参考文献: 1) 道路土工要綱 (社)日本道路協会、H21.6
- 2) 道路土工—切土・斜面安定工指針 (社)日本道路協会、H21.6

道路土工指針改訂状況について 2

(Up&Coming '09
秋の号掲載)

7月上旬に発行されました道路土工の「要綱」、「切土・斜面安定工指針」の主な改訂内容とその対応(斜面の安定計算)について、ご紹介します。

■指針改定の趣旨

主な改訂項目は表-1に示す(A)~(D)に整理されます。設計思想として、性能規定型設計の導入および雨水貯留浸透施設の導入が追記されているのが大きな特徴です。性能規定型設計については要求性能の規定が体系化されましたが、具体的方法論については動的有限要素法およびニューマーク法の解析手法名が挙げられるに留まり、鉄道基準のように具体的解析法の詳細指針は無いようです。これは、性能規定型設計の本来の意図通り、具体的方法論については設計者自身による自由な発想での解析を行うという理念に基づくものであると思われます。

▼表-1 土工指針の主な改訂主旨

- (A) **指針の再編・再体系化**
・「道路土工要綱」8指針から、「道路土工要綱」6指針に再編
・「道路土工要綱」を最上位として「基礎編」「共通編」に大別。その下に「盛土工指針」「切土・斜面安定工指針」を、更にその下に「軟弱地盤対策指針」「カルバート工指針」「擁壁工指針」。
- (B) **条文スタイルの採用**
指針構成は「道路橋示方書」や「河川砂防技術基準」と同様に、セクション冒頭で要点の枠書きが設けられる形式に変更
- (C) **性能規定型設計の土工指針初の導入**
・今後の技術開発の促進と新技術の活用に対応した指針を目指し、性能規定型設計の考え方を土工指針として初めて取り入れられた
・性能規定型設計への適用に関する法的強制力は弱い
- (D) **雨水貯留浸透施設の導入**
旧版にない新たな項目として「雨水貯留浸透施設」に関し、平成17年に策定された「特定都市河川浸水被害対策法」に基づいて、道路建設における雨水貯留浸透施設設置の考え方が導入

■道路土工要綱の改訂内容

「基本編」では道路土工に際して遵守すべき法令等、道路土工の計画・調査・設計・施工・維持管理における基本的な技術理念が記載され、「共通編」では複数指針に渡る共通事項として、「調査の方法とその活用」「排水」「凍上対策」「施工計画」「監査と検査」について、現在の技術動向や課題が記載されています。

旧要綱に無い新たな追記項目は、共通編4章での「雨水貯留浸透施設」が挙げられます。

▼表-2 道路土工要綱の構成

区分/内容	備考
基本編 法令・技術理念について規定	・性能規定型設計導入に関する項目が追記 ・照査に用いる地震動は「道路橋示方書」のレベル1・レベル2地震動の規定が追加 ・従来仕様型設計を許容する内容となっており、性能型規定は法的強制力の弱い努力目標的な位置付け
共通編 複数指針の共通事項に関する規定	・「特定都市河川浸水被害対策法」に基づく、「雨水貯留浸透施設」の規定が追加
巻末資料 照査に用いる作用力や計算法等に関する具体的規定	・「道示、V耐震設計編」でのレベル1、レベル2地震動における地震動作成方法に関する記載が追加 ・降雨特性値曲線や最新確率降雨強度ならびに流出解析方法に関する記載が追加 ・雪融伝導率や凍上試験方法等の計算法の記載が追加

■豪雨の考慮

「道路土工要綱」全般を通じて、集中豪雨を考慮した排水・浸透対策が追記され、旧版要綱に比して流出計算および水理計算による排水・浸透現象に対する記載が拡充されています。同指針改訂により、雨水流出解析ソフトウェア(xpwwm)や3次元浸透流解析(VGFlow)の必要性が増すものと考えられます。

▼表-3 流出解析・浸透流解析関連の規定

道路土工への豪雨の考慮	内容
資料-4 全国確率時間降雨強度(Rn)図	集中豪雨を考慮した、n年確率60分降雨強度Rnの、全国約1,300地点のアメダス観測地点における33年間(1976~2008年)の降雨資料から、確率年3、5、7、10、20、30年に対する値が掲載
資料-5 流入時間の算出法	雨水流出計算については合形式による計算が、流入時間についてはKinematic Wave等で計算する規定が追加

■「切土・斜面安定工指針」の改訂内容

「切土・斜面安定工指針」は、平成11年版「のり面・斜面安定工指針」を切土部のみに特化したものです。安全性を高めることが設計の基本とされ、対象土構造物は性能明示が難しいことから、具体的手法としては従来の極限平衡法および震度法による静的解析法の記載に留まっています。新たな項目としては、地すべり解析部分で「三次元解析法」に関して、いくつかの解析法が存在する」という記載程度であり、動的変形解析の具体的記載は含まれておりません。対策設計手法についても静的解析法のままであり、安定計算における補強効果の考え方は従来通りであると考えられます。性能規定型照査の具体的方法論については、道路土工に対する性能規定型照査は「出来るようになった」という扱いであり、強い法的強制力を有するものではないと考えられることから、従来の仕様型設計と性能規定型設計とが併用されているものと考えられます。

■「斜面安定計算」の対応状況

土工指針改定に際して指針改訂前に、プログラム標準機能として性能規定型照査機能に対応済みの状態として先行リリースしておくことを念頭に開発を進めて参りました。今回の改訂により、土工指針としては初めて性能規定型設計が導入されています。「斜面の安定計算」では、耐震性能型照査に対応するニューマーク法や豪雨に対する浸透性能照査に対応する浸透流解析機能により、指針改訂前に性能規定型照査機能対応を実現しています。

▼表-4 照査方法に関する記載の対比表

指針名	旧指針		新指針		備考
	規定		規定		
道路土工要綱	仕様型設計	○	道路土工仕様型設計	○	仕様型・性能型の両者を許容
	性能型設計		性能型設計		
	耐震性能 浸透性能	×	耐震性能 浸透性能	○ △	
のり面・斜面安定工指針	仕様型設計	○	切土・斜面安定仕様型設計	○	仕様型のみ記載
	性能型設計		性能型設計		
	耐震性能/浸透性能	×	耐震性能/浸透性能	×	
盛土工指針	仕様型設計		仕様型設計		来春発行予定
	性能型設計		性能型設計		
	耐震性能/浸透性能		耐震性能/浸透性能	—	

- 参考文献: 1) 地盤工学会誌、(社)地盤工学会、Vol.56 No.9 Ser.No.608, p.41
- 2) 土構造物の維持管理—性能規定化に向けて— 講習会、(社)地盤工学会、講習会資料

N値と地耐力

(Up&Coming '10
新年号掲載)

■N値とは

N値とは、標準貫入試験(JIS A 1219)により求められる地盤の硬さを表す指標です。標準貫入試験の試験方法は、JISで定義されており、以下のようになっています。

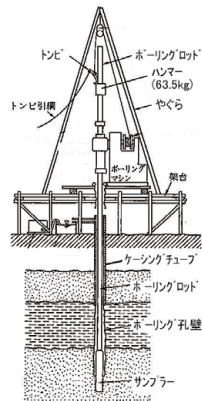
この試験は、各深度毎(概ね1m)に掘進するボーリング抗で行われます。質量63.5kgのおもりを76cmの高さから自由落下させて標準貫入試験用サンプリャーを30cm打ち込むために要する打撃回数がN値となります。

落下高さについては、以前は75cmとされていましたが、2001年の改訂で、ももとの定義である30インチの換算値76.2cmと諸外国の定義値を考慮して76cm±1cmと再定義されています。

■柱状図の見方について

柱状図に記載されているデータシート項目の意味は、以下のようになっています。

- ・標尺：地表面を0mとした時の地中の深さ
- ・層厚：各層毎の地盤の厚さ
- ・柱状図：層毎の土質を表記する記号
- ・土質区分：土質の種類
- ・孔内水位：地下水位の深さ



▲図-1 標準貫入試験概念図



▲図-2 柱状図の例

■N値と支持力(土木・建築)

N値と支持力に関しては、直接基礎の支持力公式を一例として考え方の違いを示します。土木構造物における直接基礎の許容支持力は、『道路橋示方書・同解説、IV. 下部構造編(H14.3)、(社)日本道路協会』によれば、以下の計算式より算出されます。

ここで、支持力公式に用いる支持力係数($N_c \cdot N_q \cdot N_\gamma$)は、内部摩擦角(ϕ)によって、グラフより読み取る形となります。

$$\phi = 4.8 \log N1 + 21^\circ \quad (N > 5) \dots \text{式 (3)}$$

$$N1 = 170N / (\sigma'v + 70)$$

$$\sigma'v = \gamma t \cdot hw + \gamma t2 (x-hw)$$

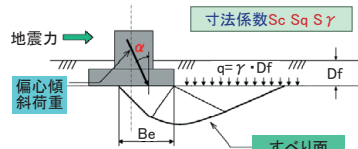
x: 地表面からの深さ(m)

N1: 有効上載圧 100kN/m² 相当に換算したN値

$$Qa = Qu / n \quad n: \text{安全率(常時} = 3, \text{地震時} = 2)$$

$$Qa = A' \{ a \cdot k \cdot c \cdot Nc \cdot Sc + k \cdot q \cdot Nq \cdot Sq + 1/2 \cdot \gamma \cdot t \cdot B \cdot N\gamma \cdot S\gamma \}$$

(粘着力要素) (根入れ要素) (自重と幅要素)



▲図-3 道路橋示方書における許容支持力の説明図

一方、建築構造物における直接基礎の鉛直支持力は、『建築基礎構造設計指針、(2001改定)、日本建築学会』によれば、以下の計算式で表されています。

$$Ru = qu \cdot A$$

$$= (ic \cdot \alpha \cdot c \cdot Nc + i \cdot r \cdot \beta \cdot \gamma \cdot 1 \cdot B \cdot \eta \cdot N\gamma + i \cdot q \cdot \gamma \cdot 2 \cdot Df \cdot Nq) \cdot A$$

ここで、Ruは、極限鉛直支持力となります。内部摩擦角(ϕ)は、 $\phi = \sqrt{20N} + 15^\circ$ となっています。

土木基準と建築基準において、直接基礎における極限支持力推定式を比較すると、両基準とも単位面積当たりの極限鉛直支持力を算定(quの算定)しています。Quの各項を見てみると、【粘着力要素】・【根入れ要素】・【自重と幅要素】に分割されます。この3要素における計算式を両基準で比較すると、計算理論に大きな違いが認められないが、各項目に掛けられている補正係数の考え方や係数の取り方が変わります。

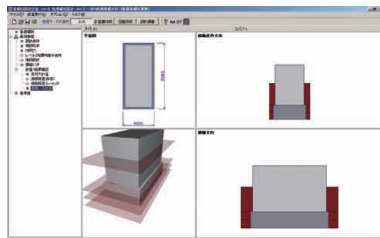
よって、この影響因子により、同じ柱状図を使用して土質定数を推定しても両基準によって数字が異なる結果となります。直接基礎について説明を行いました、杭基礎に関する支持力公式についても両基準において同様のことが言えます。

■UC-1製品との関連性

UC-1シリーズで、地耐力が関係する製品は、以下のとおりです。

- 『擁壁の設計』
- 『BOXカルバートの設計』
- 『基礎の設計計算』
- 『橋脚の設計』
- 『橋台の設計』

基本的に、擁壁および杭基礎の建築基準オプション以外の製品については土木基準で計算されています。



参考文献: 1) 道路橋示方書・同解説、IV. 下部構造編(H14.3)、(社)日本道路協会
2) 建築基礎構造設計指針、(2001改定)、日本建築学会

SaaS (Software as a Service)

(Up&Coming '09
晩秋の号掲載)

■SaaSとは

SaaS(SaaS)とは、Software as a Serviceの略で、ソフトウェアをネットワーク(インターネット)経由のサービスとして提供、販売する形態を示し、クラウドコンピューティングサービスの形態とも言われています。今日で主流となっているソフトウェア販売形態では、ユーザはソフトウェアベンダからアプリケーションソフトをパッケージ購入ないしダウンロードし、ユーザ側のコンピュータにインストールして利用するのに対し、SaaSではプログラムはソフトウェアベンダの管理するサーバ上に設置し、ユーザはWebブラウザなどを利用してネットワークからこのプログラムにアクセスして利用する点で異なります。

■SaaSのメリット/デメリット

SaaSはシングルシステム・マルチテナント(システム-ユーザが1対多の関係にある)である性質上、ソフトウェアの保守・メンテナンス性に優れ、ユーザ数が増加するほどに販売コストを抑えることができるというメリットがありますが、反面「シングルシステム」であるために、ユーザ個別のニーズに対応したカスタマイズは困難であるというデメリットもあります。

柔軟なライセンス形態

SaaSではユーザが必ずベンダ管理下のサーバにアクセスするため、必然的にユーザの利用状況を管理する必要があります。逆を言えば、ベンダはユーザの利用状況を把握できるため従量課金制でのサービス提供に適しており、ユーザは利用期間・目的に適したコストでソフトウェアを利用できるというメリットがあります。

また、SaaS製品の多くはWebブラウザを利用してアクセスするWebアプリケーションサービスであるためユーザ側のコンピュータにインストールするコンポーネントは最小で済む(または全く必要ない場合もある)ため、Webブラウザとインターネット環境が利用できれば、アクセスするコンピュータが制限されないという点もユーザにとってはメリットとなります。ただし、ベンダのソフトウェア実装方法によっては、利用できるブラウザを限定しているSaaS製品もいくつか存在します。

▼表-1 SaaSのメリット/デメリット

	メリット	デメリット
ユーザ	<ul style="list-style-type: none"> ・短期利用の場合は利用コストを抑えることができる ・ユーザ側でインストールするプログラムが少なく済む(または全くない)ため導入しやすい ・ライセンスの範囲内であれば、どのコンピュータでも利用することができる 	<ul style="list-style-type: none"> ・利用にはネットワーク環境を要するため、ユーザの環境によっては導入/利用のコストが割高になる可能性がある ・ネットワークの利用状況、障害によりサービスが利用できなくなるリスクを伴う ・CRMのような重要な情報を扱う場合、情報漏えいなどセキュリティ上のリスクを伴う場合がある
ベンダ	<ul style="list-style-type: none"> ・メンテナンス性に優れる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ユーザ別のカスタマイズが難しい ・既存製品からのSaaS製品の開発にはコストがかかる

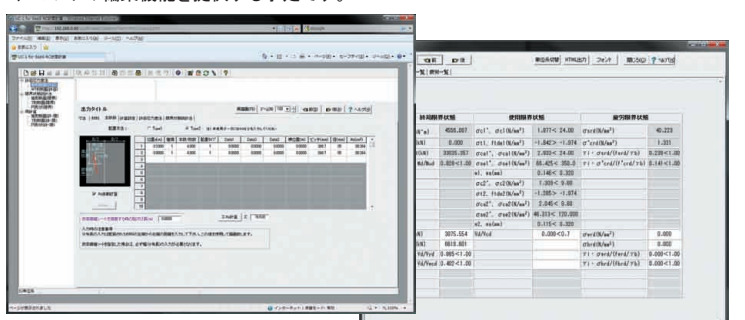
■ASPとの違い

ご存知の通り、ソフトウェアをネットワーク経由のサービスとして提供する販売形態については、ASP(Application Service Provider)というソフトウェア販売形態で既に行われています。そのためASPとSaaSの違いは明確ではなく、実際ASPとSaaSの違いについて取り上げた記事はインターネット上にも多く見受けられます。

SaaSとASPの違いとして、よくASPはシングルシステム・シングルテナント(ユーザごとに1つのシステムを提供する形態)であるのに対して、SaaSはシングルシステム・マルチテナント(1つのシステムを複数のユーザがアクセスして利用する形態)である、と言われています。SaaSとASPではサービス提供形態そのものの違いは殆どありませんが、SaaSではクラウドの基盤となるインターネット環境の充実やソフトウェアアーキテクチャの進歩によりシングルシステム・マルチテナントを実現しておりASPでは実現困難であった、インターネット経由で一般向けにサービスを提供する「パブリッククラウドサービス」や、複数ユーザ間での共同作業などが可能となります。

■当社製品への適用

フォーラムイトでは今後、既存UC-1製品をWebサービスとして提供する「UC-1 for SaaS」シリーズの開発を行う予定です。まず第1弾として、「UC-1 for SaaS RC断面計算」、「UC-1 for SaaS FRAME(面内)」を12月にリリース予定で、既存の設計・計算・照査のほか、計算書出力には従来のテキスト/PPF形式に加え、新たにODF形式のファイル出力をサポートする予定です。また「UC-1 for SaaS」では、基本ライセンスとしてGroupWareを提供いたします。メール、スケジュール管理、文書等データファイルの管理・共有が可能なユーザデータストレージサービス(最大1GB)のほか、OpenOffice.org Writer/Calcの機能を実装しGroupWare上でのODFドキュメントの編集機能を提供する予定です。



▲限界状態設計法 照査結果イメージ