

◆ 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 ◆

構造物の耐震設計に関する国際標準

田村敬一* 運上茂樹**

1. はじめに

構造物の耐震設計における地震荷重の国際標準としてはISO3010「構造物への地震作用」がよく知られているが、同ISOは建物等の地上構造物を主たる対象としたものである。本稿では、まず、多種多様な土木構造物に対する地震作用を対象とし、我が国を中心として作業が進められている新規ISO制定のための活動の概要について紹介する。また、耐震設計に直接関わるものではないが、橋梁構造物に用いる免震支承・ゴム支承に関するISO制定のための活動についても紹介する。

2. 構造物の設計の基本と構造物への地震作用

国際標準化機構ISO(International Organization for Standardization)において実際に規格の検討を行うのは専門委員会TC(Technical Committee)であり、TCの下部組織として分科会SC(Sub Committee)とワーキング・グループWG(Working

Group)が設けられている。ISOの中で、構造物の設計の基本を担当するTCはTC98であり、我が国では建築・住宅国際機構がTC98の審議を担当している。また、TC98には次のSCが置かれている(図-1参照)。

SC1：用語と記号

SC2：構造物の信頼性

SC3：荷重、外力及びその他の作用

構造物の耐震設計における地震荷重の国際標準であるISO3010「構造物への地震作用」については、従来、TC98のもとでSCではなく、例外的にTC98に直属するWG1(主査：石山祐二・北海道大学教授)が審議を担当してきた¹⁾。なお、同WGはSC3/WG9と改組されて現在に至っている。ISO3010(2001年12月改訂)の目次を表-1に示すが、同ISOは建物等の地上構造物を主たる対象とした基準となっている。また、ISO規格は規格作成者のための規格(Code for code writers)と呼ばれ、ISO3010についても、その内容は構造物への地震作用を定めるための基本的な事項に関する

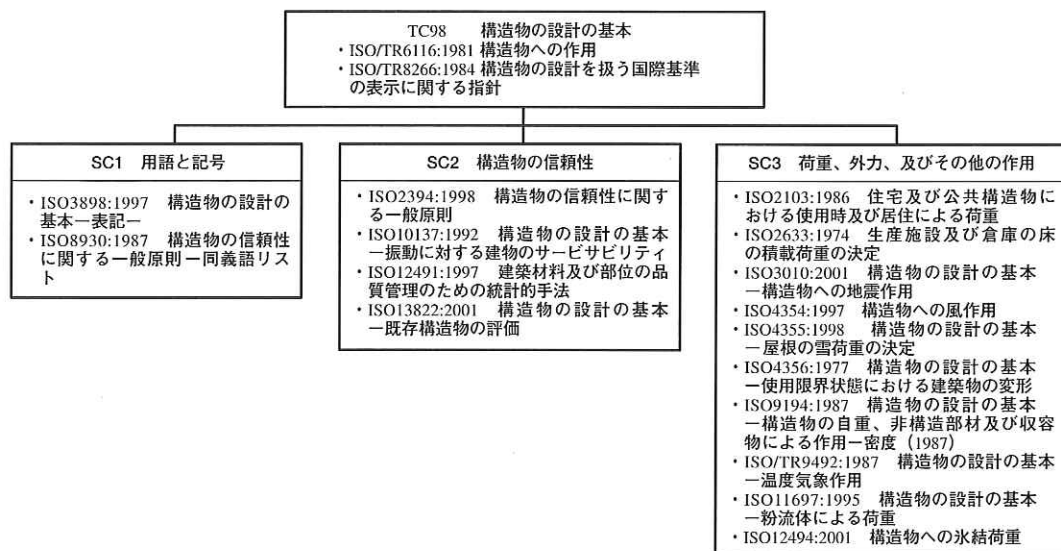


図-1 ISO/TC98「構造物の設計の基本」の関連規格(文献1)をもとに加筆修正)

表-1 ISO3010「構造物への地震作用」の目次
(2001年12月改訂)

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語と定義
4. 記号
5. 耐震設計の基本
6. 耐震設計の原則
6.1 建設地
6.2 構造物の形状
6.3 非構造要素の影響
6.4 強度と靱性
6.5 構造物の変形
6.6 応答制御システム
6.7 基礎
7. 地震作用の評価の原則
7.1 変動作用と偶発作用
7.2 動的解析と等価静的解析
7.3 地震作用の決定の規範
8. 等価静的解析における地震作用の評価
8.1 等価静的荷重
8.2 地震作用の成分とねじれ
8.3 構造物の部分への地震作用
9. 動的解析における地震作用の評価
9.1 一般事項
9.2 動的解析法
9.3 応答スペクトル解析
9.4 時刻歴解析に用いる地震動
9.5 構造物のモデル
9.6 解析結果の評価
10. 擬似地震動の評価

原則をまとめたものになっている。したがって、ある特定の構造物を対象として地震荷重を算出したり、それに基づいて設計するための具体的な数値は明確には示されていない。

3. 地盤基礎構造物への地震作用

3.1 既往の経緯^{2),3)}

前述したように、ISO3010は多種多様な構造物への適用については必ずしも十分に考慮されているものではない。この点に鑑みて、土木学会地震工学委員会では、土木耐震分野からのISOへの貢献を目的とし、国際小委員会（小委員長：井合進・運輸省港湾技術研究所地震防災研究室長（当時））を2000年5月に設置した。同小委員会では、基礎構造物、地中構造物、抗土圧構造物、土構造物等を念頭において、ISO3010に性能設計の考え方を導入するとともに、種々の構造物に適用できるよ

うに新しい条項を盛り込む案と、ISO3010とは別に構造物の耐震設計に関する新しいISOを提案する案との2案について検討した。その後、国内での調整により次のような意見が提起された。

- ・性能設計の考え方の導入は必要であるが、これについては、ISO3010のベースであるISO2394「構造物の信頼性に関する一般原則」の改訂作業の一環として取り組むべきであろう。ISO3010への性能設計の導入はISO2394の改訂を受ける形がよい。
- ・ISO3010の対象を地震作用ではなく、耐震設計とした場合には、TC98以外のTC（例えば、コンクリート構造、鋼構造関連のTCなど）との調整の必要性も出てくるものと思われる。

これらの意見を踏まえ、土木学会国際小委員会では基礎構造物、地中構造物、抗土圧構造物、土構造物等に対する地震作用を中心とした新規課題「地盤関連地震作用(Geotechnical seismic actions)」の提案書を作成した。本提案書については2001年4月に開催されたISO/TC98国内委員会の審議を経て、同年5月に米国ワシントンDCで開催されたISO/TC98国際委員会に提出され、同委員会の場において新規提案として承認された。その後、新規格の制定作業着手の可否について各国の投票に諮られた。その結果、本提案は2002年1月にISO23469、担当ワーキング・グループはISO/TC98/SC3/WG10(主査：井合進・現京都大学防災研究所教授)として正式に承認され、規格制定活動が開始された。以上のような流れを踏まえて、国内では2002年2月に土木学会内にISO/TC98/SC3/WG10国内委員会(委員長：井合進・現京都大学防災研究所教授)が設置され、土木学会国際小委員会は発展的に解消されることになった。また、課題名については「地盤基礎構造物の設計に用いる地震作用 (Seismic actions for designing geotechnical works)」と変更されている。

3.2 今後の予定

ISO23469「地盤基礎構造物の設計に用いる地震作用」の制定活動は、現在、作業部会原案WD (Working Draft) の第1稿が作成された段階である。その目次案を表-2に示すが、本ISOは地震の発生から、基礎構造物、地中構造物、抗土圧構造物、土構造物等の種々の構造物に作用する地震の影響を系統的に規定しようとするところに特長がある。今後、作業が順調に進めば、WDから順次、委員会原案CD (Committee Draft)、国際規格原案DIS (Draft International Standard)、最終国際規

表-2 ISO23469「地盤基礎構造物の設計に用いる地震作用」の目次案 (2003年3月現在)

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語と定義
4. 記号と略語
5. 原則と手順
5.1 原則
5.2 手順
6. 地震動、液状化可能性、断層変位の評価
6.1 目的
6.2 地震ハザード解析
6.3 サイト応答/液状化解析
6.4 空間的変動
6.5 地震断層変位と地滑り
7. 地震作用評価の手順
7.1 解析法種別と解析モデル
7.2 等価静的解析における地震作用
7.3 動的解析における地震作用
8. 等価静的解析のための地震作用
8.1 簡易解析のための地震作用
8.2 詳細等価静的解析
9. 動的解析のための地震作用
9.1 簡易動的解析のための地震作用
9.2 詳細な解析のための地震作用

格原案FDIS(Final Draft International Standard)となる予定である。ISO/TC98/SC3/WG10国内委員会の活動状況については、次のウェブ・サイトで公表されている。

<http://www.jsce.or.jp/opcet/tc98sc3wg10/j>

4. 免震ゴム・ゴム支承のISO制定

4.1 ISO/TC45/SC4/WG9：免震ゴム・ゴム支承分科会

ISO/TC45は、ゴム及びゴム製品に関するISO規格を作成・審議する委員会であり、我が国では日本ゴム工業会が国内審議団体となっている。

ゴム及びゴム製品に関するISO規格は様々なものがあり、現在日本ゴム工業会には、ISO規格の作成・審議に合わせて図-2に示す合計14の分科会が設けられている。ゴム製品のため、土木分野では直接には関係しない製品も多くあるが、SC4/WG9は免震ゴム・ゴム支承分科会で、ここでは、橋梁用・建築用の免震ゴム及びゴム支承の仕様及び評価法に関するISO規格の作成・審議を行っている。

本WGは、2000年10月にマレーシアで開催さ

ISO/TC45：ゴム及びゴム製品

- WG10：ゴム用語分科会
- SC1/WG1：工業用・化学用・油用ホース分科会
- SC1/WG2：自動車用ホース
- SC1/WG3：液圧用ホース
- SC1/WG4：ホース試験方法分科会
- SC2/WG1.3.4：物理試験分科会
- SC2/WG5：化学試験方法分科会
- SC3/WG1.4.5：試料採取・混練・加硫及び天然ゴム・合成ゴム分科会
- SC3/WG2：ラテックス分科会
- SC3/WG3：カーボンブラック分科会
- SC3/WG6：配合剤分科会
- SC4/WG8：軟質フォーム分科会
- SC4/WG9：免震ゴム・ゴム支承分科会
- 防振ゴム分科会

図-2 ISO/TC45の検討分科会

れた国際委員会において日本側がゴム支承・免震積層ゴム支承の規格案を提案し、ISO規格として制定すること、日本がコンビナー（議長国）を務めることが投票により決まり、その後日本ゴム工業会のもとに上記の分科会が設けられ検討が行われている。東京大学大学院工学系研究科西敏夫教授が委員長を務められ、橋梁・建築分野の関係団体やメーカー等から委員が参画している。その後、平成14年10月には京都において、平成15年1月にはバンコクにおいてWGが開催され、原案作成担当の日本側が提案している橋梁用・建築用の免震ゴム及びゴム支承の仕様及び評価法に関するCD（委員会ドラフト）の審議が行われている。平成15年1月のバンコク会議においてCDがDIS（ドラフトISO規格）への投票にかけることが承認された。

4.2 ISO22762：免震ゴム・ゴム支承規格

原案作成担当の日本側からは、現在の我が国の橋梁、建物の基準等とも整合する以下の3つの規格が提案されている。

- 1) 免震ゴム支承：Part1 試験方法
- 2) 免震ゴム支承：Part2 橋梁用仕様
- 3) 免震ゴム支承：Part3 建物用仕様

規格の構成概要は、表-3に示す通りである。

4.3 今後の対応

DISとしての投票の手続きの段階に入っているところであるが、今後、各国からの意見に対する

必要な対応や修正などを行い、平成15年10月に予定されているロンドン会議へ向けて手続きが進められて行く予定となっている。

表-3 ISO22762：免震ゴム・ゴム支承規格案

第1編 試験法

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語と定義
4. 記号と略語
5. ゴム材料の物理的特性
 - 5.1 試験項目
 - 5.2 試験条件
 - 5.3 引張特性
 - 5.4 劣化試験
 - 5.5 硬さ
 - 5.6 付着特性
 - 5.7 圧縮セット
 - 5.8 動的せん断特性
 - 5.9 破断特性
 - 5.10 脆性点
 - 5.11 オゾン抵抗
 - 5.12 低温度クリスタライゼーション
6. 支承試験
 - 6.1 圧縮・せん断剛性試験
 - 6.2 各種依存性試験
 - 6.3 せん断極限試験
 - 6.4 引張試験
 - 6.5 耐久性試験
 - 6.6 低速載荷に対する反力特性

付属資料

第2編 橋梁への適用

1. 適用範囲
2. 引用規格
3. 用語と定義
4. 記号と略語
5. 分類
 - 5.1 減衰特性による分類
 - 5.2 製造による分類
 - 5.3 極限特性による分類
 - 5.4 せん断剛性の精度による分類
6. 要求性能
 - 6.1 一般
 - 6.2 タイプ試験とルーチン試験
 - 6.3 機能要求
 - 6.4 設計圧縮力と設計せん断変位
 - 6.5 製品性能
 - 6.6 ゴム材料

- 6.7 寸法
 - 6.8 内部鋼板
 7. 設計ルール
 - 7.1 一般
 - 7.2 形状係数
 - 7.3 圧縮及びせん断特性
 - 7.4 せん断ひずみ
 - 7.5 局部せん断ひずみ
 - 7.6 内部鋼板の引張応力
 - 7.7 安定
 - 7.8 力、モーメント及び変形
 - 7.9 固定部の設計
 8. 製作管理
 - 8.1 一般
 - 8.2 計測方法
 - 8.3 支承の変形寸法
 - 8.4 製品高さ
 - 8.5 製品の平坦性
 - 8.6 水平オフセット
 - 8.7 フランジの平面寸法
 - 8.8 フランジ厚さ
 - 8.9 フランジのボルト位置
 9. 表示
 - 9.1 表示事項
 - 9.2 表示条件
 - 9.3 サンプル
 10. 試験方法
- 付属資料

第3編 建物への適用 (省略)

参考文献

- 1) 石山祐二：ISO3010「構造物の設計の基本－構造物への地震作用」の改訂について、地震工学振興会ニュース、第160号、1998年5月
- 2) 井合進：土木分野からのISOへの貢献－国際小委員会の活動、第26回地震工学研究発表会、2001年8月
- 3) 土木学会：土木ISOジャーナル、第7号、2002年3月

田村 敬一*



独立行政法人土木研究所
耐震研究グループ振動チ
ーム上席研究員、工博
Dr. Keiichi TAMURA

運上 茂樹**



独立行政法人土木研究所
耐震研究グループ耐震チ
ーム上席研究員、工博
Dr. Shigeki UNJOH