

2 欧州編

2.1 Eurocode の背景

1970 年代、当時の欧州の国民総生産は 2 兆 3000 億ポンドに達していた。しかし、各国間の一般貿易は約 20%に達していたにも関わらず、建設産業に関する貿易はその産業の取引総額の 2%と極めて低い状況にあった。そのため、表-2.1 のように産業界が先導役となり、欧州連合 (EU) における通商に対する技術的障害の除去と技術使用の整合化および建築と土木構造物の設計に対する共通技術ルールの確立に向けた設計に関する統一技術標準の策定の動きが起り、これが現在の Eurocode 策定の始まりとなっている。このことからも理解できるように、この Eurocode 策定は技術的な面からではなく政治的な側面から開始されたともいえる。

表-2.1 Eurocode の歴史

Period	Initiator	Funding	Publication
1970s	European technical bodies	Industry	Design recommendations
1982-4	European commission	European commission	Draft eurocodes
1985-6	National regulatory authorities	National Authorities	Reports on textual examination and calibration
1987-9	European commission	European commission	Re-draft
1990	CEN	European commission via CEN	ENV
1992	National regulatory authorities	National Authorities	NAD based on textual examination and calibration
1998	CEN	European commission via CEN	prEN
2001 ?	CEN		EN
2005 ?	National regulatory authorities		Withdrawal of national standards

その後、1982 年からは欧州委員会 (EC) が財源負担を含めて Eurocode 策定を進めた。この頃は、欧州委員会が Eurocode のドラフト作成の起草者についても指名していたようである。さらに、策定された Eurocode 草案について 1985 年～1986 年の 2 カ年をかけて各国の標準化機関がこの草案内容のチェックとキャリブレーションを行った。1987 年～1989 年において、各国の検討結果を基にして再度欧州委員会において Eurocode 草案の改訂作業が進められた。

しかし、一方でこの間の Eurocode 策定の試みはその技術要件を含めた統一に膨大な時間と費用を要するため各国間の調整が困難になっていたようである。この行き詰まりを開拓するため、欧州委員会は新たな構想 (ニューアプローチ) が決定された。そこでは、欧州指令 (Directive) として基本的要求事項 (essential requirement) が定められ、同時に欧州指令の中で「調和された仕様 (harmonized technical specification)」に基づくものはこの基本的要求を満たすこととしたのである。この「調和された仕様」の策定機関として欧州標準化委員会 CEN (Comite Europeen De Normalization) が指定された。欧州指令の一つが建設製品指令 CPD (Construction Products Directive) であり、Eurocode は、この建設製品指令で定めた

- ① 耐力と安全性、

- ② 火災時の安全性、
- ③ 衛生、健康および環境、
- ④ 使用性の安全性、
- ⑤ 騒音からの防護、
- ⑥ エネルギーの節約および熱の保持

などの基本的要項を満たす構造物の設計を行うための設計標準である。

1990年からは、CENにその策定作業が引き継がれ、ドラフトスタンダードと言えるENVが完成した。その後、各国の標準化機関はこのENV内容のチェックとキャリブレーションを行い、国内基準との対比をしながらENVの補足的規準として国内適用文書NAD(National Application Document)を作成している。鋼構造に関して建物のENV 1993-1.1/A1は1994年に、橋梁のENV 1993-2は1997年に完成し、1998年に3ヶ国語に翻訳されている。これらのENVは各国において強制ではなく、国内基準と並行使用が可能である。さらに国内適用文書(NAD)を作成して試行期間2~3年後にドラフトスタンダードprENの提示を行っており、欧州規格(EN)に向けての最終段階にある。

ところで、この国内適用文書(NAD)は、

- ENVの規定で不足している事項の補足
- 加盟国の選択に任されていた事項に関する各国の規定
- ENVのtrial use
- Safety factorなどのBox value(ある値、条項、または代替的手続きを規定する各選択値)の決定
- 国内荷重の決定
- 国内reference standardsのリスト
- ENVの規定で採用しない事項の設定

などを各国が検討し規定化したものである。したがって、現在各国では国内基準、ENVおよびNADが並存して運用されている。なお、イギリスの橋梁に関するNADは1999年に完成している。また、ドイツのEurocode 3およびEurocode 4に関するNADは各々1999年及び2000年に最新版が完成している。今後隨時ENの提出、投票が行われる。

最終的なEN化の完了時期は文献によりまちまちではあるが、例えば表-2.2のように2004年とすれば、Eurocodeの完成に要した期間は実に30年になる。

表-2.2 構造 Eurocodes のスケジュール

EN	Document	Availability
EN 1990	Eurocode 0 Basis of Design for structural eurocode	2001
EN 1991	Eurocode 1 Actions on structures	2001~2004
EN 1992	Eurocode 2 Design of concrete structures	2003
EN 1993	Eurocode 3 Design of steel structures	2003~2004
EN 1994	Eurocode 4 Design of composite steel and concrete structures	2003~2004
EN 1995	Eurocode 5 Design of timber structures	2002~2004
EN 1995	Eurocode 6 Design of masonry structures	2003~2004
EN 1997	Eurocode 7 Geotechnical design	2003~2004
EN 1998	Eurocode 8 Design provisions for earthquake resistance of structures	2003~2004
EN 1999	Eurocode 9 Design of aluminium structures	2003

なお、今回の調査対象国であるイギリスは、欧洲統一規格の策定に対して 1984 年時点では唯一反対国であった。しかし、1986 年に重要投票権 (weighted voting) が採択され、それまでの 1957 年の欧洲協約 (Treaty of Rome) におけるメンバー国の全会一致の必要性がなくなったため、イギリスは一転して Eurocode 策定に対して積極的に取り組む姿勢に変更した経緯がある。

ところで、1997 年時点における欧洲の建設産業の状況は、以下の通りである。

- 建設産業は、EU の GDP の 10% である。
- 公共事業は、建設産業に対する需要の 50% を占めている。
- 建設労働者は 900 万人であり、その内計画などのコンサルタントに 100 万人、建設製品製造に 250 万人、さらにこれら以外の建設産業に間接的に関係する企業には 1400 万人が雇用されている。
- 建設産業は、180 万社に及び、その 97% が従業員 20 人以下の中小企業であり、基本的に国外の取引に依存していない。
- 世界的に展開している企業も数多くあるが、大規模な国際的プロジェクトに関してはアメリカ、日本に比して競争力不足であることは自覚されている。

すなわち、EU における建設産業は生産および雇用の面から大変重要な産業であるが、基本的には各国の国内における活動が中心となっている。

2.2 Eurocode 利用の便益

欧洲において統一した設計ルールを策定し、それを実施することは、各国にとって次のような潜在的な便益性があることを共通に認識しているようである。

- 1) Eurocode は下記の便益をもたらす。
 - 共通の設計標準 およびその方法を提供
 - 加盟諸国間での建設サービスの交換と促進
 - 研究/開発にとっての共通の基礎
 - 加盟諸国間での構造部品や材料の販売活動および使用の促進
 - 域内市場の機能 (コスト縮減と技術能力) の向上
- 2) 加盟諸国間の対立の軽減
- 3) 現存する国内基準など設計ルールの相違による仕事の煩雑化の回避
- 5) 欧州全体にわたる Eurocode システムの実施は、欧洲各国の設計、施工および製造技術者たちの競争力の増大とともに、彼らの全世界的活動における便益の増大
- 6) 加盟諸国の専門技術の提供により、建造物の所有者、ユーザ、設計者、製造業者、および請負業者間の透明性、信頼性および共通の了解に貢献
- 7) Eurocode システムの実施は、共通の設計手段およびソフトウェアの作成、さらに設計援助など産業界にとって新しいチャンスの創造
- 8) Eurocode に関する改訂/メンテナンスおよび研究/開発のための共通の手法は、コスト面の効率を増大、かつこのような科学的/技術的資源を他の仕事に自由に利用可能

2.3 国内標準/Eurocode の策定体制と国の関与

2.3.1 策定体制

現在、イギリスの国家規格である BS を定めるのは表-2.3 のように標準化機関 (BSI) である。BSI は、王室憲章により設立され、イギリス政府との覚書により (BS) の位置付けが与えられている。これは、日本の国家規格 (JIS) が法律に基づく標準化機関 (JISC) により制定されているのに対応する。一方、フランスの国家規格は大統領令により設置された標準化機関 (AFNOR) により策定されている。イギリスとフランスの国家規格の相違は、イギリスの国家規格 (BS) には設計標準が制定されているのに対して、フランスの国家規格はそれを制定しておらず、土木構造物に対しては通達の形(一般技術仕様書)で規定されている。その意味ではフランスの設計標準は日本のそれと同様な位置付けにある。

表-2.3 国家規格と設計標準

国名	イギリス	フランス	日本
標準化機関	BSI	AFNOR	JISC
国家との関係	王室憲章による設置	大統領令による設置	憲法による設置
建設分野の所管	環境・運輸・地域省 (DETR)	設備省 (MELT)	国土交通省 (MLIT)
設計標準	制定されている	制定されていない	制定されていない
標準策定者	政府、学識者、民間技術者	政府	政府、学識者、民間技術者

このような状況において、欧州規格である Eurocode の策定は EC 委員会から依頼を受けた CEN により行われており、2.1 で述べたように EU が定める建設製品指令 (CPD) なる基本条件の下に Eurocode は位置付けられる。CEN 委員会には、構造物の設計に関する下部委員会 CEN/TC250、その下に小委員会 CEN/TC250/SCx が組織され、この小委員会の監督のもと実際の Eurocode の執筆は CEN 委員会と契約をした PT(Project teams) が担当している。この PT の構成メンバーは、指定専門家 (Nominated experts) と招待専門家 (Permanently invited experts) からなる。前者は、CEN から指名された 6~7 名 (1 名 / 国) の専門家であり、実際に執筆を担当するとともに投票権を有している。また、CEN との契約により若干の報酬と交通費の資金支援ある。ただ、この報酬は決して充分なものではなく、僅かな報酬を受けるために契約上の義務が生じることが指定専門家にとってむしろ負担になるとも言われている。一方、後者は指定専門家に選出されなかった EU 加盟国 の 8~9 名 (1 名 / 国) からなり、投票権がない。このような PT の専門家の選出には、かなり政治的な判断が考慮されているようである。

2.3.2 国の関与

(1) イギリス

イギリスの建設分野の所管は、環境・運輸・地域省 (DETR) である。2000 年 6 月に建設分野における規格および標準の策定に対する同省の関与についての報告が出された。それによると、規格・標準の策定に対する補助は、全体として 210 万ポンドであり、その中で BRE (Building Research Establishment) が 170 万ポンドの支援を受けている。また、関連委員会は 500 にものぼっている。

これに対して、ISE (Institution of Structural Engineers) が BSI の依頼を受けて実施した検討報告では、

- 1) 規格・標準の策定に対する DETR の補助は、330 万ポンドとしており、上述の政府報告より約 100 万ポンド多くなっている。
- 2) BRE を通じて実施される補助において、建設製品指令関連の規格制定に対する補助が最も多く、全体の 22%を占めており、荷重・設計に対する規格制定は 6%(13 万ポンド) と成っている。
- 3) DETR で取り組むテーマに関する優先順位が検討されており、荷重・設計は同省で取り組むテーマとして最も高い優先順位を与えられている。
- 4) 欧州規格策定の活動はこれから 5 年間がピークでその後減少すると予測している。
- 5) CEN の欧州規格策定については、CEN 議長の影響力が ISO に比して強く、この点を DETR は過小評価してきた。
- 6) 規格・標準策定への DETR の直接的関与が重要である。
- 7) 民間企業の技術者に対して、基準・規格への関与に対する税金面での優遇措置や公共事業の入札・契約時における規格策定活動を考慮すべきである。

などについて指摘している。

イギリス政府は、設計標準の策定に対して主に次のような関与を行っている。

- BRE などの研究機関に対して技術標準策定に必要なデータを取得するための研究委託
- BRE などの研究機関の職員が、業務として技術標準策定作業を行う

一方、政府は設計標準の策定に関する学識者および民間企業の技術者に対して直接的に補助していない。学識者および民間企業の技術者は、基本的にボランタリーベースの活動となっている。したがって、政府の設計標準への関与の仕方は、基本的にわが国と同じ形態である。

なお、先の ISE の検討報告書によると民間技術者の立場から以下のような指摘をした上で、設計標準策定には高い水準のエンジニアの関与が不可欠であり、一定の政府の支援が必要であるとしている。

- a) 設計の調達方式が競争入札、固定価格方式となり、民間技術者がボランタリーベースで参加する余裕が無くなっている。
- b) さらに、技術標準策定への参加が営業戦略的に大きな意味がなくなっている。
- c) 設計標準策定に対する政府の関与が減少しており、設計分野の中でも特定の産業とリンクしない荷重などではその水準を保つことが困難になっている。
- d) 報告書の検討グループを設立した理由のひとつとして、技術標準策定に関する財源不足が挙げられる。

ところで、イギリスは連合王国を構成する 4 地域に分割され、各地域の幹線道路は各々の執行機関により管理運営されている。その代表格が DETR の執行機関として 1994 年に設立された道路庁 HA (Highway Agency) であり、道路橋の標準作成の主導的役割を担っている。イギリスの道路橋および鉄道橋は、ともに ISO2394 に基づいた限界状態設計法を採用している BS5400 に基づいているが、実際の幹線道路橋は HA により発行される道路橋設計マニュアルにしたがって設計される。このマニュアルは、設計、施工などの標準としての BD シリーズと要領としての BA シリーズから構成されており、BS5400 にも対応している。なお、地方道の橋梁にもこのマニュアルが適用されており、その影響は広範囲に及んでいる。これらのマニュアルは、Eurocode に関する緊急度が高くなり、しかも Eurocode に逆らわない限り BS5400 の改訂が困難になってきたため、現在では BS5400 と同等もしくはそれ以上の規準と見なされている。また、現在 BS5400 の改訂は殆ど行われていない。

(2) フランス

一方、フランスの建設分野の所管は、設備省 (MELT) である。同省は、設計標準策定に対する直接

的な補助を実施していない。ただし、イギリスとの大きな相違は同省は、国立土木学校 (ENPC) を運営しており、規格・標準の策定者は MELT の職員であり、かつ国立土木学校の教員を兼務したエンジニアであるという点である。つまり、規格・標準の策定には学識者の参加がほとんどなく、策定者の中心は MELT の職員であり、政府は補助を行っていないものの、直接的に策定に係わっているといえる。

2.4 Eurocode の形態とその移行プロセス

2.4.1 Eurocode のフォーマット

Eurocode は、ISO2394 に準拠した部分安全係数法による限界状態設計法であり、

- 設計の基本事項および定義など要求事項などを規定した基本原理 (Principles)、
- Principles を満足する適用ルールを規定した適用ルール (Appication rules)、
- Appication rules の代替としての適用ルールである代替的ルール (Alternative rules) あるいは 国内付属文書 (National annex)

の 3 ルールから構成される。特に、National annex は Appication rules で設計ができない場合に対処するための代替ルールであり、

- 欧州各国間において技術力、地理的条件、気象条件、生活様式、経済状況および国内法令などに違いがあること、
- Principles は変更、修正が認められない条項であること、
- NAD は EN 化された後廃止されること

などに配慮して設けたものである。現在、この National annex は以下の内容だけを含むことができるものとしている。

① Eurocode において各国の選択に任されている国内決定パラメータ NDP (Nationally determined parameters) に関する情報

- 部分安全係数の数値および Eurocode において代替に関する条項に関する事項
- 代替法について Eurocode に規定があるものに関する方法
- Eurocode において記号だけが表記されているものの値
- 地形、気候に関する各國独自の事象

② Eurocode を適用する上での補足的情報

しかし、この内容は極めて政治的な問題を含んでおり、現在議論・利害調整を行っている段階である。したがって、中には妥協の産物も含まれているようであり、イギリスのインタビュー者はその一例として PC コンクリートと RC コンクリート橋梁における部分安全係数の導入、クリープ・乾燥収縮に関する設計法、補強コンクリートの化学的部分、建設資材の調和化、新技術 (新素材) の先取り (Eurocode に施工規格ない。仏国慎重) などを挙げていた。

また、EN が導入された場合、もし Application rules を使用することになるのであるならば Principle を満足する代替え的な設計法が使用できなくなる。たとえば、鋼製門形ラーメン構造に関しては、英國の基準は進んだ考え方をしており、EN を用いると不経済な点が生じる。そこで、Application rules を使用することとすると、その代替え法の BS 規格は適用できなくなる。

さらに、Eurocode はすべての構造をカバーしていないので、対象となっていない構造物 (DAM 構造、空港、海洋構造など) に対して Eurocode との互換性を持たせるような改訂をする必要が出てくる

る。例えば、スイスは300万ポンドを費やして国内標準の改定を実施している。

ところで、欧州各国の現行国内標準（国家規格あるいは設計標準）の整備状況には相違がみられ、緻密に規定された国内標準を持つドイツ、イギリスおよびフランスなどは、National annex が非常に厚くなることが予想される。一方、北欧およびスイスなどは国内標準が概念的な規定であるため、EN は基本のみの最小限の厚さになる。スイスの設計標準（SIA）は現在 ENV に全面的に移行しているため、EN が完成後はそのまま受け入れることになる。

また、Eurocode の各基準はその内容にレベル差が存在する。Eurocode 2（コンクリート構造）、Eurocode 3（鋼構造）および Eurocode 4（合成構造）は詳細な内容になっているのに対して、Eurocode 7（地盤）などは概念的で合意されたもののみを規定している。このことは逆に、詳細な内容をもつ Eurocode はこれまでの国内標準に比べて複雑で、しかも難解な内容になることが予想され、設計技術者に混乱を招く恐れがある。現にイギリス国内では、配布されている ENV について産業界から難解さを指摘する声が多いとのことである。イギリスの道路庁（HA）のインタビュー者は国家規格の BS5400 が実践的な内容であるのに対して、Eurocode は解析的な内容であると評価していた。

今回の調査において、性能照査型設計法（PBD）について確認したがインタビューした全員がこの設計法について認識していなかった。また、Eurocode は基本的に新設橋梁のみが対象であり、既設橋の耐荷力評価、補修・補強については適用の義務付けはないと言われている。その場合、維持管理は各国の執行機関に委ねられることになることから、今後製作・架設規準および品質保証/品質管理規準などとともにこれらの整備が必要になると予想される。

2.4.2 Eurocode の移行プロセス

Eurocode は、当初 65 の code から構成する計画であったが、実際に ENV 化されたのは 60 であり、現在までに EN 化されたものはない。ところで、EN への移行は現在次のようなプロセスにより行われている。

① EN（European standard）の提出後、

- 検討期間（6ヶ月）：提出された EN の内容について CEN 当局による内部検討の期間
- CEN 処理期間（6ヶ月）：検討期間の終了後、公式票決の準備、票決および批准を含む期間

② EN の投票後、

- 翻訳期間（1年間）：EN を公用語（英語、フランス語、ドイツ語）以外の各言語に翻訳する期間
- 試行期間（2年間）：国内決定パラメータを設定するための期間。この期間は、国内標準化機関が、EN によって試設計した結果と国内基準による設計結果を比較し、安全性、経済性などの点から選択決定する。

③ EN の発刊後、

- 共存期間（3年間）：この期間は、EN と国内諸制度（法令、規約、標準など）が共存できる期間。
- 国内標準の廃止：共存期間が終了すると、すべての国内標準は廃止されなければならない。
また、EN と矛盾する国内法令は修正されなければならない。

したがって、今後、実際に EN が提出されてから各国の国内標準が廃止されるまでには約 6 年は必要となるようである。

CEN/TC250/SC3 の J.Brozzetti 議長によると鋼構造の EN 化へのスケジュールは、2000 年 9 月現在表-2.4 の通りである。鋼橋 (EN 1993-2) は 2004 年の完成を目指している。また、ENV における Annex (ENV 1993-1-1/A1) および連結や疲労などに関する Annex (ENV 1993-1-1/A2) は、各編の重複を避けるため数年前に各々 EN 1993-3 および EN 1993-1-8~10 に再編されている。なお、橋梁設計全体に関する Eurocode のスケジュールを表-2.5 に示す。

表-2.4 ENV1993 の EN 化へのスケジュール

ENV	Document	EN	Availability
ENV 1993-1.1	General rules	EN 1993-1.1	2002
ENV 1993-1.1/A1	Annexes D et K	EN 1993-3	2002
ENV 1993-1.1/A2	Annexes G, H, Jrev, N, Z Joints Fatigue Fracture assessment	EN 1993-1.8 EN 1993-1.9 EN 1993-1.10	2002 2002 2002
ENV 1993-1.2	Struct. fire design	EN 1993-1.2	2003
ENV 1993-1.3	Thin gauge & sheeting	EN 1993-1.3	2003
ENV 1993-1.4	Stainless steel	EN 1993-1-4	2003
ENV 1993-1.5	In-plane plated struct.	EN 1993-1.5	2004
ENV 1993-1.6	Shells	EN 1993-1.6	2004
ENV 1993-1.7	Out-of plane plated struct.	EN 1993-1.7	2004
ENV 1993-2	Bridges	EN 1993-2	2004
ENV 1993-1.11	Struct. cables	EN 1993-1.11	2004
ENV 1993-3.1	Towers and Masts	EN 1993-7.1	2003
ENV 1993-3.2	Chimneys	EN 1993-7.2	2003
ENV 1993-4.1	Silos	EN 1993-4.1	2005
ENV 1993-4.2	Tanks	EN 1993-4.2	2005
ENV 1993-4.3	Pipelines	EN 1993-4.3	2005
ENV 1993-5	Piling	EN 1993-5	2004
ENV 1993-6	Crane supporting struct.	EN 1993-6	2004

by J.Brozzetti, 2000.9

2.4.3 パッケージ化

前節でのプロセスにおいて共存期間終了時には国内標準などが廃止されることから、国内標準および法令などを含めた法制度が異なる各国において、よりスムーズに EN 化に移行できるようにとの配慮から、設計上存在する必要がある関係編を一緒にしたパッケージ化の作業が進められている。具体的には、Eurocode 2 (コンクリート構造), Eurocode 3 (鋼構造), Eurocode 4 (合成構造), Eurocode 5 (木構造), Eurocode 6 (石構造) および Eurocode 9 (アルミニウム構造) がパッケージ化される。コンクリート構造および合成構造については表-2.7 のように各々 3 区分、2 区分にパッケージ化される。一方、鋼構造については表-2.6 のように構造ごとに Eurocode 3/1~3/6 の 6 区分となる。また、表から分かるように、Eurocode 3 は、Eurocode 0 (設計の原則)、Eurocode 1 (荷重)、Eurocode 7 (地盤) および Eurocode 8 (地震) とリンクさせて設計を行う必要がある。

なお、Eurocode 0 および Eurocode 1, Eurocode 7, Eurocode 8 は、これ自身ではパッケージを構成

表-2.5 橋梁設計に関する構造 Eurocodes のスケジュール

	Document	Availability
EN 1990	Basis of Design	2001.08
Eurocode 1	Actions on structures	
EN1991-1.3	Snow loads	2002.06
EN1991-1.4	Wind loads	2002.02
EN1991-1.5	Thermal actions	2003.06
EN1991-1.6	Actions during execution	2003.02
EN1991-1.7	Accidental actions due to impact and explosions	2004.03
EN1991-2	Traffic loads on bridges	2002.11
Eurocode 2	Design of concrete structures	
EN1992-1.1	Common rules for buildings and civil engineering structures	2003.02
EN1992-1.2	Structural fire design	2003.12
EN1992-2	Bridges	2004.03
Eurocode 3	Design of steel structures	
EN1993-1.1	General rules	2003.02
EN1993-1.3	Cold formed thin gauge members and sheeting	2003.02
EN1993-1.4	Structures in stainless steel	2003.02
EN1993-1.5	Strength and stability of planar plated structures without transverse loading	2004.06
EN1993-1.6	Strength and stability of shell structures	2004.08
EN1993-1.7	Strength of planar plated structures loaded transversally	2004.08
EN1993-1.8	Design of joints	2003.02
EN1993-1.9	Fatigue strength	2003.02
EN1993-1.10	Fracture toughness assessment	2003.02
EN1993-1.11	Use of high strength cables	2004.04
EN1993-2	Bridges	2004.06
EN1993-5	Piling	2004.02
Eurocode 4	Design of composite steel and concrete structures	
EN1994-1.1	General - Common rules	2003.01
EN1994-1.2	Structural fire design	2003.05
EN1994-2	Bridges	2004.02
Eurocode 5	Design of timber structures	
EN1995-1.1	Common rules and rules for buildings	2002.08
EN1995-2	Bridges	2004.02
Eurocode 7	Geotechnical design	
EN1997-1	General rules	2003.06
EN1997-2	Design assisted by laboratory testing	2004.09
EN1997-3	Design assisted by field testing	2004.09
Eurocode 8	Design provisions for earthquake resistance of structures	
EN1998-1	General rules, seismic actions and rules for buildings	2003.02
EN1998-2	Bridges	2004.04
EN1998-5	Foundations, retaining structures and geotechnical aspects	2003.02
Eurocode 9	Design of aluminium structures	
EN1999-1.1	Common rules	2003.12
EN1999-1.2	Structural	2003.12
EN1999-2	Structures susceptible to fatigue	2003.12

表-2.6 Eurocode 3 のパッケージ化

EN		3/1-Bldgs	3/2-Bridg.	3/3-Silos	3/4-Piling	3/5-Crane	3/6-Towers
EN 1990	Basis of design	called	called	called	called	called	called
EN 1991-1.1		called	called	called	called	called	called
EN 1991-1.2	Fire loads	called					
EN 1991-1.3	Snow load	called	called	called		called	called
EN 1991-1.4	Wind load	called	called	called			called
EN 1991-1.5	Thermal actions	called	called	called			called
EN 1991-1.6	Constr. load	called	called				
EN 1991-1.7	Accidental load	called					
EN 1991-2	Bridges			called			
EN 1991-3	Cranes						
EN 1991-4	Silos/Tanks			called			
EN 1993-1.1	General rules	c	c	c	c	c	c
EN 1993-1.2	Fire	c					
EN 1993-1.3	Thin gauge	c		c	c	c	c
EN 1993-1.4	Stainless steel	c				c	
EN 1993-1.5	In-plane buckl.		c		c	c	
EN 1993-1.6	Shells buckling			c			c
EN 1993-1.7	Out-of-plane buckl.			c	c		c
EN 1993-1.8	Joints	c	c			c	c
EN 1993-1.9	Fatigue	c	c			c	c
EN 1993-1.10	Fractures	c	c	c	c	c	c
EN 1993-1.11	Cables			c			
EN 1993-2	Bridges			m			
EN 1993-3	Buildings	m					
EN 1993-4.1	Silos			m			
EN 1993-4.2	Tanks			m			
EN 1993-4.3	Pipelines			m			
EN 1993-5	Piling				m		
EN 1993-6	Crane					m	
EN 1993-7.1	Towers; masts						m
EN 1993-7.2	Chimneys						m
EN 1997-1	General rules	called	called	called	called		called
EN 1997-2	Lab. tests						
EN 1997-3	Field tests						
EN 1998-1	General rules	called				called	
EN 1998-2	Bridges		called				
EN 1998-3	Buildings	called					
EN 1998-4	Silos; Tanks; Pipes			called			
EN 1998-5	Foundations				called		
EN 1998-6	Towers					called	

m : "master" document, c : "core" document,
called : "called" document by the "master" document

表-2.7 Eurocode 2/4 のパッケージ化

Eurocode 2	2/1 : Building and Civil Engineering Structures 2/2 : Bridges 2/3 : Liquid retaining and containment structures
Eurocode 4	4/1 : Building and Civil Engineering Structures 4/2 : Bridges

せず、これらの部分は独立な資料として、各パッケージに配置されるようである。ところで、鋼コンクリート合成構造物の基準 Eurocode 4 は、コンクリート構造物の Eurocode 2 と鋼構造物の Eurocode 3 と同等に、しかも独立した基準として扱われているのが特徴である。したがって、Eurocode 2 および Eurocode 3 とを合わせた 3 設計標準はお互いに整合が取れていることが必要である。その意味では、Eurocode 2,3,4 はその構成、基本的概念において類似しており、整合性が図られている。特に、Eurocode 2 と Eurocode 4 は、表-2.5 から明らかなように、本質的に類似の構成となっている。つまり、共通の規則と耐火設計があり、その後に構造種別ごとの基準となっている。ただし、Eurocode 4 が対象としている構造物は橋梁と建物のみである。

なお、国によって合成構造の適用されている主要な構造物の種別が異なるため、各国の基準が異なっている。この差異は Eurocode 4 を採用する際に問題となることが予想される。

2.4.4 キャリブレーション

(1) イギリス

Eurocode の安全性については、Box value 値に関してキャリブレーションや実験などにより国内標準と比較検討し、安全係数などを National annex に組み込むことにより考慮される。1980 年代に実施された BRE のキャリブレーションは NAD の策定のためのものであり、EN の内容が確定し、National annex を策定する段階で新たにキャリブレーション study を実施する予定である。

ENV と NAD による国内基準との比較設計は、これまでに 3,4 タイプの鋼橋および 2,3 タイプのコンクリート橋に対して実施している。その結果では、コストおよび安全性に関して 5~10% の差異が生じることが把握されている。インタビュー者の一人は、Eurocode には最新研究成果を導入したコードであるため、国内規準とコストに違いが生じている。また、設計コストは、Eurocode に馴染んでいないため初期段階において高くなるが、建設コストは、ほぼ同等であると述べている。

さらに、国内標準と ENV 間では以下のようないくつかの技術的な差異があることが指摘されている。

- 1) イギリスでは、ワンフロアの崩壊が建物全体の崩壊に繋がった 30 年前のガス爆発事故および爆弾によるテロ行為などから、構造物の安全性という問題に関心が高く、現行技術標準へ反映されている。しかし、ENV ではこの点についての配慮がない。
- 2) 合成構造物のずれ止めに関する設計法が、現行基準と ENV では大きく相違している。
- 3) 土質基礎分野では、イギリスが実務的な方向性を求めており、他のメンバー国はより理論的な手法を求めており、特にドイツは、Eurocode は基本的にメカニカルモデルをその背景としていかなければならないといった考えを持っている。
- 4) Eurocode 2 に比較して、国内基準の BS5400 は実務に関するより多くの内容を含んでおり、しか

も実務者に理解しやすいような記述になっている。

なお、民間コンサルタントなどの設計会社は HA に対して ENV の試行発注の働きかけもされたようであるが、現時点では ENV を使用した実際の橋梁設計は行われていない。しかし、香港などの海外物件において ENV により構造設計を実施している例はあるとのことである。

(2) フランス

フランスは、国内標準と ENV によりすでに 10 ケースほどの橋梁について比較設計を実施しており、さらに連続合成桁橋などの実橋の設計に ENV を積極的に採用している。SETRA における実橋に ENV を適用した例を以下に紹介する。

まず、桁高 1.125m、幅員 11m の 18m + 30m+20m スパンのコンクリート橋を対象にして ENV と国内標準を比較設計した。その結果、費用では 5%ほど高くなり、PC 鋼材量も 15%増加した。これは、考慮する作用荷重の大きさの差が大きいとのことである。

次に、実橋に ENV を適用したフランス中部リヨン県の全長 505m、脚高 50m のコンクリート橋 (SALOMON 橋) である。この橋は 30 年前の既設橋が交通量の増大のため SETRA とリヨン県が共同照査を行ったものである。まず、フランス国内基準により SETRA が上部構造の設計を、リヨン県の CETE が下部構造の設計を行い、ENV との比較ができるように準備して発注している。実際に設計を行った 3 年前においては、ENV そのものに不備な点が多くたため不備箇所 (例えば床版の安定性など) については、細かな規定を発注仕様で規定するといった配慮を行っている。発注は、上・下部工全体を対象とした設計であったが、下部工については ENV の進捗状況が遅れていたためフランス国内基準により、上部構造は ENV により設計している。

詳細な点に着目すると、車両の制動荷重はフランス規格が 36t に対して Eurocode 1 は 80t と相違していたため水平方向の応力に大きな違いが生じた。また、径間中央部の曲げモーメントも ENV の方が大きくなかった。さらに、この設計・施工には多大な労力が必要であったとのことである。

以上のキャリブレーションなどにより、フランスのコンクリート構造に関する設計標準は Eurocode 2 より進んでいるとの認識に立っているようである。国内標準と Eurocode との間には、「荷重」について大きな相違が存在しており、Eurocode の Traffic load, wind load が国内標準に比べて大きく、また戦車荷重の対応もないことから検討が必要であることを指摘している。また、鋼構造では「ボルト」に関して相違があるとのことである。

2.5 EN 化における課題

2.5.1 Eurocode の調和

EC 委員会は、3.1 で述べたように National annex の内容によっては結局 Eurocode が各国の独自版になってしまい、名ばかりの統一規格になることを懸念している。そのため、何とか統一規格の体裁を保持するために最新のガイダンス文書では、National annex への組み込み条件などについて色々と縛りを設けて注意を喚起している。例えば

- (a) 国内決定パラメータは、各国の責任の基で規定できるが、製造業者を含む Eurocode の利用者たちに明確に知らされなければならない。
- (b) Eurocode による設計、または Eurocode 各基準による設計が加盟国で行われる場合には、その加盟国の国内決定パラメータが適用されなければならない。

- (c) 国内法令は、Eurocode 諸規定、例えば Application rule を各国の諸規則(規約、基準、または規制的規程)によって置き換えてはならない。置き換えがあった場合、その設計はもはや Eurocode に従った設計とは見なされない。しかし、国内法令は、設計者がしかるべき機関に対して基本的要件事項/Eurocode との同等性が立証できれば、共存期間の終了後においても Eurocode を適用しなくても良い。
- (d) 共存期間の終了時には、公共契約仕様は公共調達指令の諸規定に従い、国内決定パラメーターを考慮にいれつつ、Eurocode に従わなければならぬ。経過措置の期間中においては、すべての関係当事者に Eurocode に馴染む充分な時間を与えるために既存の諸規則/規格を用いることが認められる。
- (e) Eurocode により設計された建設製品については、どんな国内決定パラメータが使用されているかを明確に示さなければならない。
- (f) Eurocode の各基準についての EN 版を具体化する国内標準は、国内標準化機関によって公表される場合には以下の構成になる。
 - ① 各国の標題
 - ② 各国の序言
 - ③ Eurocode の前文
 - ④ 国内付属文書 (National annex)しかし、National annex は全体として透明性が必要不可欠なものである。なお、National annex は義務的なものではなく、国内標準化機関はそれなしに Eurocode を公表することができる。
- (g) National annex は、いかなる形においても Eurocode の本文を変更し、または修正することができない。ただし、Eurocode がこのような変更を各國決定パラメータの一部として National annex において行うことができると認めた場合にはこの限りではない。National annex は、Eurocode の各基準と一緒にかつその一部として公表される。
- (h) 加盟諸国の National annex は、全面的な透明性が確保されるようにするために、Eurocode の公共インターネット・サイトに負荷され、委員会によって管理される。しかし、National annex が提示されている言語についての質問は自由にできる。

2.5.2 Eurocode 導入に向けた教育

1. でも述べたように現在 EU における建設産業に関わる会社の 97% が従業員 20 人以下の中小企業であり、国外の取引に依存していないことから、Eurocode の必要性についての認識が欠如しているため、産業界全体の意識向上への努力が不可欠になっている。

また、前述したように Eurocode が複雑で、難解な内容になることから、設計技術者に対してガイドスマニュアル、アドバイスノートなどの充実を図るとともにそのトレーニングを実施していくことが急務のようである。

そのため、EC は、Eurocode 導入を具体化するために実務技術者に対して教育プログラムの実施の重要性を認識しており、今後技術者教育を充実させる予定である。特に、下記の事項を含む教育が対象となるようである。

- 1) 実務技術者に対して Eurocode 実施に関する下記のような諸問題についての情報を流し、これを熟知させる。

- Eurocode の EC 政策への貢献。
- Eurocode の諸目的とその地位 ; Eurocode の重要性、特にその CPD および調達(工事およびサービス)指令との関連についての重要性。
- Eurocode が建設産業に提供するであろう便益と機会。
- Eurocode と国内諸規則および各國当局の要求事項との間の区別。
- Eurocode と各國諸規則などとの間の共存期間。
- Eurocode 文書の利用可能性を含む Eurocode 計画。
- Eurocode に関する情報源、Eurocode の諸原則およびルールの背景(背景文書の利用可能性を含む)、ならびにハンドブック、ソフトウェア、および設計教材の利用可能性。

以上のことを行なうために、EC は加盟諸国と連携して下記のことを行なうこととしている。

- Eurocode の採択に関する文書を政府を通じて、または政府に代わって公表すること。[一例として、BRE は DETR のために UK(英國)において”IP3/99：構造に関する Eurocode、UK におけるその採択”を公表している]。
- 建設専門職業人および大学教師たちに彼らの関心事を傾聴し討議すること、および Eurocode の提供する機会を増進するために専門職業的機関および産業界によって組織される諸会合を開催すること。
- 継続的な専門職業的開発および訓練のコースを整備すること。
- Eurocode 実施のための教材を開発すること。

2) 実務技術者に対して継続的な専門的開発および訓練を提供する。

適切な諸機関(教育組織、研究諸機関、関係する各國管轄官庁、専門職業機関)に、Eurocode の利用に関する継続的な職業的開発および訓練を提供することを積極的に奨励している。このような開発と訓練の対象構造物は例えばビルディング、橋などに焦点を当てることが最善であると考えている。

3) Eurocode の実施を促進するために下記のようなものを奨励する。

- ハンドブック、工事の例示および背景文書
- ソフトウェア、
- 「Eurocodeに基づく日常的構造物(例えば、通常のビルディング)のための基本的指針」。このことは、建設産業のコストを緩和し、同産業による Eurocode の実施を助ける。また、これらの重要な諸活動は出版会社、ソフトウェア企業、および商業組織体による主として商業的企業により行われる。

イギリスの BRE は、現在以下のような教育を開始している。

- BRE 情報
- Eurocode のトレーニングを 2001.2 から開始
- ガイダンス/ハンドブックを準備(Thomas Telford 出版)
- インターネットによる「支援デスク」を開設
- 専門会議の開催

一方で、教育について極めて重要なことは、大学および技術カレッジにその建築および土木設計に関する教育を Eurocode を基礎として行うことであり、これによって、Eurocode に完全に精通した建設技術者の新しい世代が確保されることになると認識している。

現在のところ、ENV の諸原則およびルールは、欧州における限られた数の大学および技術カレッジ

でしか教えられていない(フランスの大学では授業において Eurocode 0、Eurocode 1 および Eurocode 7について講義を開始している)。

以上のような転換を行うための教育設備を助けるために、EC および加盟諸国は、1つの戦略としてハンドブック、工事例、ソフトウェア、および教材を利用可能にすることを考えている。その一例として、諸ルールおよびその背景(「いかにして」、そして「何故に」)の提示を調和化するために国際的な連携諸プログラムがすでに作成されており、例えば、COST の枠組みの中での ESDEP(欧洲鋼構造設計教育プログラム)は、モデル講義、工事例、スライド、および実施の模様を示すビデオの形で訓練資料を製作しているし、STEP(構造木材教育計画)は、COMELTT 計画に基づき木材エンジニアリングに関する講義ノートを作成した。また、Eurocode の原則ルールに基づく試設計も行われている。

2.5.3 Eurocode の維持管理

Eurocode が実際に動き出した後、どのように維持管理していくかも大きな問題である。そのため、CEN は各 Eurocode の各基準に対して維持管理グループを設立して、下記のような維持管理作業が行われるようである。

- 諸設計ルールの背景および解釈に関する疑問に対するアドバイス
- 健康および安全性に関する緊急の事項
- 誤りの訂正
- 修正に対する意見および要請の収集
- 建設技術に関する最新の技術革新および改善などの研究成果の取り込み
- 加盟諸国における Eurocode の利用からのフィードバック
- 産業組織または公共官庁からの改定の要請

このように、Eurocode の各基準事項などの敏速な改訂行動のため、あるいは将来の体系的な改訂を実施するために、5年ごとの改訂に向けた対応が必要であるとイギリスの学識者は述べている。また、EC および加盟諸国は、その活動のための資金援助体制の確立も重要になっている。

2.6 ISO 規格への対応

今回の欧州調査において、イギリスおよびフランスは ISO 規格に対してどのような対応をしようとしているのかその考えを調査することも重要な目的の 1 つであった。しかし、結論的には ISO 規格にまったく関心を示していないかった。これまで ISO 規格は、ISO と CEN との間のウィーン協定において CEN のリーダーシップの基で作成されていると聞いていただけに以外である。ただし、イギリスにおいてインタビューした学識者の一人は、いま作業を進めている Eurocode 0 および Eurocode 1 が完成すればこれが ISO 規格に反映されることになると認識していると述べていた。また、BRE の技術者は構造設計に関して ISO 規格は参考規準として利用すると述べている。しかし、今回の調査においての結論として、両国とも EN の適用の影響が直接的であり、人的不足もあり、現在は EN の完成およびその適用に関する産業界の意識改革に全力投球をしていると述べていたことが印象的であった。

2.7 付録

付録A：調査団メンバー

	氏名	所属	分野
団長	長瀧重義	新潟大学工学部建設学部	コンクリート
団員	上田多門	北海道大学大学院工学研究科土木工学専攻	コンクリート
"	木幡行宏	室蘭工業大学建設システム工学科	地盤
"	野上邦栄	東京都立大学大学院工学研究科土木工学専攻	鋼
"	河野広隆	独立行政法人土木研究所	政府機関
"	津田勝利	大成建設(株) 東京支店	日本土木工業会
事務局	橋本 賢	建設技術研究所情報企画部	
"	柳川博之	土木学会技術推進機構	

付録B：贈呈資料リスト

今回の訪問先において贈呈された資料は、以下の通りである。

- イギリス

1. J.Robinson : Development of Structural Design Standards and Design Codes in the UK, Briefing report by Environmental Technology Consultants, 2000
2. D.Anderson : The Structural Eurocodes, 2000
3. A.W.Beeby : Brief Response to Questionnaire Forwarded by JSCE, 2000
4. L.A.Clark : Developments in Structural Design Standards and Eurocodes, 2000
5. S.Chakrabarti : Introduction to Structural Eurocodes for Bridges, 2000
6. European commission : Draft Guidance Paper (Version 6 of the Sub-Group on GP) Application and Use of Eurocodes, ENC022, 2000
7. S.Chakrabarti : Alha-Number Index for the Design Manual for Roads and Bridges, HA, 2000
8. S.Chakrabarti : Introduction to Structural Eurocodes for Bridge Engineers, HA, 2000 (ppt.file)
9. H.Gulvanessian : Globalisation of Structural Design Codes for Construction Work – Appraisal of CEN and ISO standards(ppt ファイル), 2000

- フランス

1. J.A.Calgaro : Eurocode 2 -ENV 1992, 2000
2. J.Brozzetti : EC Charts,2000 (pdf file)

付録C：会見者メンバー

今回訪問した機関およびインタビュー者は、下記の通りである。

• イギリス

所属機関	氏名	Eurocodeとの関係
Department of the Environment, Transport & the Regions (DETR)	Tariq Nawaz G.Harding R.Window T.Pillai	設計標準 担当部局
Highway Agency (HA)	Sibdas Chakrabarti N.Finegan	EC の HA 設計標準への取り込み部局 (技術管理課)
Building Research Establishment (BRE)	Haig Gulvanessian	CEN/TC250/SC1 の議長 EN1990 の PT 主査, EN1991-1 の PT 主査
British Standards Institute (BSI)	Malcolm Greenley	CEN/TC250 の BSI 担当
Warwick Univ.	D.Anderson	EN1994-1 の PT 主査, EN1994-2 の PT 主査
Birmingham Univ. Leeds Univ.	Les Clark Andrew Beeby	EN1992-2 の PT (N.E) EN1992-2 の PT 主査
WS Atkins	Richard Craig David J French	NAD のキャリブレーション委託を受けた民間コンサルタント

• フランス

所属機関	氏名	Eurocodeとの関係
Ministere de Equipement, des transports et des logement (MELT)	Jean Moreau de Saint Martin	設計標準 担当部局
Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA)	J. Armand Calgaro N. Vu Bui	EN1991-2 の PT 主査 EC2 のフランス責任者
Centre Technique Industriel de la Construction Metallique(CTICM)	Jacques Brozzetti	CEN/TC250/SC3 の議長
Soil Mechanics Teaching and research Center (ENPC/LCPC)	Roger Frank	CEN/TC250/SC7 の議長
SETRA	Daniel de Matteis	EC の試行技術者