

日本建築学会「プレストレストコンクリート設計 施工規準・同解説」2021年度改定について

菅田 昌宏*¹・西山 峰広*²・阿波野 昌幸*³

日本建築学会「プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説（以下、PC規準）¹⁾」は、1961年に発刊されたのち60年近く経過するなかでたびたび改定が行われてきた。最後の改定は1998年に行われたが、すでに20年が経過している。この改定では、鉄筋コンクリートやPC鋼材など材料に関する最新のJISへの適用、SI単位への移行、当時の新たな研究成果として新しい梁開口部設計式、曲げ破壊耐力算定式、せん断破壊耐力式などが反映され、一部の資料の差し替えが行われた。しかし、現行のPC規準においていくつかの課題・問題点が指摘されていたこと、2015年発刊のPC性能評価指針の最新情報との間に不整合が生じていたこと、などを勘案して今回大幅な見直しを行い、規準の構成も含めた大改定を行うこととなった。本解説では、今年度に予定している改定の概要ならびに特筆すべき改定内容について解説する。

キーワード：プレストレストコンクリート（PC）、設計、施工、改定

1. はじめに

PC規準は、1961年に発刊され60年近く経った。最後に改定されたのは1998年であり、それからすでに20年が経過している。最後の改定は、PC鋼材や鉄筋コンクリートに関するJISの改正およびSI単位への移行、1998年までの10数年間の研究成果の採用、古くなった資料の差し替えなど必要最小限に留められていた。ここでは、梁開口部設計式の追加と、コンクリートのヤング係数、断面算定方法、曲げ破壊耐力精算式、せん断破壊耐力算定式、継目、圧着に関する項目の改定が行われた。プレストレスト鉄筋コンクリート（PRC）との連続性も議論されたが設計体系の統一までには至らなかった²⁾。

一方、法令関係では告示の改正に伴い「2009年版プレストレストコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例³⁾（以下、PC造技術基準）」が発刊され、アンボンドPC部材の柱・梁・壁への使用が可能となった。さらには、日本建築学会から、PC構造の性能評価に関わる最新情報を集めた「プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型設計施工指針（案）同解説⁴⁾（以下、PC性能評価指針案）」

が2015年に、2020年には「プレストレストコンクリート造建築物の保有水平耐力計算指針（案）同解説⁵⁾」が刊行され、PC規準を取り巻く状況は大きく変わりつつある。このような背景の下、日本建築学会PC構造運営委員会傘下のPC規準指針小委員会を中心に、3つの小委員会と2つのWGが連携して、現行PC規準の課題を抽出して改定方針を策定し、その方針に則って改定作業を進めている。以下では、委員会で議論したこれらの取組み概要を示す。

2. 現行PC規準の課題とその対応

上述したように、1998年に改定された現行のPC規準に対して、建築学会で議論を重ねたなかで、さまざまな課題を抽出したうえで、改定方針を策定し、具体的な作業を進めてきた。以下は、議論された主要な課題をまとめたものである。

1) 線形弾性応力解析により得られた部材断面力を部材の終局強度が上まわるように設計するという終局強度設計は力を基礎とした設計であるため、簡略ではあるが、変位に基づく設計が主流となりつつある現状では、時代遅れの感が拭えない。

*¹ Masahiro SUGATA

(株)竹中工務店
技術本部 副本部長

*² Minehiro NISHIYAMA

京都大学 大学院
建築学専攻 教授

*³ Masayuki AWANO

近畿大学 建築学部
建築学科 教授

2) 一部古い内容があり、現状に合わせて書き直す必要がある。併せて、古い、あるいは、入手が難しい参考文献をできるだけ新しいものに差し替える必要がある。

3) 教科書の記述により冗長となっている部分があるので削除する必要がある。現行のPC規準は日本建築学会として順次アーカイブされ公開されるので、教科書的な内容が必要な場合はそちらを参照することができる。

4) 現行のPC規準は、設計作業に沿った構成となっておらず、材料、施工、設計の順に記載されており、どのように設計を進めればよいか分かりにくくなっている。

5) PC性能評価指針案に記載された最新の知見との整合性がとれていない部分がある。

上述した各課題の解決を目指し、以下のようなカテゴリごとの検討を進めている。

2.1 材料・施工

セメント系材料、PC鋼材、PC定着具、鉄筋等の種類・材料定数・品質・検査・試験方法について、最新の知見を反映させ、法規・規格類との整合を主に見直している。

また、従来の緊張管理手法に対しては、実データの分析から得られた諸係数を用いた緊張管理手法を示す。

2.2 応力算定の方針

じん性のある部材で構成された骨組では、終局強度設計時にモーメント再分配を行って配筋の効率化を図ることができるという条項を新設し、従来からの簡便さに断面設計の合理性を付与している。

2.3 常時荷重に対する設計

基本的な設計方法は現行PC規準を踏襲するが、コンクリート圧縮強度が100N/mm²程度の高強度コンクリートへの適用を視野に入れて、一部の許容応力度を見直している。また、これまで記載が無かった長期たわみについては日本建築学会「鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説(以下、RC基準)⁶⁾」による算定方法をPC部材に準用している。

2.4 部材設計

現行PC規準の各章に分散して記述されていた部材および断面の算定に関わる条文を集約し、設計の流れに沿った構成としている。現行PC規準では考慮されていなかった、柱梁接合部(仕口部)のせん断に対する設計を新設した。

2.5 設計例

設計例は、現在よく設計されている建物を想定して、場所打ちプレストレストコンクリート造とプレキャストプレストレストコンクリート造の2例を作成している。

3. 改定概要

以下に改定後の目次を、現行のPC規準の目次(括弧内に記述)と対比させて示す。

1章 総則 (I編 総則)

1条 目的と適用範囲 (1条)

2条 用語の定義と記号 (2条/ただし、記号は【新設規定】)

2章 材料の定数および許容応力度 (II編 材料1~2章, IV編 設計/1~2章)

3条 コンクリート系材料の種類・品質

1. セメント (4条)

2. 骨材 (5条)

3. 練混ぜ水【新設規定】

4. 混和材料 (6条)

5. コンクリート (7条)

6. PCグラウトおよび目地モルタル (8条)

4条 PC鋼材の品質および形状 (II編 1章 2節)

1. PC鋼線 (9条)

2. PC鋼より線 (10条)

3. PC鋼棒 (11条)

5条 鉄筋の品質 (12条)

1. 使用する鉄筋の品質

2. 溶接金網

6条 定着具および接合具 (II編 1章 3節 13条)

7条 材料の定数および強度 (IV編 1章)

1. コンクリート (47条)

2. PC鋼材 (46条)

3. 鉄筋 (46条)

8条 許容応力度 (IV編 2章 1, 2節)

1. コンクリートの許容圧縮応力度 (48条)

2. コンクリートの許容引張応力度 (49条)

3. コンクリートの許容斜張応力度 (51条)

4. コンクリートの許容支圧応力度 (50条)

5. 定着部付近のコンクリートの許容引張応力度 (52条)

6. 定着部以外の局所的な許容圧縮応力度 (50条)

7. 鋼材の許容引張応力度 (53~55条)

3章 荷重および応力・変形の算定 (IV編 1, 5章)

9条 荷重および外力とその組合せ

1. 荷重および外力 (42条)

2. 許容応力度設計において考慮すべき設計応力 (61条)

3. PC造建築物の一次設計において考慮すべき設計応力 (64条)

4. PC造建築物の二次設計において考慮すべき設計応力 (64条に関連して新設)

10条 応力算定の方針 (IV編 1章 43条)

1. 応力算定

2. 不静定応力算定

3. モーメント再分配【新設規定】

4章 プレストレス力 (IV編 3, 4章)

11条 プレストレス力の算定

1. PC鋼材引張力の摩擦損失およびセット損失(56条)

2. 断面応力計算に用いる有効プレストレス力 (59, 60条を統合し、一部解説を付10に移行)

(1) PC鋼材のリラクセーション (57条)

(2) コンクリートのクリープおよび乾燥収縮 (58条 解説の一部を付9に移行)

5章 部材の設計 (IV編 1章, 5~8章)

12条 部材設計における基本方針

1. 部材設計の方針 (44条 解説を更新, 追記)

2. 断面算定上の仮定 (45条 解説を更新, 追記)

- 13条 曲げと軸力に対する部材設計 (IV編 5章)
1. 長期設計荷重時応力に対する断面縁応力の検討 (62条)
 2. 曲げひび割れ耐力の算定 (66条)
 3. 曲げ終局耐力の算定 (65条)
 4. 引張材の設計 (67条)
 5. 座屈に対する考慮 (70条)
 6. たわみに対する検討【新設規定】
- 14条 せん断に対する部材設計 (IV編 5, 7章)
1. 長期設計荷重時応力に対する最大斜張応力の検討 (62条)
 2. 梁・柱のせん断に対する設計 (71条)
 3. 柱梁接合部のせん断に対する設計【新設規定】
 4. 圧着 (77条)
- 15条 局部応力に対する検討 (IV編 5章)
1. 定着部の局部応力の計算と補強 (68条)
 2. 定着部以外の局部応力の検討 (68条)
- 16条 鉄筋コンクリート部分の設計 (IV編 6章 72条)
- 17条 合成部材 (IV編 8章)
1. 合成部材 (78～84, 86, 88, 89条)
 2. 合成梁の設計 (80, 83, 85条)
 3. 合成床板の設計【PC合成床板指針の取込み】 (86, 87, 90, 91条)
- 18条 アンボンドPC部材 (IV編 8章 3節)
1. 適用の範囲 (92条)
 2. 使用材料 (93条)
 3. 断面の算定 (95条)
 4. 荷重釣合い法による設計 (94条)
- 19条 構造細則 (IV編 5章)
1. PC鋼材の定着長さ (69条)
 2. PC鋼材の配置 (73条)
 3. 鉄筋の配置 (74条)
 4. 定着端の防食 (75条)
 5. 圧着継目 (76条)
- 6章 施工 (III編 1～3章)
- 20条 施工計画 (III編 1章 1節)
- 21条 コンクリートの施工 (III編 1章 2節)
1. コンクリートの調合 (22条)
 2. コンクリートの施工 (23条)
 3. 鉄筋およびPC鋼材のかぶり厚さ (24条)
 4. 型枠および支保工 (25条)
- 22条 鋼材の取扱い (III編 1章 3節)
1. PC鋼材の取扱い (26条)
 2. PC鋼棒ねじ部の取扱い (27条)
 3. 定着具および接合具の取扱い (28条)
 4. 鉄筋の取扱い (29条)
- 23条 プレストレッシング (III編 1章 4節)
1. 緊張装置 (30条)
 2. 導入応力の管理 (31条 緊張管理方法追加)
 3. プレストレス導入時のコンクリート強度 (32条)
- 24条 プレキャスト部材の取扱い (III編 1章 5節)
1. 運搬および建方 (33条)

2. 部材の寸法精度および組立精度【新設規定】
 3. 接合 (34条)
- 25条 プレテンション方式の施工 (III編 2章)
1. プレテンショニング (35条)
 2. プレストレスの与え方 (36条)
 3. 部材端面の処理 (37条)
- 26条 ポストテンション方式の施工 (III編 3章)
1. 緊張作業 (38条)
 2. シース (39条)
 3. PCグラウト注入 (40条)
 4. 定着具および部材端面の保護 (41条)

付録

- 付1 構造設計例1 (場所打ちPC造) (付1)
- 付2 構造設計例2 (PCaPC造) (付2)
- 付3 PC鋼より線およびPC鋼棒用定着具・接合具 (付3, 4を統合)
- 付4 プレストレストコンクリート製品 (付5)
- 付5 各種材料の検査および試験方法 (II編 材料)
1. コンクリートの検査・試験 (14, 15条)
 2. PCグラウトの試験 (付6.2)
 3. PC鋼材の品質確認・検査 (16～18条)
 4. 定着装置・接合具および定着部の試験・検査 (16, 17, 19条, 付6.1)
- 付6 プレストレス導入による不静定力計算用固定端モーメント (付7)
- 付7 PC鋼材の規格一覧 (付8)
- 付8 プレストレストコンクリートの耐火性 (付9)
- 付9 クリープおよび乾燥収縮 (58条)
- 付10 断面応力算定に用いる有効プレストレス (IV編)
1. 静定構造物の場合の有効プレストレス (59条)
 2. 不静定構造物の場合の有効プレストレス (60条)
- 付11 プレストレスを導入した壁【新設規定】

4. 改定の要点

この章では、材料・施工ならびに部材設計に関わる主要な改定についての要点を抽出して示す。

4.1 材料・施工

現行のPC規準は、最後の改定から20年以上経過しているため、最新の知見や各種規格・規定と整合しない部分が見られるようになった。材料に関わる規定を2章に、また施工に関わる規定は6章にまとめている。

(1) 材料について

今回の材料に関する主な改定では、コンクリート系材料、PC鋼材、PC定着具、鉄筋(種類・定数・品質・検査・試験方法)に関する最新の知見を反映させ、法規・規格類との整合性を主に見直した。

まず、コンクリート材料に関しては、現行PC規準の記述に「練混ぜ水」を加え、コンクリート系材料の品質を総合的にまとめることとし、品質に関してはJASS5⁷⁾に加えて、プレキャスト部材への適用に対してはJASS10⁸⁾を引用することとした。また、これまでと同様に、コンクリート設計基準強度に、上限値は設けていないが、高強度コン

クリートの適用事例が増加しているため、国土交通大臣の認定や JIS 外セメントの扱いについての解説を加えた。コンクリートの材料定数は、ポアソン比、せん断弾性係数、線膨張係数を加えるとともに、それぞれ RC 規準の規定に整合させている。

PC グラウトの品質については、要求される圧縮強度、塩化物イオン量の規定や、暑中・寒中に施工する場合についての留意点を、最近の知見を踏まえ見直している。なお、現行 PC 規準の「グラウト」という表現は、「無収縮グラウト」と混同される場合が多いことから、他の規準・指針に合せ、本 PC 規準でも「PC グラウト」と表記を改めている。

PC 鋼線および PC 鋼より線については、JIS G 3536(2014)に規定の文言と整合させている。PC 鋼棒については、JIS G 3109 2008 年の改訂で呼び名 15 mm, 19 mm, 21 mm, 29 mm が追加されたこと、太径の異形 PC 鋼棒が追加されたことを受け、それらを反映している。なお、現状の流通実態を反映して、PC 鋼棒の異形棒鋼では A 種 2 号と B 種 2 号を削除した。また、JIS G 3109「細径異形 PC 鋼棒」は、2008 年の改訂で呼び名 10.0 mm と 11.2 mm が追加されたので、それらを本規準に反映した。なお、現状の流通実態、利用実態を反映して細径異形 PC 鋼棒の B 種 1 号を削除した。

(2) 施工について

プレストレス導入の管理において、現行 PC 規準では「伸びの測定値と計算値との間には、5% 以上の差があってはならない」ことが示されているが、実建物の諸係数のばらつきにより現行 PC 規準に示された値を用いて求めた伸び量が、実態と合わない事例が多く報告されている。よって、JASS5 や PC 性能評価指針案の最新の規準・指針に合せ「5% を標準として管理する」と幅をもたせた表現とし、解説において、(一社)プレレスト・コンクリート建設業協会(以下、PC 建協)で研究されている、建築特有の多層多スパン梁などで角度変化が大きい配線形状に適した新たな緊張管理方法を追記している。

また、現行 PC 規準の解説では、緊張管理方法として「第 1 の方法(伸び管理)」と「第 2 の方法(μ 管理)」が示されている。しかし、建築分野では μ 管理がほとんど使われないことから、改定版の本文では伸び管理の規定のみとし、 μ 管理を解説で紹介する程度とした。これに伴い、第 1、第 2 の呼び名をやめることとした。

4.2 応力算定の方針

2 章で述べたように、PC 規準は“力”を基礎とした設計法であり、変位に基づく設計が主流となっている現在の手法と比較すると、不合理な断面設計になっているケースがあることも否めない。そこで、今回の改定では、架構が十分な変形能力を有していることを前提に、終局強度設計時にモーメントの再配分を行って配筋の効率化を図ることができるという条項を新設した。これによれば、ひとつの部材において正負の曲げモーメントが大きく異なったり、ひとつの柱梁接合部に接続する左右の梁で曲げモーメントが大きく異なるような場合でも、下記に示す観点でモーメン

トの再配分を行い、効率的な断面設計を行うことができる。

- ① 梁端で通常生じる最大の負曲げモーメントを低減し、代わりに、梁中央部に生じる正曲げモーメントを増加させる。これにより、ひとつの部材における強度分布をできるだけ均一にすることができる。さらには、梁断面において上端と下端の配筋をほぼ対称にすることができる。
- ② ある柱梁接合部に接続する左右の梁の端部での曲げモーメントを等しくすることにより、柱梁接合部内での梁筋定着が比較的容易となる。
- ③ 軸力の小さな、あるいは、軸力が引張となる柱の曲げ終局耐力を大きくすることは困難を伴う。そこで、このような柱に接続する梁の曲げモーメントを低減し、他端の曲げモーメントを大きくするモーメント再配分を行うことにより、柱の設計用曲げモーメントを小さくすることができる。

ただし、許容応力度計算の際には、材料は線形弾性範囲にあるため、モーメント再配分は適用できない。終局強度設計を行う場合にのみモーメント再配分が適用できる。また、常時荷重のみの場合は、モーメント再配分の前後で梁せん断力が変化しないようにする。常時荷重と地震荷重が作用した状態では、モーメント再配分の前後で層せん断力が変化しないようにする。さらには、最初に塑性ヒンジが生じた部材には、設計用荷重に到達するまでに、塑性変形が強制される。このような部材のせん断設計に、本基準に示すせん断設計のうち、非ヒンジ部材用の強度式を用いる場合は、十分な余裕をもたせるようにしなければならない。

4.3 設計荷重および常時荷重に対する設計

荷重と応力の組合せに関する条項に関しては、現行 PC 規準に記述されている内容からの本質的な変更は無い。

常時荷重に対する設計に対しては、 $F_c/100$ 程度の高強度コンクリートに対応するために、PC 造技術基準と PC 性能評価指針案を準用してコンクリートの許容応力度と支圧強度の改定を行う。また、すでに廃刊となった PC 合成床板設計施工指針・同解説を取り込むことで合成部材に対する設計方法を体系的にまとめた。アンボンド PC 部材の設計については、荷重釣合い方法およびボンド PC 部材と同じ方法が適用可能であることを明記した。

(1) コンクリートの許容引張応力度と許容斜張応力度

本改定では、コンクリートの許容引張応力度について見直しを行う。現行 PC 規準では、パーシャルプレストレッシング(Ⅱ種 PC)部材の許容引張応力度は $0.1f_c$ 、許容斜張応力度は $0.07f_c$ と規定されている。いずれもコンクリート設計基準強度に比例した値である。しかし、高強度コンクリートに対しては、現行の規定が過大な許容応力度を与えることになるため、許容引張応力度と許容斜張応力度を PC 造技術基準と同じ $0.49 + F_c/100$ に変更することとした。

(2) コンクリートの許容支圧応力度

現行 PC 規準の支圧強度の評価式は、圧縮強度が 40 N/mm^2 以上のコンクリートに対して支圧強度を過大評価する傾向があると、PC 性能評価指針案で指摘されており、

支圧強度 F_n の評価は、式(2)および(3)が併記されている。同指針案でのコンクリートの限界支圧応力度は、これらの2式を用いた式(1)で与えている。本改定においてもこの考え方を準用して、許容支圧応力度を式(1)で与えることとした。

$$f_n = \min (0.6 \cdot F_n, F_{ni} / 1.25) \quad (1)$$

$$F_n = F_c \cdot \sqrt{A_c / A_t} \quad (2)$$

$$F_n = 1.8 \cdot F_c^{(0.8 - F_c/2000)} \cdot \sqrt{A_c / A_t} \quad (3)$$

ここに、 F_{ni} は式(2)または式(3)中の F_c を導入時強度 F_{ci} に置き換えて F_n を求めた値である。

(3) 合成部材

合成部材とは、プレキャストプレストレストコンクリート部材と場所打ち鉄筋コンクリートで合成され、一体となって働く部材である。本改定では、後述の1., 2. に加えて合成床の設計に関する事項3. について追記している。

「1. 合成部材」では合成梁と合成床板に共通する基本事項として、応力計算の方針・設計応力・接合面のせん断応力とその許容応力度・ひび割れおよび曲げ破壊に対する安全度の検査方法について記述している。

「2. 合成梁」は、合成梁接合面のせん断応力とその許容応力度・接合筋比・T形梁のスラブ有効幅・せん断耐力の算定方法についての記述である。本質的な内容について現行PC規準からの変更はない。

「3. 合成床板」はPC規準としては新設の項目であるが、内容は廃版となった日本建築学会「プレストレストコンクリート(PC)合成床板設計施工指針・同解説」を移設したものである。新しい内容としては、PC床板を支持するコンクリートブラケットとこれと取り合うPC床板端部の検証方法を示している。

(4) アンボンドPC部材

現行のPC規準では、アンボンドPC部材は、荷重釣合い法によって設計されるものについてのみ記述されていた。この方法以外の設計は認めていないわけではないので、ボンドPC部材と同様に設計することも可能であるが、耐力算定式が記されていないなど設計実務上は少々不便であった。本改定では、従来の荷重釣合い法の記述に加えて、ボンドPC部材と同様に扱う方法が適用可能であることを明記した。アンボンドPC部材としての断面算定式は5章18条に示している。算定式適用上の注意として、トラスアーチ機構によるせん断耐力式を用いる際に、部材端部でアンボンドPC鋼材のみが配筋されている場合には、トラス機構の負担せん断力を見込めないことが示されている。

4.4 部材の終局耐力算定

本項では、部材設計に関わる記述についての改定概要を述べる。改定案では部材設計に関わる規定を5章「部材の設計」としてまとめ、現行PC規準では各章に分散して記述されていたこれらの記述内容を見やすく再整理し、設計実務におけるPC規準の取り扱い易さを第一に考えた配置としている。

(1) 曲げと軸力に対する部材設計

コンクリート引張強度の推定方法は、表-1に示すように変更している。これは、PC性能評価型指針案に従う

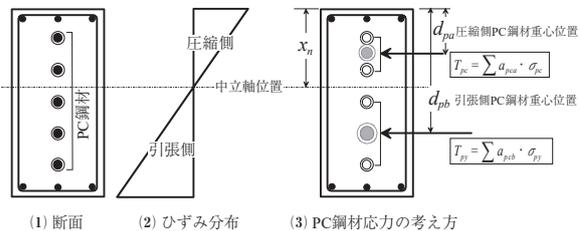
もので、高強度領域での推定精度を向上させるためである。なお、曲げひび割れ耐力は、コンクリートの曲げひび割れ強度を引張強度の5/3として算定する。

曲げ終局耐力の算定では、具体的な計算方法を示す解説に関して、その記述を一部改定しPC鋼材が多段配置された場合の耐力を精度良く計算するための実用的な式(4)を新たに提示する。同式は、通常のPC部材断面では、PC鋼材が引張側だけでなく圧縮側にも配置されることが多いことを考慮したもので、PC性能評価指針案に準拠したものである。ここでは図-1に示すように、中立軸を境にして圧縮側、引張側に位置するPC鋼材の応力を個別に算定し、その大きさを前者は設計時の鋼材引張力、後者は降伏時引張力に達していると仮定している。ただし、本算定式はPC鋼材の引張降伏がコンクリートの圧壊に先行する場合に適用でき、コンクリート圧壊が先行する場合には断面解析を用いるなど別法により最大曲げ耐力を求める必要がある。なお、ここでは詳述しないが、曲げと軸力を同時に受ける場合の終局耐力算定に関しても式(4)と同様の考え方に基づくPC性能評価指針案に準拠した手法を併記する。

$$M_u = T_{pc} \cdot d_{pa} + T_{py} \cdot d_{pb} + T_{sy} \cdot d_t - C_{sy} \cdot d_c - (T_{pc} + T_{py} + T_{sy} - C_{sy}) \cdot k_2 \cdot x_n \quad (4)$$

表-1 コンクリートの引張強度

	普通コンクリート	軽量コンクリート
改定PC規準	$0.33 \sqrt{\sigma_B}$	$0.06 F_c$
現行PC規準	$0.07 F_c$	$0.06 F_c$



- $T_{pc} = \sum a_{pca} \cdot \sigma_{pc}$: 圧縮側PC鋼材の引張力 (σ_{pc} は有効プレストレス)
- $T_{py} = \sum a_{pca} \cdot \sigma_{py}$: 引張側PC鋼材の引張力 (PC鋼材の降伏応力)
- $T_{sy} = \sigma_y \cdot a_t$: 引張側鉄筋降伏時引張力
- $C_{sy} = \sigma_y \cdot a_c$: 圧縮側鉄筋降伏時圧縮力
- a_{pca}, a_{pcb} : 圧縮側PC鋼材断面積, 引張側PC鋼材断面積 (mm²)
- a_t, a_c : 引張鉄筋断面積, 圧縮鉄筋断面積 (mm²)
- b, D : 梁幅, 梁せい (mm)
- d_{pa} : コンクリート圧縮線から圧縮側PC鋼材の重心位置までの距離 (mm)
- d_{pb} : コンクリート圧縮線から引張側PC鋼材の重心位置までの距離 (mm)
- d_t, d_c : コンクリート圧縮線から引張鉄筋, 圧縮鉄筋の重心位置までの距離 (mm)
- x_n : コンクリート圧縮線から中立軸位置までの距離 $x_n = (q_{sp} / k_1 k_2) D$ (mm)
- $q_{sp} = (\sum a_p \sigma_p + a_s \sigma_s - a_c \sigma_c) / (b \cdot D \cdot \sigma_p)$
- ※ q_{sp} は x_n を簡易的に計算するためのものであり、 q_{sp} の式においてすべてのPC鋼材が降伏しているとして計算したものに一致する (a_p はPC鋼材の断面積)
- $q_{sp} = ((T_{pc} + T_{py}) + (T_{sy} - C_{sy})) / (b \cdot D \cdot \sigma_p)$
- ※上端が圧縮側になる場合には、スラブの協力幅を考慮する。中立軸位置がスラブ内にある場合は $x_n = (q_{sp} / k_1 k_2) D \times (b / B)$ (mm)
- ここで、 b は梁幅、 B はスラブの協力幅を考慮した梁幅
- σ_p, σ_y : PC鋼材, 普通鉄筋の降伏応力 (N/mm²)
- σ_B : コンクリート圧縮強度 (N/mm²)
- k_1, k_2, k_3 : 曲げ圧縮部コンクリートのストレソブロック係数

図-1 曲げ終局耐力算定法

先述したように、今回のPC規準改定では鉛直たわみに対する検討を新設している。解説では、法的な背景やたわ

み検討の方針を述べるとともに、具体的な計算手法を示す。すなわち、プレストレスによる吊り上げ効果を T.Y.Lin によって提唱された「荷重吊り合い法」を用いたキャンセル荷重として考慮し、これを差し引いた鉛直荷重に対して、RC 部材として長期たわみを算定する手法^{9,10)}である。

(2) せん断に対する部材設計

現行 PC 規準では、「原則としてせん断破壊が曲げ破壊より先に起こらないようにせん断補強筋を配置しなければならない」という方針が述べられているだけであったが、改定版ではより具体的にせん断設計に対する応力の組合せを解説に示している。この応力組合せを用いることで、低層建物などで長期荷重が卓越する場合は例外も生じるが、「せん断破壊が曲げ破壊より先に起こらない」ことを担保できるようにしている。

仕様規定についてもいくつかの見直しを行い、関連する基規準との整合性を図るようにする。また、現行 PC 規準の解説に示されている具体的なせん断耐力の算定方法に関して、これまではせん断補強筋規格降伏点 σ_{fy} の上限値を 295 N/mm^2 としていたが、PC 性能評価指針案に示された最新の知見を参考に、 390 N/mm^2 と変更している。さらに、コンクリートのせん断強度 f_s の算定式に関しても PC 性能評価指針案に示された最新の知見に準拠し、コンクリート圧縮強度の上限を 100 N/mm^2 としている。

柱梁接合部のせん断に対する設計に関しては、現行 PC 規準にその記述はない。構造物の十分な耐震性能を確保する上で、接合部の設計は重要であることから、改定版では新たに同条項を追記することとした。柱梁接合部のせん断耐力算定は、PC 造技術基準（付録 2）のメカニズムが明らかでない場合の手法に従うものとしている。

4.5 設計例

今回の PC 規準の改定において、設計例は全面的に見直しを行っている。取り上げた建物としては、現在よく設計されている建物を設定した。設計例 1 では、場所打ち PC 造の 4 階建事務所とし、架構形式は純ラーメン構造で、長期荷重に対してはパーシャルプレストレスの設計としている。設計例 2 では、プレキャスト PC 造の 3 階建倉庫とし、架構形式は純ラーメン構造で、プレキャスト部材の接合は圧着接合としている。設計例 2 では PC 合成床板の設計についても示している。

これらの設計例では、改定された内容を網羅するとともに、設計実務の参考とすることができるように丁寧な解説を心掛け、設計のポイントや注意点についても触れている。

4.6 付録について

現行 PC 規準の付録 3 と付録 4 をまとめて新たな付録 3 とし、内容の更新を行っている。各種プレストレッシング定着工法に関しては、現状と合わなくなっている部分を削除するとともに、各種定着工法の設計施工指針および（公社）プレストレストコンクリート工学会発刊の「PC 定着工法 2010 年版」¹¹⁾を参照することとしている。また、付録 5 では PC グラウトや定着部の試験方法を、「PC グラウト設計施工指針」¹²⁾を参照して改定し、また付録 7 では最新の JIS に準拠した記述に改定している。

付録 8 に示したプレストレスとコンクリートの耐火性では、古くなった準拠法令の差し替えと、PC 鋼材など材料の耐火性に関するデータの追加と差し替えを行っている。

今回新しい付録 11 として追加した「プレストレスを導入した壁」では、主として PC 圧着工法による PC 耐震壁の文献を紹介し、圧着接合面の設計に関する提案を示している。具体的には、①接合面の設計用せん断力、②接合面の摩擦係数とせん断耐力、③ PC 耐震壁の曲げとせん断耐力、に対する提案である。なお、PC 耐震壁に関する実験や解析研究は非常にその例が少なく、現時点では、これらを汎用的な設計・施工法として示すことは困難であるため付録への記載に留めている。

5. おわりに

今回の大改定では、内容だけにとどまらず構成についても大幅な見直しを行い、より使いやすい規準を目指した。改定版の発刊ならびに講習会は 2022 年 3 月を予定しており、現在最終の調整を進めているので、どうかご期待いただきたい。

謝辞 PC 規準の改定作業は、（一社）日本建築学会の構造本委員会、PC 構造運営委員会傘下の小委員会および WG の委員各位により実施、検討されている。この場を通じて深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本建築学会：プレストレストコンクリート設計施工規準・同解説（1998 年版）
- 2) 日本建築学会 PC 構造運営委員会：プレストレストコンクリート設計施工規準の改定に向けて、2019 年度日本建築学会大会（北陸）構造部門（PC 構造）パネルディスカッション資料、2019 年 9 月
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所他監修：2009 年版プレストレストコンクリート造技術基準解説及び設計・計算例
- 4) 日本建築学会：プレストレストコンクリート造建築物の性能評価型設計施工指針（案）・同解説、2015 年
- 5) 日本建築学会：プレストレストコンクリート造建築物の保有水平耐力計算指針（案）・同解説、2020 年
- 6) 日本建築学会：鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、2010 年
- 7) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事
- 8) 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS10 プレキャスト鉄筋コンクリート工事
- 9) 岩田樹美・大野義照：鉄筋コンクリートスラブの簡易法による長期たわみ算定とその予測精度、日本建築学会構造系論文集、第 683 号、pp.130～137、2013.1
- 10) 岡本晴彦、太田義弘、岡田克也、菅田昌宏：プレストレストコンクリート造および鉄筋コンクリート造床スラブの統一化長期たわみ算定法、日本建築学会構造系論文集、525 巻号、PP.93-100、1999-11-30
- 11) （公社）プレストレストコンクリート工学会：PC 定着工法 2010 年版
- 12) （公社）プレストレストコンクリート工学会：PC グラウト設計施工指針 - 改訂版 - 平成 24 年 12 月

【2021 年 4 月 28 日受付】