

◆特集：土木分野における国際標準化の動向と分野別取り組み状況◆

地盤・基礎分野の標準化に関する国内外の動向

松井謙二* 福井次郎** 白戸真大***

1. はじめに

周知のように、欧州では全10編からなる構造物設計法に関するフルセット規格のユーロコード (Structural Eurocodes) が2008年完成を目指し最終段階にある。ユーロコードを策定する機関がCEN (欧州標準化機構) で、19カ国 (2003年現在) の各国標準化機構から構成されている。CEN/TC (専門委員会) 250/SC (下部委員会) 7 が審議しているユーロコード7 (地盤・基礎設計、Geotechnical design、以下、EC7) が地盤・基礎設計を規定したものである。EC7は設計標準^{注1)}であるが、CENではそのほか地盤・基礎に係わる規格として、調査標準 (CEN/TC341が担当)、および施工標準 (CEN/TC288が担当) も策定中である。

ISO (国際標準化機構) にも、これらと同様な規格を制定するISO/TC182という組織がある。調査標準に関しては、ISO/TC182/SC1の活動がそれに相当するが、「重複した作業は回避する」というISOとCEN間の協定 (ウィーン協定) が適用されており、ISO/TC182/SC1はCEN/TC341の活動を見守っている状態である (これを「CENリード」という)。また、設計標準に関しては、ISO/TC182/SC3の活動がそれに相当するが、欧州のメンバー国がEC7にかかりっきりであるため会議は休止状態である。

このような欧州勢の規格化攻勢に対して、わが国はただ手をこまねいて座視しているわけではない。例えば、一つには、土木学会・包括設計コード策定基礎調査委員会の「包括設計コード」の策定とアジアへの展開活動¹⁾であり、一つは地盤工学会の「地盤コード21」²⁾の策定活動である。本文では、上記のような国内外の地盤・基礎に係わる標準化の動向を、筆者らが所属する構造物研究グループ基礎チームが直接的、間接的に関与し

ているものを中心にして述べることにする。

2. ISO、CENなどの国際的活動

まず、はじめに地盤・基礎分野に係わる国際的動向として、ここではISO/TC182、TC221、およびCEN/TC250/SC7、TC288、TC341の概要³⁾を紹介する。また、ISOやCENと組織上は無関係であるが、過去の経緯から深い関連を持っているISSMGE (国際地盤工学会) /TC23の活動も紹介する。

表-1に、ISO/TC、CEN/TCの活動、およびそれに対するわが国の対応組織 (次節で詳述) を示した。主題には、設計、調査、施工標準のほかに地盤・基礎に係わる関連製品の項を設けた。

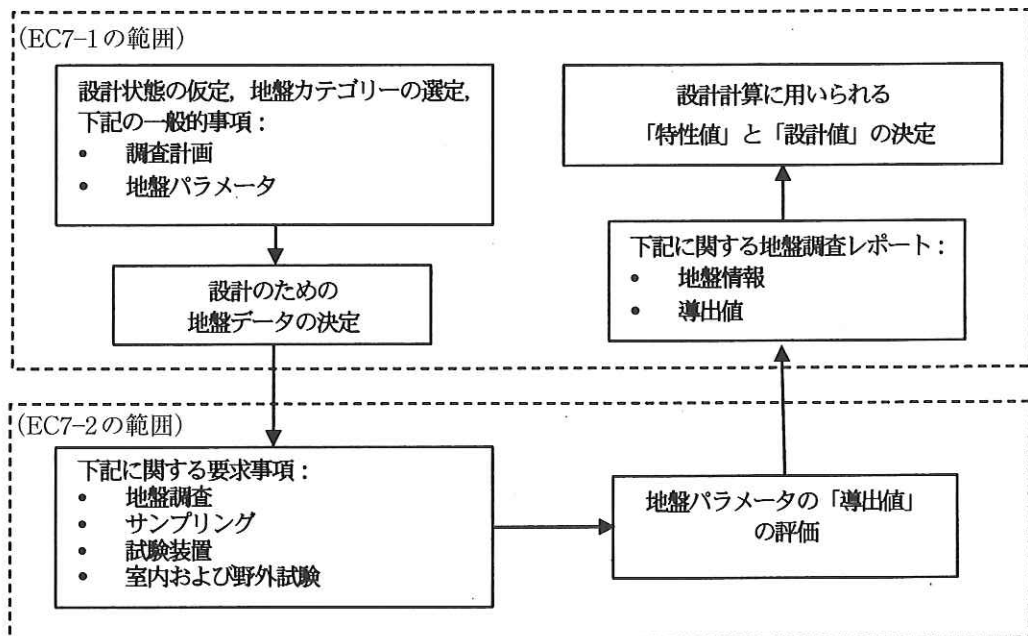
設計標準に関するISOはISO/TC182/SC3が担当することになっているが、欧州メンバーがEC7策定に専念しているため会合が開けない状態 (休止状態) にある。EC7は2つのパート (Part) から構成され、Part1が一般ルール (General rules)、Part2が地盤調査に基づく設計 (Design assisted by testing) であり、すでに前者は欧州内部での公式投票に回る直前の段階であり、現在後者の審議が行われている。EC7 Part1およびPart2 (以下、それぞれEC-1、EC-2という) の役割を図-1⁴⁾に示す。ここで、「導出値」とは室内、または野外試験での測定値 (例えば、標準貫入試験のN値) から既往の相関式を用いて得られる地盤の強度、変形に係わる値、「特性値」とは「導出値」から常時、地震時といった設計状態と、そのときに考慮すべき限界状態を考慮して選定される値、「設計値」は地盤のばらつきなど不確定性を考慮して「特性値」から求められる値である。

EC-1は2003年後半にCENメンバー国間での公式投票にかけられ、欧州標準 (正式名称は“EN

注1) なお、本文では「Standard」を「標準」と訳しているが、ときに「規格」というときもある。ここでは「標準」も「規格」も同じ意味で用いており、いずれもそれ自体は拘束力を有しない。一方、「Code (コード)」は、何らかの拘束力を意図した標準/規格に用いられる。

表-1 ISO/TC、CEN/TCの活動、およびそれに対するわが国の対応組織

主 題	ISO	CEN	わが国の対応組織
設計標準	Foundations, retaining structures and earth works (TC182/SC3、事務局：オランダ NEN)	EC7 Geotechnical design (TC250/SC7、事務局：オランダ NEN) ・ Part 1: General rules ・ Part 2: Design assisted by testing	地盤工学会/ ISO 検討委員会
調査標準	Geotechnical investigation and testing (TC182/SC1、事務局：ドイツ DIN)	Geotechnical investigation and testing (TC341、事務局：ドイツ DIN) ・ WG 1: Drilling and sampling methods and groundwater measurements ・ WG 2: Cone and piezocone penetration tests ・ WG 3: Dynamic probing & Standard penetration tests ・ WG 4: Testing of geotechnical structures ・ WG 5: Borehole deformation tests	地盤工学会/ ISO 検討委員会
施工標準	なし	Execution of special geotechnical works (TC288、事務局：フランス AFNOR) ・ WG10: Deep Soil-Mixing ・ WG11: Vertical drainage	地盤工学会/ ISO 検討委員会 ・ Japanese contact group ・ 地盤工学会/ ISO 検討委員会/地盤改良 の戦略検討委員会
製品標準	Geosynthetics (TC221、事務局：イギリス BSI)	Geosynthetics (CEN/TC189、事務局：ベルギー IBN)	地盤工学会/ISO 検討委員会/ ジオシンセティックス 国際規格対応委員会


図-1 EC7-2およびEC7-2の範囲³⁾

1997-1 Eurocode 7” という) が誕生する予定である。EC7の事務局であるNEN(オランダ標準化機構)はEC7-1をベースに、ISO規格を審議し

ようと、休止中のISO/TC182/SC3活動の再開を画策しているとも噂されている。EC-2は室内試験および野外試験から得られた地盤の強度・変形

に係わる値からどうやって設計に用いる値を得るか、設計者への解釈のガイダンスを記述したものである。これは室内試験法、または野外試験法という調査者に向けた手順、試験法を述べたものではない。これは次に述べる CEN/TC341 が担当するものである。EC-2 はドラフト完成を 2004 年末と設定し、現在その目次案が提出され、個々の室内・野外試験値の解釈文書の審議に着手している。

調査標準に関しては、ISO は ISO/TC182/SC1 が、CEN は CEN/TC341 (地盤調査法、Geotechnical investigation and testing) が審議を担当し、事務局はいずれもドイツの DIN である。しかし、本作業は ISO と CEN 間の“重複した作業を回避する目的”で締結されたウィーン協定が適用されており、CEN が主体的に活動する、いわゆる CEN リードで審議されている。CEN/TC は欧州域内での活動であるため非欧州国はその審議に立ち入ることはできないが、CEN リードの場合、ISO からのオブザーバとして CEN/TC での審議に参加を許されその発言も公式なものとして認められる。ただし、採決には加われないため、どこまでわが国の主張が受け入れられるかは不透明である。CEN/TC341 の中には表-1 に示す 5 つのワーキンググループ (WG) が設立されており、ほぼ全ての室内試験および野外試験法が網羅されており、2003 年末までには全てのドラフトが TC341 全体会議に提出されることになっている。この調査標準は欧州規格として成立するとほぼ同時に、ウィーン協定により ISO 規格案として投票にかけられることとなる。

施工標準に関しては、現在のところ ISO/TC としての活動はなく、CEN/TC288 (特殊な基礎工法に関する施工、Execution of special geotechnical works) が計 12 の施工標準を策定中で、すでに「場所打ち杭工法」など 7 つは欧州標準化されており、⑧「マイクロパイル工法 (Micro-Piles)」、⑨「補強土工法 (Reinforced Soil)」、⑩「深層混合処理工法 (Deep Soil-Mixing)」、⑪「バーチカルドレーン工法 (Vertical Drainage)」、および⑫「深層振動工法 (Deep Vibration)」が完成間近にある。全ての施工標準の成案化は 2005 年を目標としている。なお、CEN/TC288 活動は純然たる欧州域内での活動であるため、非欧州国は本委員会のメンバーではない。しかし、⑩および⑪の WG (作業部会) 10、WG11 に関しては、コンベナー

(座長) の判断によりわが国の優れた施工技術を施工標準に反映すべく、わが国からの組織だつての協力を要請している。

ところで、CEN では域内での建設製品の自由な流通を促進するために、上記で述べた調査、設計、施工標準とは別に、建設製品規格とその適合性評価の手順を定めた欧州標準も策定している⁵⁾。その製品の適合性が欧州適合性評価機関によって認証されれば、その製品には CE マーキングが付される。地盤・基礎分野に関連する建設製品の標準を策定している ISO および CEN/TC を、表-1 の「製品標準」に記した。本分野も調査標準と同様、ウィーン協定により ISO と CEN とで同じ TC 名称 (ジオシンセティックス) を持った活動が CEN リードで実施されている。なお、ジオシンセティックスとは、地盤安定用資材として補強、保護、分離、排水、ろ過などを目的として建設用途に国内外で広く使用されている合成または天然高分子材料からなる製品の総称である⁶⁾。

ここで、国際地盤工学会 (ISSMGE) の TC 活動にもふれておかねばならない。ISSMGE/TC23 (地盤工学における限界状態設計法、Limit state design in Geotechnical engineering practice) は文字通り地盤・基礎分野に関する限界状態設計法の研究や基準化を検討している組織である。この TC の性格を端的に物語る事実、1980 年代当初ユーロコード 7 を開発するにあたって欧州委員会 (European Commission) が標準案策定を依頼した先が本 TC で、初代委員長には N.K.Ovesen (前デンマーク地盤研究所所長、かつ CEN/TC250/SC7 の初代委員長) が就任していることである。Ovesen 率いる ISSMGE/TC23 の活動は ENV ユーロコード 7 (試行標準) のドラフトを策定することであり、そのドラフトは 1990 年に発足した CEN に引き継がれ、CEN/TC250/SC7 から 1994 年 ENV バージョンが発行されている。ISSMGE/TC23 委員長は 1997 年から P.Day (南ア) に引き継がれ、当時開発過程にあった EC7 を非欧州からコメントするという役割を担った。そして、2001 年より委員長：本城勇介 (岐阜大教授) + 事務局：松井謙二 (土木研究所) のコンビによる第 3 期体制がスタートし、アジアや北米も取り込み国際的視野から基礎設計法のあり方を討議する場として本 TC を位置づけようとしている⁷⁾。それと同時に、地盤工学会が策定を急いでいる

「地盤コード21」(後述)を世界的に周知させるという重要な戦略も担っている。

本城委員長のもとでTC23が開催した最初の国際会議は、昨年4月に鎌倉で開催されたワークショップ(IWS Kamakura 2002)であった。このワークショップは、欧州と北米間の本格的な会話の最初の機会と評されたものであった。両者の設計標準に関する見解の違いは、ワークショップを通じて明らかになった。すなわち、欧州はコードの調和や枠組みに関心を払うのに対して、北米は設計法の改良にから得られる実務的利益により興味を持っているということである。ワークショップでの討議をベースに、今期TC23としては次に示す6つのトピックを主要な活動と定めている。

- (1) 限界状態設計による性能照査型設計法の導入
- (2) 限界状態設計法の実施に伴う課題の情報交換
- (3) 測定値および導出値の評価法
- (4) 部分係数決定に関する信頼性に基づく方法論
- (5) FEMや非線形挙動を考慮した数値解析における部分係数
- (6) アジア地区における地盤設計コード

ISSMGE/TC23の最終ターゲットは、国際地盤工学会大阪大会(2005年)での特別セッションを組織し、上記6つのトピックに関する成果を公表することであり、今年は、このうち(1)～(5)のトピックを討議するために、Pan-American conference(2003年6月、ボストン)期間前後にシンポジウム開催を計画している。さらに、第12回国際地盤工学会アジア大会(2003年8月、シンガポール)期間中、TC23が上記(6)に関する特別セッションを開催し、アジア地域における地盤設計コードの現状とこれからを展望することが予定されている。

3. 地盤工学会を中心とした国内の活動

これら地盤・基礎分野での国際的な動きに対して、わが国はどのように対応しているかについて述べる。再度、表-1を参照されたい。ISOやCENのTC活動に対して、右側にわが国の対応する組織を示してある。地盤・基礎に係わるISO規格の国内審議団体は地盤工学会である。地盤工学会は、ISO/TC182 Geotechnics(地盤工学)、ISO/TC190 Soil quality(地盤環境)、およびISO/TC221 Geosynthetics(ジオシンセティックス)の3つのISO/TCの審議団体となっている⁸⁾が、それを担

当しているのが、地盤工学会基準部に所属するISO検討委員会(委員長:巻内勝彦・日本大学教授、幹事:木幡行宏・室蘭工業大学助教授)である。本委員会の下には①ISO/TC190専門委員会、②地盤改良の戦略検討委員会(委員長:嘉門雅史・京都大学大学院教授)、および③ジオシンセティックス国際規格対応委員会(委員長:巻内勝彦教授)がある。近いうちに、組織の改変が計画されており、ISO/TC182対応国内委員会が設立されることになっている。表からわかるように、調査、設計、施工標準、および製品標準の全てにISO検討委員会(と下位委員会)は直轄でISOまたはCEN会議に委員、または外部有識者を派遣し、わが国の主張を展開するとともに、情報の収集にあたっているところである。ただ、前述のようにCEN/TC288/WG10(Deep Soil-Mixing)に関しては、WG10のコンベンナーの強い要請により日本コンタクトグループとして、寺師昌明氏(株)日建設計中瀬土質研究所)と北詰昌樹氏(独立行政法人港湾空港技術研究所)が施工標準のドラフト立案に精力的に協力されているところである⁹⁾。同様なことが、CEN/TC288/WG11(Vertical drainage)についてもいえる¹⁰⁾。

地盤工学会基準部には、もうひとつ基礎に関する設計標準と係わりの深い委員会がある。基礎設計基準化委員会(委員長:本城勇介教授)である。本委員会はわが国の基礎設計に係わる産官学からの委員の参加を得て、2005年に基礎設計の基準化(いわゆる「地盤コード21」と呼ばれるもの)を目指している。周知のように、わが国における基礎の設計標準は、歴史的な背景の結果、道路、鉄道、建築、港湾ごとに異なった設計体系を持つようになっている。そこで、EC7が目指したのと同じように、国内各機関のコードの統一を計りうるようなコンセプトを提案し、これをわが国の「単一の声」(single voice)として世界に発信できるようなものを作成することを目標としてきたものである。

基礎設計基準化委員会に所属する全委員と新規に募集された委員から構成されるものが、ISSMGE/TC23国内委員会(委員長:本城勇介教授)である。本委員会はISSMGE/TC23活動に関するアドバイザー的存在であるとともに、「地盤コード21」を国際的に普及する役割も担っている。

4. 土木研究所基礎チームの対応

前節までに、地盤・基礎分野におけるISOやCENの国際活動、およびそれに対する地盤工学会を中心とした国内の対応について述べてきた。土木研究所としては、所内に三木博史・総括研究官を座長とする「国際標準対応所内WG」を設け、定期的会合を通じて国内外の動向を把握し対外活動と所内活動の調整を図っているところである。ここでは、筆者らが所属する構造物研究グループ基礎チーム（以下、基礎Tという）としての活動についてふれたい。基礎Tは先に述べた国内外の活動の大部分に直接的、間接的に参画し、標準化作業に貢献しているところであるが、ここでは

2～3のテーマに限定して概説する。

基礎Tは、基礎設計基準化委員会の一員として「地盤コード21」の作成作業に全面的に参画している。地盤コード21（Ver.2）の特徴を表-2に、章構成を表-3に示す。地盤コード21は各機関によって個別に作成されている現行設計コードの体系化を図り、日本全体の設計コードの調和、透明性と説明性を増すような将来の設計コード体系の姿を意識したものである。各機関の設計コードの調和をとるためには、それらのコードの1段上に立つようなコンセプトが必要であるため、ここでは図-2に示すような「包括設計コード」を提案している。ここでいう「包括設計コード」とは、構造物設計の原則を記述した、構造物別、材料別設計コード体系の階層の一段上に立つべきコードのことである。なお、地盤コード21はH14年10月に公表された「土木・建築にかかる設計の基本」¹¹⁾のコンセプトにも合致している。

ところで、EC7は地盤・基礎分野の設計法であるが、わが国の設計上重要な「耐震設計」は含まれていない。ユーロコードの耐震設計は、CEN/TC250/SC8が担当している計5パートから構成されるユーロコード8（Design of structures for earthquake resistance）に規定されている。このうち、Part 5 (Foundations, retaining structures and geotechnical aspects) が基礎の耐震設計であり、コンペナーはミラノ工科大学（Politecnico di Milano）のE. Faccioli教授である。このミラノ工科大学と基礎Tは昨年共同研究をスタートさせており、基礎Tで実施している実験成果や「地盤コード21」での基礎の耐震規定を向こうに周知させることにより、EC8-5が欧州標準として

表-2 地盤コード21の特徴

①	設計コードの理想像の追求、日本のコードの統一
②	標準化と多様化に同時に応える包括コードの提案
③	完全な性能照査型コード
④	地盤パラメータの特性値設定の標準化
⑤	世界標準：確率に基づいた限界状態設計法
⑥	最新の地盤工学・耐震設計の知見に基づくコード
⑦	設計作業の情報フローの標準化と技術者の資格

表-3 「地盤コード21 Ver.2」の章構成

0章	構造物設計の基本
1章	基礎構造物設計の基本
2章	地盤に関する情報
3章	施工及び維持管理（未執筆）
4章	浅い基礎の設計
5章	杭基礎の設計
6章	柱状体基礎の設計
7章	抗土圧構造物の設計

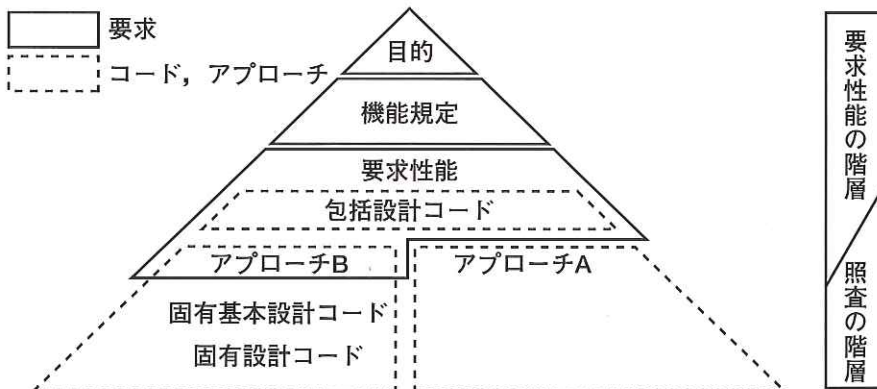


図-2 性能記述の階層性、包括設計コードの位置づけとアプローチA,B²⁾

成立後の「5年後の見直し」の際、わが国の規定を参照されるように努力しているところである。

昨年3月道路橋示方書が改訂され、性能照査型設計法が導入された。この性能規定化により設計者の設計に対する自由度が飛躍的に高められた。しかし、要求性能を満足していることを確認するルール、手順は十分に整備されていないという現実があり、性能設計の普及のためには公式の手順、体制の確立が急がれている¹²⁾。前述のように、欧州では建設製品に関しては適合性評価の手順が確立されているが、設計法のそれについてはまだ検討されていないようである。このような観点から、基礎Tとしては、土木学会において適合性評価に関連する調査研究を進めている2つの委員会、すなわち①ISO対応特別委員会 適合性評価・認証検討小委員会（委員長：辻幸和・群馬大学教授）と②地震工学委員会耐震基準小委員会性能設計普及WG（主査：大塚久哲・九州大学教授）に参画して、透明性の高い適合性評価を実施する機関や手順のあり方などを調査研究している。

5. おわりに

現在、地盤・基礎分野に関しては地盤工学会・ISO検討委員会の活動を通じて、CENの調査・設計・施工標準などの動向は逐一把握できる状況にあり、国内的もすぐ対応できるような体制が整備されている。今後は国際動向を的確に把握して、適宜わが国の主張を展開することが強く望まれている。実際、ISSMGE/TC23主催のIWS Kamakura 2002における「地盤コード21」の国際的周知活動に代表されるように、近年わが国も積極的に対外への情報発信する機会が多くなってきた。

地盤・基礎分野に限定されたものではないが、

国土交通省は昨年「土木・建築にかかる設計の基本」を公表し海外に向けた英文規定も準備している。さらには、昨年本省内に「土木・建築における国際標準対応省内委員会・幹事会」が設置され、作業グループとして国際標準専門家WGも本格的に動き出した。これからのわが国の国際標準に関する積極的関与に期待が高まっている。

参考文献

- 1) 日下部治：包括設計コードへの議論とアジアへの展開，土木技術，Vol.58，No.2，pp.25-29，2003。
- 2) 菊池喜昭・本城勇介：地盤コード21，土木技術，Vol.58，No.2，pp.30-34，2003。
- 3) 松井謙二：欧州規格（Eurocode 7）—我が国への影響（地盤分野），ISO対応特別委員会：「ISOへの対応」に関する第4回シンポジウム—設計標準はどこへ行く—講演資料集，pp.23-52，平成13年9月
- 4) T. Orr and E. Farrell: Geotechnical Design to Eurocode 7, Springer-Verlog London Ltd., 1999
- 5) 巻内勝彦：ジオシンセティックス規格の国際標準化の動向，Vol.58，No.2，pp.39-45，2003。
- 6) 例えば、国際ジオシンセティックス学会日本支部編：ジオシンセティックス入門，理工図書，2001。
- 7) <http://www.cive.gifu-u.ac.jp/~tc23/>（ISSMGE/TC23のホームページ）
- 8) <http://www.jiban.or.jp/>（地盤工学会のホームページ）
- 9) 寺師昌明・北詰昌樹：深層混合処理工法の施工規格（CEN/TC288 WG10 の動向），Vol.58，No.2，pp.66-72，2003。
- 10) 嘉門雅史・岩崎好規・諏訪靖二：プラスチックボードドレン工法と国際標準化の動向，Vol.58，No.2，pp.82-87，2003。
- 11) 国土交通省・土木・建築にかかる設計の基本検討委員会：土木・建築にかかる設計の基本（Basis of Structural Design for Building and Civil Engineering Works），2002。
- 12) 福井次郎：道路橋示方書下部構造編 改訂の概要，基礎工，Vol.30，No.5，pp.2-4，2002。

松井謙二*



独立行政法人土木研究所構造物
研究グループ基礎チーム招聘研
究員，工博
Kenji MATSUI

福井次郎**



独立行政法人土木研究所構造物
研究グループ基礎チーム上席研
究員
Jiro FUKUI

白戸真大***



独立行政法人土木研究所構造物
研究グループ基礎チーム研究員
Masahiro SHIRATO