

特集

第 8 回 FIP 大会

FIP とは

FIP は、Fédération Internationale de la Précontrainte の略で、コンクリートおよびプレストレストコンクリートの技術発展を図るための国際的機関で、1952 年 8 月 29 日、イギリスのケンブリッジで結成された。

現在、44 か国からの会員により構成されている。

FIP 国際会議は、4 年ごとに異なった国で開催される。今回のロンドン会議は、第 8 回目にあたる。

FIP 国際会議は、コンクリート、プレストレストコンクリートの分野での実践的応用や技術発展についての討論や意見交換の場となってきた。

FIP は、10 の委員会を有しているが、その委員会名と日本よりの委員を紹介する。

- ・耐火 PC 委員会
- ・プレハブ委員会
- ・PC 鋼材および定着工法委員会
土井 明（神鋼鋼線工業 K.K.）
- ・軽量コンクリート委員会
西岡 思郎（日本セメント K.K. 研究所）
- ・施工委員会
猪股 俊司（K.K. 日本構造橋梁研究所）
- ・耐震構造物委員会
猪股 俊司（委員長）
坂 静雄（（財）日本建築総合試験所）
中野 清司（建設省建築研究所）
尾坂 芳夫（東北大学）
- ・コンクリート海洋構造物委員会
猪股 俊司
君島 博次（東海大学）
- ・コンクリート船委員会
- ・PC 圧力容器委員会
川股 重也（東北工業大学）
- ・特殊コンクリート委員会
長滝 重義（東北工業大学）

第8回 FIP 国際会議概要

猪 股 俊 司*

1. 会議概要

第8回 FIP 国際会議は1978年4月30日より5月5日にわたりロンドンで開催された。会議参加登録者は2131名、同伴登録者550名に達する盛会であった。すべての部会を5日間で開催する必要性から、開会および閉会両式以外は同一日にいくつかの部会が別々の会場で開催される運営法がとられた。したがって興味ある部会が同時に開催されていることについて不平を述べる人もあるが、一方では興味ある一題目については各会場を時間に応じてまわれば必ず出席することができるので便利であるという人もあった。いずれにせよ2000人をこえる参加者のある国際会議運営のむずかしさを思わせるものがあった。

開会式は4月30日 Royal Festival Hall で開催され、FIP 会長 Ben Gerwick, イギリス コンクリート協会会長 Bryan Jefferson らの開会の辞に引続き、1975年12月に死去された故 Yves Guyon へのたむけとして、未亡人 Jacqueline に会長より銀製ぼんが手わたされた。

開会式では毎回プレストレストコンクリート学問への貢献の特に大きい人々の栄誉をたたえるフレッシュ・メタルの受賞式が行われるが、今回は次のいずれも世界的に高名な方々が受賞された。

A. A. Gvozdev 教授 (ソ連)

Franco Levi 教授 (イタリア)

P. Abeles 博士 (イギリス)

Abeles 博士には1976年受賞通知をしてあったが、残念ながらその後死亡され、受賞式には出席できず、メタルは、Bobrowski 氏が代って受けた。

各技術部会は Wembley Conference Centre で開催され、主として FIP 常設委員会主催のセミナーと、特別な題目に関するセミナーおよび FIP 会議公用語ごとの研究論文発表会といった形式で行われた。同時に2~4会場で開催されているためにすべてに出席をすることは不可能であった。各セミナーについては4分冊の論文集が既に全参加者には配布されているので、どの会場にするかは論文集の論文内容のみで決めうようになっていた。各公用語による個人論文発表は内容が出ていないの

で、選択は題目のみによらざるをえないこととなった。セミナーは各委員会委員長による報告、委員会出版物の解説などとともにその道の著名な研究者、技術者らによる新しい試験研究、構造物建設等の報告がなされ質疑応答が行われた。

本号では各部門ごとの重要な内容紹介がなされることとなっているので、個々の詳細はそれぞれの筆者にまかせることとし、筆者はあとで FIP-CEB コンクリート構造物設計施工規準(第3改訂版)の内容を簡単に紹介することにする。

第8回 FIP 国際会議にあたって世界的 PC 構造物に関する多くの発表がなされ、最近の新しい分野への PC 適用例が数多く紹介され、その大胆さ、発想の斬新さ、規模の壮大さ、壮観さに目をみはるばかりであった。日本のように PC は橋梁、建築部材、水タンクなど非常に狭い範囲にしかその応用分野を求めているのに反し、先進諸国にあっては、橋梁でもスパン 320 m に及ぶ斜張橋、巨大な吊屋根を有する建物等は勿論のこと、LNG 等低温液体貯蔵タンク、石油備蓄用タンク、原子力発電圧力容器およびコンテインメント、水深150 m の海底に着底される巨大な十数基に及ぶ北海油田の PC プラットホーム(図-1)など新分野が着実に進行している。このような状況をみせつけられると、我が国における新分野開拓への努力不足がひしひしと感じられたことである。技術的困難さはあるとしても、新分野開拓への意欲をもやす必要があるとともに、FIP 国際会議になるべく多くの方々に出席願い、新分野への適用例を数多く、多くの機会をとらえて国内に紹介してもらいたいものであると考えるのは筆者1人ではないと考えている。

閉会式は5月5日開催され新会長 Roger Lacroix 教授(フランス)の閉会の辞とともにプレストレッシング技術に対する貢献者として下記の方々に FIP メタルが授与された。

A. B. Druganova (ソ連)

J. Bobrowski (イギリス)

C. F. Casado 教授 (スペイン)

Jean Muller (フランス)

Hans Wittfoht 博士 (西ドイツ)

Silvano Zorzi 博士 (イタリア)

* (株)日本構造橋梁研究所副社長、工博

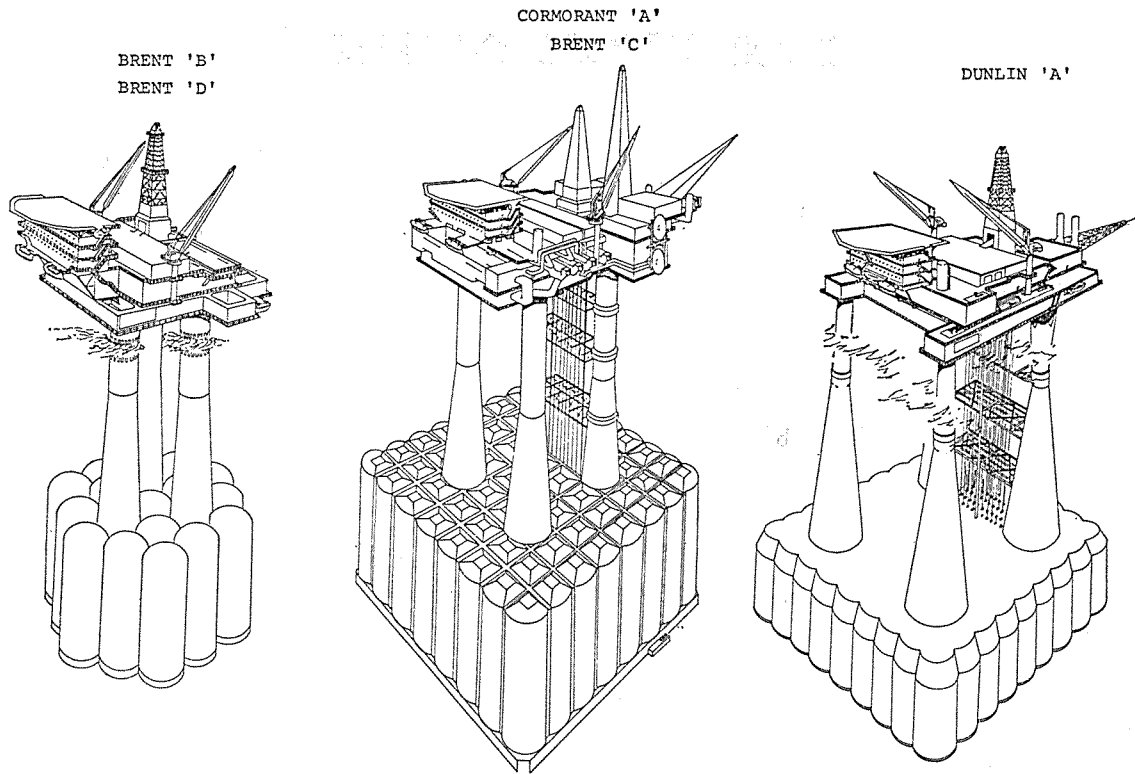


図-1 プレストレストコンクリート プラットホームの例

FIP 関係委員会その他で長年 FIP 活動に貢献された下記の方々は名誉会員に推挙された。

Fernand Dumas (フランス)

Karl Kordina 教授 (西ドイツ)

なお 4 月 30 日 Royal Festival Hall での開会式に先立って行われた FIP 総会において Gerwick 会長は退任、名誉会長に推挙されるとともに、1978~1982 年の 4 年間の新会長にフランス Lacroix 教授が選出された。同教授はフランス建設省、Société Générale d'Entreprises, SFP Structures 等を歴任、同時に Ecole Nationale des Ponts et Chaussées (国立土木大学) の鉄筋コンクリートおよびプレストレストコンクリートの教授であり、多数の論文、著書がある。

今回より副会長は 2 名となり、John Derrigton (イギリス) および Peter Misch (西ドイツ) 両氏が選出された。Derrigton 氏はイギリス建設業最大手の Sir Robert McAlpine & Sons 社の重役であり、Misch 氏は Wiesbaden にある Deutscher Beton-Verein 会長である。

第 9 回 FIP 国際会議は 1982 年 6 月 7~13 日スウェーデン・ストックホルム市で開催されることに正式決定された。

2. コンクリート構造物設計施工に関する CEB-FIP 規準 (第 3 版) (モデル コード)

本規準は 1963 年に CEB より第 1 版が出され鉄筋コンクリートのみを取扱っていたのを、FIP も参加し 1970 年 CEB-FIP 規準としてプレストレストコンクリート構造も含めて第 2 版が出席された。この日本語訳も出版されている。今回さらにこれを改訂したもので入手したテキストはフランス語版しかなかったが、第 1 部は構造安全度決定法、第 2 部はコンクリート構造物に対するモデルコードとなっている。いずれ英語版も出るとのことであった。第 8 回 FIP 国際会議にあっては、特にこのモデルコードに関するセミナーが開催され各章に関しての詳細な解説がなされた。このセミナーは参加者の注目を特にひいたとみえて、会場は立錐の余地ないほどの満員で、途中から会場をひろげる作業のため一時中断されるほどであった。この CEB-FIP のモデルコードが PC に関係する人々の注目をあびているかがわかる次第であった。このモデルコードは世界各国の示方書に非常に強い影響を持っており、国内でも土木学会の新示方書は大きく影響されているのである。全部を紹介することは紙数の関係で不可能であるので、主要点のみについて以下簡単に説明を加えることとする。

2.1 安全度

安全度検討法については第 2 版のそれとは大きく変化していない。すなわち限界状態設計法の原則に従って安全度を確かめる設計法である。すなわち構造物およびそ

の構成部材は適当な安全度（換言すれば構造信頼度）を有して、施工中および使用中に受けるであろうあらゆる荷重作用および変形に抵抗でき、正常な環境にあって構造物挙動が設計目的を満足でき、かつ耐用期間中適当な耐久性を有していなければならないのである。さらに安全度、使用性能および耐久性は設計計算に関係するだけではなく、現場での施工管理、材料品質管理、誤差の管理および現場労働者の質などにも関係することを強調している。

構造物使用目的を満足できなくなる状態の定義として、(a)各種原因によって起こりうる構造物および部材の最大耐力に関する終局限界状態と、(b)正常な使用状態をそこなうような変形、局部損傷すなわちひびわれや圧壊、振動等についての規準を定める使用限界状態、との二つがある。限界状態設計法にあっては二つの部分安全係数が導入される。すなわち荷重作用およびこれによって構造物に発生する各種応答値に関する部分安全係数 r_f と、材料強度に対する部分安全係数 r_m との二つである。

荷重作用特性値が F_k であれば計算用荷重作用は $r_f \cdot F_k$ 、材料強度特性値が f_k であれば計算用材料強度は f_k/r_m 、とそれぞれなる。これら部分安全係数はそれぞれが有する各種のパラツキの影響を設計計算に取込むためのものであるとともに、考える限界状態およびその限界状態に達する結果予見される状況などに関係するものである。

各部安全係数をさらに次のように分割することもできる。

r_{f1} : 特性値から不利な方向の荷重作用パラツキを考慮するための係数

r_{f2} : ψ と書かれるもので荷重作用組合せにあって、すべてがその特性値で組合せられる確率は小さいことを考慮するための係数で、厳密には安全係数ではなく荷重組合せに対する適切な値を与えるための係数

r_{f3} : 荷重作用に対する構造物各種応答値算定にあたっての不確実性を考慮するための係数（計算モデルの近似性、施工良否、誤差など応答値に影響を及ぼす）

r_{m1} : 構造物中での材料強度と管理試験供試体強度との相違の可能性を考慮するための係数

r_{m2} : 材料強度の局部的弱化可能性、材料強度を用いて算定される部材抵抗力算定の不確実性、施工誤差の抵抗力に対する影響等を考慮するための係数

荷重作用、強制変形等の代表値はそれらの分布状態、

平均値、標準偏差等を用い、ある期間中にこれをこえることが、ある定められた確率となるように定められる必要がある。これらの資料不足の場合は従来の経験と判断とによる必要がある。また代表値決定には限界状態およびその時の挙動規準に関係づける必用がある。あまり複雑な取扱いを避けるため、終局限界状態に対する変動荷重作用値から、使用限界状態での有効特性荷重作用を係数 ψ によって求めることとしている。すなわち、

ψ_0 : 終局限界状態荷重組合せ時一つの荷重作用に関するもの

ψ_1 : 使用限界状態でしばしば作用する一つの変動荷重作用に対するもの

ψ_2 : 使用限界状態で長期にわたって作用する長期作用変動荷重作用の一つに対するもの

以上のことから計算用断面応答値を求めるには次のような荷重作用を用いることとしている。

終局限界状態に対しての計算用値

$$S_d = S[r_g \cdot G + r_p \cdot P + r_q \{Q_{1k} + \sum_{i>1} (\psi_{0i} \cdot Q_{ik})\}] \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 G, Q は永久荷重作用および変動荷重作用、 Q_{1k} は荷重組合せにあっての基本作用、 Q_{ik} は従属作用、 P はプレストレス作用、 r_g は不利な影響を与えるよう 1.0 または 1.35 と取る。 r_p も同じく 0.9 または 1.2 であり r_q は 0 または 1.5 と取る。

使用限界状態に対する計算用値で、例えばしばしば起こる場合に対しては、次のようにとる。

$$S_d = S[G + P + \psi_1 \cdot Q_{1k} + \sum_{i>1} (\psi_{2i} \cdot Q_{ik})] \dots\dots\dots (2)$$

安全度検討は次の条件式の成立することを確かめる。

$$S_d(r_f, \psi, F_k) \leq R_d \left(\frac{f_k}{r_m} \right) \dots\dots\dots (3)$$

以上の諸式で S は構造物の荷重作用に対する計算用応答（曲げモーメント、せん断力、たわみ、応力など）値であり、 R は計算用抵抗値である。すなわち与えられた計算用材料強度を用いて求めた破壊抵抗モーメント、破壊抵抗せん断力などを意味する。

使用限界状態に対しては検討すべき規準に応じてひびわれ幅、たわみ、応力、ひずみなどが許容範囲にあることを確かめることとなる。

今回改訂にあたって重要な事項の一つに PC の分類、すなわちⅠ種、Ⅱ種、Ⅲ種などの PC 分類は全くその姿を消してしまったことである。設計にあたり使用限界状態に関する規準を全く自由に選定可能とし、設計者の自主的自由を拡大している。

不静定構造物の終局限界状態ではモーメント再分配がおこることは既に広く知られている事実であり、解析は非線形解によるのが適当である。このような場合 (1) 式

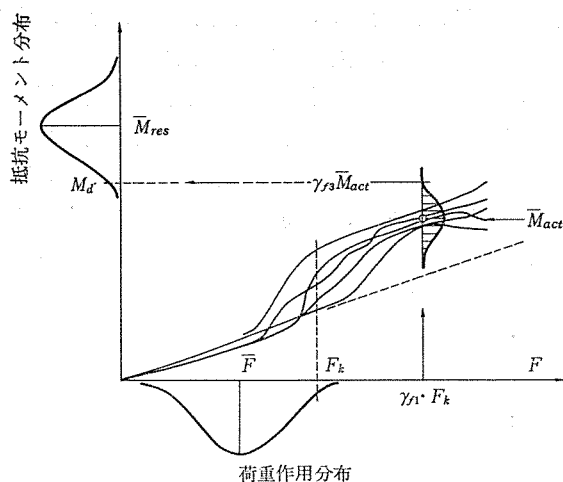


図-2 非線形解に対する部分安全係数

は次のように書く必要がある。

$$r_{f3} \cdot S(\sum r_{i f1} \psi_{oi} F_{ik}) \leq R \left(\frac{f_{ck}}{r_c}, \frac{f_{sk}}{r_s} \right) \dots (4)$$

(4) 式で r_{f1} , r_{f3} を区別する意味は 図-2 に示す不静定構造の曲げモーメント応答関係から明らかである。

荷重作用 F と検討断面の曲げモーメント M との関係が実線で示してある。同じ形式寸法の不静定構造物の一群について考えると、荷重作用の小さい範囲での F/M 関係は直線であるが、最初の曲げひびわれ発生後の F/M 線はコンクリート強度などのバラツキにより、大きなバラツキを有する曲線となる。したがって $r_{f1} \cdot F_k$ に対応する曲げモーメントは平均値 $\bar{M}_{act}$ のまわりにバラツキを有する分布を示す。よってさらに安全係数 r_{f3} を $\bar{M}_{act}$ に乗じて求めた計算用曲げモーメントが同断面の計算用抵抗モーメントより小さくなるが必要となるのである。

多くの国では不静定構造物についても線形弾性解析で終局限界状態応答を計算することとしているので、CEB-FIP でもこの線形解析実施時は、 r_{f3} を (4) 式の () 外に出さず、(1) 式と同様な形式を採用してよいこととした。しかしモーメント再分配を考慮して釣合条件が満足されるようにする限り、線形解析で求めるモーメント値を 25% の範囲で減少させてよいことにした。この削減係数 δ は、断面のダクティリティの関数として与えられている。

$$\delta = 0.44 + 1.25 \frac{x}{d} \dots (5)$$

ここに、 $0.75 \leq \delta \leq 1.0$

この条件は 図-3 の下方に示してある。 x/d は中立軸深さと有効高さとの比である。変形適合条件を満足させるために必要な付加塑性回転 $\Delta\alpha$ を 図-3 に示す。線形解析 ($\delta=1$) に対するものと、モーメント再分配ある場合 ($\delta=0.75, 0.85$) の二つと、それぞれに対する $\Delta\alpha$

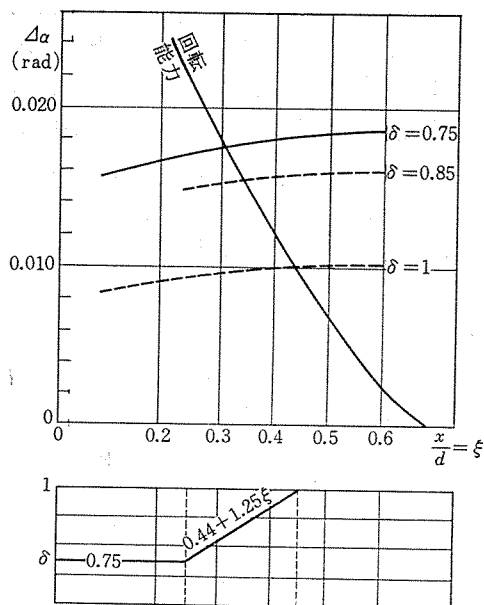


図-3 回転能力と必要な塑性回転 $\Delta\alpha$ 比較およびダクティリティ条件

の曲線が示してある。 $\Delta\alpha$ 曲線と断面回転能力曲線とを比較することで、モーメント再分配の各値に対して必要な x/d が求められ、(5) 式がえられる。

2.2 プレストレス力

1970 年度版では緊張端引張力 P_0 および各種原因による緊張材引張力損失 ΔP 、それぞれについてのバラツキを考えプレストレス力特性値は $P_{k \max}$ と $P_{k \min}$ の二つを設計計算では用い、それぞれ不利な結果を与えるように選定することとなっていた。今回はこれを単純化して、平均値 ($P_0 - \Delta P$) を一般の場合には用いてよいこととした。特別な場合にのみ次のようにすることとした。

プレストレスを与えた直後の最大値

$$P_{k0}(x) = P_0 - 0.7 \Delta P_0(x) \dots (6)$$

あらゆるプレストレス損失後の最小値

$$P_{k\infty}(x) = P_0 - 1.3[4P_0(x) + 4P_{\infty}(x)] \dots (7)$$

今回の改訂は一般の場合は単純化され計算は簡単となるが、CEB-FIP の準確率論手法原則に違反するとの意見もある。

終局限界状態検討にあたって、プレストレッシング作用を外的作用とするのか、断面の抵抗作用とするのか、1970 年度版は明確でなかった。もし前者とすれば、(1) 式のように r_p を乗ずることとなり、後者とすれば、 r_s で割らなければならない。すなわち PC 鋼材応力～ひずみ曲線の計算用曲線は特性曲線をその直線部に平行に $1/r_s$ 倍して求められるからである。改訂版ではこの点を明確にし 4.5 に次のように規定した。

付着なき緊張材によるプレストレッシングは一般に外的荷重作用と考える。すなわち r_p を乗ずる。

付着ある緊張材のプレストレスング作用は、曲げ破壊、せん断破壊時斜め PC 鋼材などのように、0.1% 永久ひずみ応力度 $f_{p0.1k}$ に相応するひずみ ϵ_{pk} をこえる場合には、断面抵抗算定に考慮する。すなわち r_s で割ることとなる。もし、緊張材ひずみが ϵ_{pk} をこえないならばこれを外的作用に含め r_p を乗ずる。不静定構造物におけるプレストレスングに対する応答値は常に外的作用とする。

2.3 終局限界状態での断面耐力算定

曲げ破壊耐力算定法は 1970 年度版と本質的な相違はない。

せん断力に対する検討にあたって、曲げひびわれ発生区間と腹部ひびわれ発生区間とを区別して異なる計算式を適用する 1970 年版の方法は一新された。計算式は一つであり、プレストレス効果を簡単な方法で考慮することになった。標準方法と改良方法との二つが提案されている。両者の差は、前者が圧縮斜材傾斜 45° のトラスを考えるのに対し、後者はこの傾斜角 θ をある範囲内で任意に選定してよいことにしてある点である。いずれも斜め引張鋼材による分担せん断力とコンクリート分担せん断力との和が、計算用せん断力より大きいことおよび、腹部圧縮破壊抵抗せん断力もまた計算用せん断力より大きいことの二つを検討することとなっている。

標準方法によると計算用せん断力 S_d は次の計算用抵抗せん断力 S_{Rd2} , S_{Rd3} のいずれよりも小さい必要がある。

$$S_{Rd2} = 0.3 f_{cd} b_w d \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$S_{Rd3} = 2.5 \tau_{cd1} b_w d \left(1 + \frac{M_0}{M_d} \right) + \frac{A_{sw}}{s} 0.9 d f_{ywd} (1 + \cot \alpha) \sin \alpha \quad \dots\dots\dots (9)$$

ここに

f_{cd} : 計算用コンクリート圧縮強度, f_{ck}/r_c

τ_{cd1} : 計算用せん断応力度で、計算用コンクリート引張強度の $1/4$

A_{sw} , s : 斜め引張鉄筋断面面積と配置間隔

f_{ywd} : 斜め引張鉄筋計算用降伏点応力度

α : 斜め引張鉄筋と部材軸とのなす角

M_d : スパンのその側における最大曲げモーメントの計算用値

M_0 : M_d 算定断面において引張縁コンクリート応力度が 0 となる曲げモーメント。ただし、

M_0/M_d は 1.0 以上にとつてはならない。

改良方法ではトラス理論での圧縮斜材傾斜角 θ を任意に選定してよいが、次の範囲内になければならない。

$$2/3 < \cot \theta < 3/2 \quad \dots\dots\dots (10)$$

θ を選定した結果斜め引張鉄筋量が減少する場合は、軸方向引張鋼材断面面積を増加させる必要がある。抵抗値は、

$$S_{Rd2} = 0.30 f_{cd} b_w d \sin 2\theta \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$S_{Rd3} = S_{cd} + \frac{A_{sw}}{s} 0.9 d f_{ywd} (\cot \theta + \cot \alpha) \sin \alpha \quad \dots\dots\dots (12)$$

ここに、

$$S_{cd} = 2.5 \tau_{cd1} b_w d \quad S_d \leq 2.5 \tau_{cd1} b_w d \text{ のとき}$$

$$S_{cd} = 0 \quad S_d > 7.5 \tau_{cd1} b_w d \text{ のとき}$$

中間は直線比例により S_d を求める。

改良方法はせん断力と振りモーメントを受ける断面に対して適用するのがよいとされている。

振りの項も改訂され、終局限界状態検討にあたり、力の釣合上必要な釣合振りと力の釣合上は不要であるが部材相互の変形適合から作用する変形適合振りとを区別することとしている。後者は終局限界状態検討にあたって考慮する必要はないとしてある。充実断面ではこれを等価中空断面に置換えることとし、壁厚算定法、その他が与えてある。振り抵抗は閉じたスターラップと軸方向引張鋼材によって抵抗されるとし、立体トラスを基本とした計算式となっている。また立体トラスの傾斜圧縮コンクリート斜材の傾斜角 θ は (10) 式の範囲内で自由に選定できることとしてある。またコンクリート分担振りモーメントを考慮して閉じたスターラップ断面面積を求めてよいこととしてあるが、この分担量はせん断に関する (12) 式と類似であって計算振りモーメント T_{sd} がある値以上ではコンクリート分担振りモーメント T_{cd} を 0 とし、 T_{sd} がある値以下では一定の T_{cd} を使い中間は比例で定めることとしてある。

せん断力と振りモーメントを同時に受ける場合は、それぞれに対するコンクリート分担を 0 として求めた斜め引張鉄筋を加算して求めるとともに、腹部圧縮破壊に関する相関式が満足される必要があるとしてある。

曲げと振りとの組合せに対し、軸方向鋼材断面面積をそれぞれに關しての必要量を定め、これを加算配置することとしてある。

2.4 使用限界状態検討

今回改訂の最も重要な点はプレストレストコンクリートの分類がなくなったことと考えられる。使用限界状態の内ひびわれの限界状態を次のように定義した。

(a) 考える荷重作用組合せに対して、引張区間のある維におけるコンクリート応力が 0 となる引張応力の生じない限界状態

(b) 考える荷重組合せに対して引張区間の特定維コンクリート応力がコンクリート引張強度特性値と

なるひびわれ形成限界状態

(c) 考える荷重組合せに対して特定維におけるひびわれ幅が定められた値となるひびわれ幅限界状態設計にあたっては使用鋼材の腐食に対する敏感性、環境状態、荷重組合せ状態などに応じて以上三つの限界状態を定め、これを満足するように検討することを要求している。CEB-FIP のコンクリート構造物に関する基本的な態度は、曲げ、せん断、振り、引張りなどを受けるコンクリート構造物でのひびわれは避けられないとしていることである。耐久性および外観上の要求から定まる規定ひびわれ幅をこえることがなければ使用上は特別な欠陥とは考えない。必要あれば構造物挙動、使用性能に対する影響をも検討しておけばよい。

ひびわれ幅算定法は 1970 年度版に比して相当複雑な計算方法が提案されている。すなわちひびわれ幅特性値は次式で求めることとしてある。

$$\left. \begin{aligned} W_k &= 1.7 W_m \\ W_m &= s_{rm} \cdot \epsilon_{sm} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (13)$$

ここに、

W_m : ひびわれの計算平均幅

ϵ_{sm} : ひびわれ間隔 s_{rm} 間に沿っての平均伸びひずみ

ϵ_{sm} , s_{rm} の計算法は解説に与えてある。引張鋼材平均伸び ϵ_{sm} は次式でこれを求める。

$$\epsilon_{sm} = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - \beta_1 \beta_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \leq 0.4 \frac{\sigma_s}{E_s} \dots (14)$$

ここに、

σ_s : ひびわれ断面引張鋼材応力度

σ_{sr} : ひびわれなき断面での引張縁コンクリート応力がコンクリート曲げ引張強度となると、ひびわれ発生断面について求めた引張鋼材応力

β_1 : 鋼材付着性能に関する係数

β_2 : 荷重作用の載荷期間、繰返し回数に関する係数

ひびわれ発生が安定した状態でのひびわれ平均間隔 s_{rm}

$$s_{rm} = 2 \left(C + \frac{s}{10} \right) + \kappa_1 \kappa_2 \frac{\phi}{\rho_r} \dots\dots\dots (15)$$

ここに、

C : コンクリートかぶり

s : 引張鋼材間隔で、 $s > 15\phi$ の場合は $s = 15\phi$ とする

ϕ : 引張鋼材直径

κ_1 : 引張鋼材付着性能に関する係数

κ_2 : 引張応力分布形状に関する係数

ρ_r : ひびわれ開口に有効に抵抗できる鋼材に対して関係づけられるコンクリート断面積 A_{clef} に

対する引張鋼材断面積 A_s/A_{clef}

解説によると、 $\rho_r > 0.5\%$ で付着強度の高い鉄筋配置で表-1 の条件を満足するならばひびわれ幅についての検討不要であるとしてある。

表-1 ひびわれ幅限界状態検討を必要としない鉄筋最大直径

$W_k = 0.4 \text{ mm}$		$W_k = 0.2 \text{ mm}$	
σ_s (mpa)	ϕ (mm)	σ_s (mpa)	ϕ (mm)
200	< 50	100	< 50
240	< 25	120	< 25
280	< 20	200	< 12

σ_s = ひびわれ断面での鉄筋引張応力度

せん断ひびわれ幅算定法も 15.3.2 解説に述べられている。また解説には斜め引張鉄筋降伏点応力に対して、規定ひびわれごとの斜め引張鉄筋配置間隔が与えてあるが、最大でも 300 mm である。

ひびわれ幅算定は煩雑であるので、ひびわれ幅制御は必要最小鋼材断面積、その配置方法などを詳細に構造細目の項で規定してある。

2.5 そ の 他

プレキャスト部材で構成される構造物に関する規定、継手、目地部などの規定もある。エポキシ目地の引張強度が、セグメントコンクリートのそれ以下である場合は目地には引張りを許さないことにしてある。もし同じ引張強度を有するならば一体的に造られた部材に対してと同じ引張作用は許容されることにしてある。軽量骨材を用いたコンクリート使用に対する設計、施工、保守などに関する規定もある。付録には記号、模型試験法、コンクリート技術一般、クリープ、乾燥収縮によるコンクリート経時的挙動などが与えてある。

筆者が入手したフランス語版は 336 頁に及ぶものなので、ごく一部しか内容を紹介できないことは残念であるが、ヨーロッパの著名なコンクリート関係者のまとめたものだけに非常に斬新ではあるが、一面実際面では多少煩雑な所も残っている。しかし近い将来世界各国はすべて CEB-FIP の示す限界状態設計法に移行すると考えられるので、各国自体の設計施工に関する規定に大きい影響を及ぼすことは確実である。

付) 本文を書き終ったのち、第 8 回 FIP ロンドン会議で FIP 副会長に選出された Deutscher Beton-Verrin の Peter Misch 氏が 9 月 16 日急逝されたとの報に接した。本協会のロンドン会議出席のための団体がフランクフルトにて有益な現場見学ができたのはすべて氏の効率的なお手配の結果であった。ここに厚く哀悼の意を表する次第である。