

地盤コード 21 への期待 (利用者の観点より)

設計コード 性能設計 設計

(株)建設技術研究所 正会員 原 隆史

1. はじめに

構造物の性能設計化が進む中において、完全な性能設計型の地盤工学分野における設計コードが望まれている。特にわが国では、歴史的経緯より道路、鉄道、港湾、建築といったように設計基準が分化されており、利用者/設計者にとって性能設計の全体像が分かり難いものとなっているため、これらを含めた設計コードの制定が望まれる。また、このような包括的設計コードの制定は、国際標準化が進む中においても「これがわが国のコードです」と諸外国へ説明するといった観点からも重要であろう。

本文では、このような背景で提案されている「地盤コード 21」に対し、利用者/設計者の観点での当該コードの実用性、今後期待することなどについて述べる。

2. 実用性と期待

ここでは「地盤コード 21」に対し、紙面の都合上以下の 3 点について、利用者/設計者の観点から実際の設計や固有設計コードの検討にあたり、当該コードの実用性や今後期待することなどについて述べる。

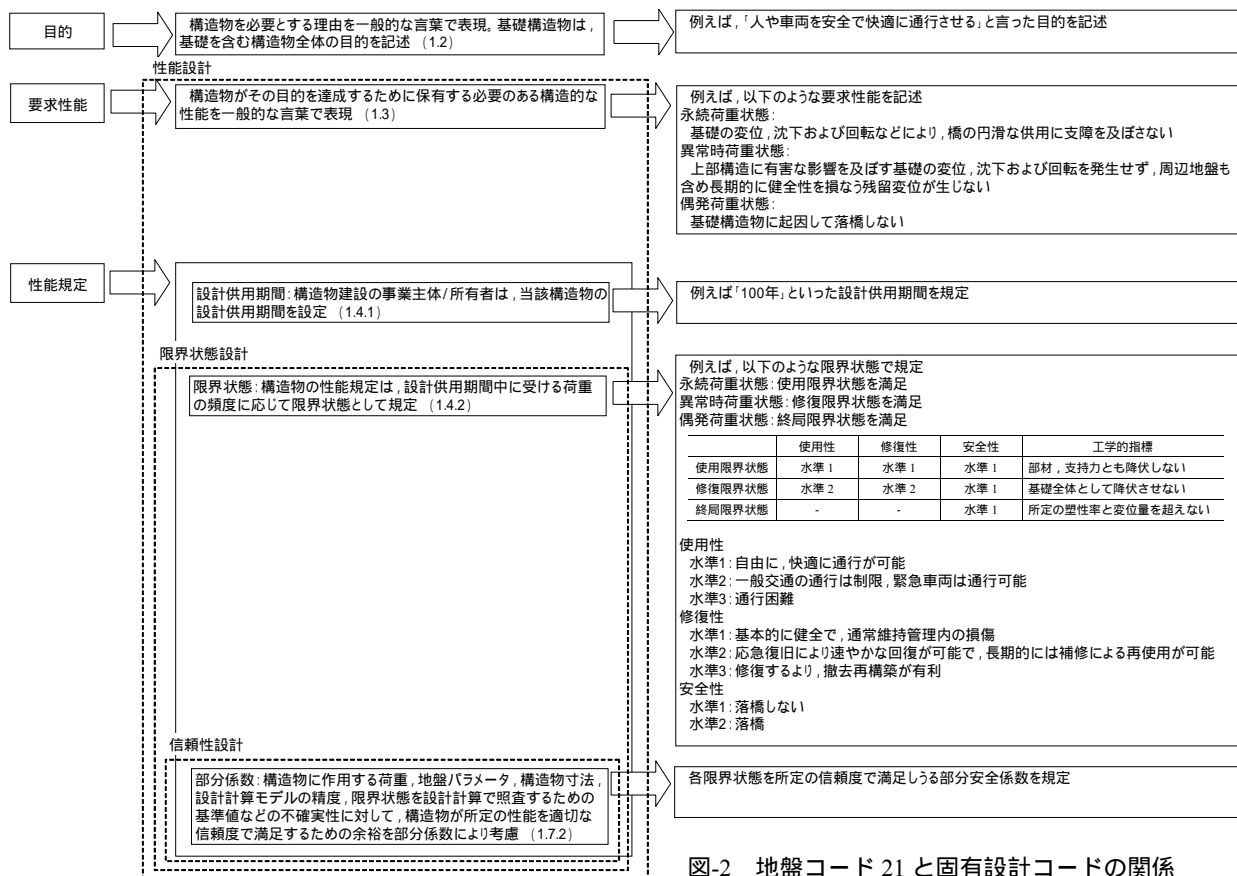
包括的な完全性能規定型設計コード
地盤パラメータの設定
部分安全係数の適用

2.1 包括的な完全性能規定型設計コード

先にも述べたとおり、わが国では歴史的経緯より道路、鉄道、港湾、建築といったように設計基準が分化され、それぞれに性能設計化と照査手法が検討されているため、利用者/設計者にとって性能設計の全体像が分かり難いものとなっている。また、「性能設計」という用語と同時に「限界状態設計」や「信頼性設計」という用語もよく聞かれるが、それぞれの位置付けや適用についてもよく分かっていない利用者/設計者も多いと考える。これらの点について「地盤コード 21」では、図-1 に示すように性能設計の階層を明確にして記述しており、これによると例えばアプローチ B で設計を行う場合に図-2 に示すような性能設計の全体像と固有設計コードの位置付けや目指すところが陽に想定することができ、包括的性能設計コードとしての実用性は高いといえる。

地盤コード21の内容

固有設計コードの内容



2.2 地盤パラメータの設定

これまで地盤調査では、事業主体、調査者および設計者との関係/役割が明確ではなく、必ずしも合理的な地盤調査の計画や地盤パラメータの設定ができない場合があったと考える。すなわち、調査者が必要と考える調査と設計者が必要とする調査の種類、量および位置などがくい違う場合などである。これに対し「地盤コード 21」では、図-3 に示すように地盤調査から、設計を踏まえた地盤パラメータの設定にいたるまで、調査者と設計者の役割を明確にした。これは、調査の計画、およびモデル化を含めた設計に応じた地盤パラメータの設定に際し、調査者と設計者が協議をして決定することを規定したものであり、先に述べた課題を解消して合理的な調査を可能とするものである。このような取扱いについては、おそらくこれまでも多くの人が描いてきた理想形であると考えるが、わが国においてこれがコードに記載されたことはまだない。今後地盤コード 21 の制定に伴い、このような流れが標準化され実行されることを切望する。

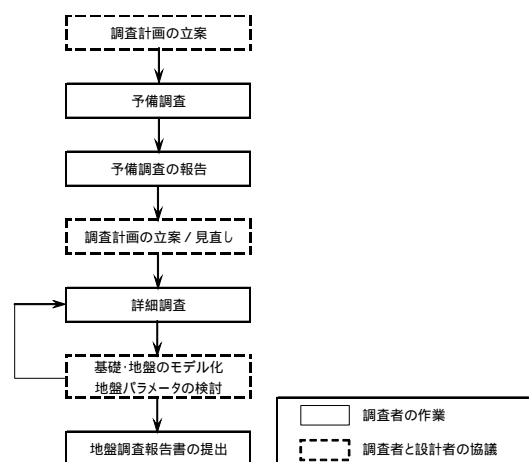


図-3 地盤調査から構造設計へのフロー

2.3 部分安全係数の適用

地盤コード 21 では、アプローチ B での設計において部分係数の適用を規定している。部分係数での性能照査は、面倒な確率計算を必要しないことから、設計実務の面で利用者/設計者にとって実用的な手法である。しかしながらその反面、新たな研究成果を活用する観点で課題を残すことも考えられ、信頼性指標()を直接規定した方法についても再度検討する必要があると考える。これは、ここで設定される各部分係数が目標とする信頼度に対して相互に関連しており、例えば何らかの物性値のばらつきを小さくし得る研究を行っても、特定の部分係数を変更すればよいというわけではなく、全ての部分係数を検討する必要があると予想され、研究成果の活用が煩雑となる恐れがあると考えられるためである。すなわち、部分係数の検討では多種多様なケースに対するキャリブレーションが要求されるため、要素的な研究成果を活用する場合には、むしろ利用者/設計者として、対象とする構造物に対し直接信頼性指標()を算出する方がはるかに容易な場合があると考えられるためである。

表-1 に部分係数が相互に関連した具体的な例を示す。これは、ある橋脚基部の変形性能(基礎でなく恐縮...)に対し、目標 を仮定(2.0)してこれを満足するよう地震時保有水平耐力法の部分係数を算定した例であり、終局変位の実験と計算値のばらつきが 30%の場合と 10%の場合を比較したものである。ここで、耐力の変更は部材高さを変動させることにより行い鉄筋量は一定として変更していない。部分係数の算定は、AFOSM(Advanced First-Order Second-Moment)により行った。なお、これらの算定に伴う多種多様な確率変数は仮定によるところが大きいため、絶対値自体は無視されたい。この結果によると、終局変位のばらつきを小さくする研究を行った場合、全体の信頼性が向上する中で部材係数(γ_b)は小さくなるが、その反面エネルギー一定則のばらつきが影響して構造解析係数(γ_a)が増加しており、部分係数が相互に関連していることが分かる。

以上の点を考慮すると、要求性能を所定の信頼度で満足するための規定としては、アプローチ B における照査でも次のような取扱いが有効な場合があると考えられる。

信頼性設計レベル を原則とし、要求信頼性指標()を規定する

その上で、みなし適合規定とこの際の所定の信頼度を満足する部分係数を掲載し、これを用いてもよいとする

ただし、部分係数の掲載にあたっては、これを設定した方法や確率変数を参考資料として示す

新たな研究成果を活用する場合には、この成果が影響するパラメータ以外はみなし適合規定に伴う部分係数の設定時に用いた確率変数を用い、ISO2394 に示される方法により所定の を満足するよう設計する

みなし適合規定とこれに伴う部分係数は、定期的に最新の知見に基づいて改訂する

3. まとめ

ここでの報告は、以下のようにまとめることができる。

地盤コード 21 は、性能設計の全体像や固有設計コードの位置付け等を陽に想定することができ、包括的な完全性能設計型設計コードとしての実用性は高い

地盤調査の計画やパラメータの設定において合理的な提案がなされており、これが早期に標準化され実行されることを期待する

アプローチ B での部分係数を用いた性能照査の規定は、簡易で実用的である。ただし、要素研究の成果の活用にあたっては、直接信頼性を照査の方が実用的な場合がある。

4. おわりに

ここでは、利用者/設計者の観点より地盤コード 21 の実用性と期待する事項について述べた。当該コードの早期制定とさらなる進化を期待する。

表-1 部分係数の検討例

| δu の変動係数 | γ_{mc} | γ_{ms} | γ_b | γ_a |
|------------------|---------------|---------------|------------|------------|
| 30 % | 1.00 | 1.00 | 1.85 | 1.05 |
| 10 % | 1.00 | 1.00 | 1.05 | 1.45 |

ここに、 γ_{mc} ：材料係数(コンクリート)、 γ_{ms} ：材料係数(鉄筋)

γ_b ：部材係数、 γ_a ：構造解析係数