

第 23 回 研究 発表 会 講演 概要

日 時 : 1983 年 11 月 2 日

場 所 : ブリヂストン美術館ホール

(1) 高強度 PC 鋼より線の諸特性について

坪野秀良, 倉内 実, ○小林 剛, 山岡幸男

破断強度が 210 kg/mm^2 の高強度 PC 鋼より線 (300K ストランド) が開発され, その機械的特性, 定着効率, 曲げ試験結果, 疲労強度, 応力腐食について述べている。

各種諸特性より, 300K ストランドは充分実用に供せられることがわかったとし, 300K ストランドの使用による以下の長所を挙げている。

- B種 270K 材使用より更に 10% の材料節約が可。
- ストランド本数の減少により, 配線, 緊張, グラウト作業等が減少する。
- 鋼材断面積比の減少により, コンクリートのクリープ等による鋼材応力減少量が減る。
- コンクリート断面積の小さな所へも大きなプレストレスが導入できる。

(2) PC 鋼材定着部の終局強度設計法に関する基礎的研究

鈴木計夫, ○中塚 信, 増田安彦

PC 鋼材定着部の設計法を終局強度設計法に移行してゆくためには, 現行の許容応力度設計法ではあまり考慮していない, 高応力持続荷重下での, あるいは地震時に想定されるような高応力くり返し荷重下での定着部の挙動を明らかにしておく必要がある。本報告では, 無補強定着部および補強定着部の高応力くり返し載荷試験ならびに無補強定着部の持続載荷試験を行い, これらによる定着部の挙動および考察を述べている。

無補強の試験体くり返し載荷試験によれば, 破壊強度に対する応力レベルが 0.85 以下では試験体の支圧耐力に及ぼすくり返し載荷履歴の影響はないと推定される。一方, 補強試験体の高応力くり返し載荷試験によれば, 応力レベルが 0.9 の場合には破壊に至らないまでも, それらの変形量がくり返しとともに発散的に増加する場合があるとしている。

(3) 逆対称曲げを受けるアンボンド PC 梁の曲げ解析

最上達雄, ○是永健好

アンボンド PC 梁に対する既往の研究は, ほとんどが鉛直荷重を対象としたものであるが, アンボンド工法を

主架構部材に積極的に取り入れるためには, 地震応力を対象とした逆対称曲げを受ける梁の挙動を研究しておく必要がある。実験に先立ち, 解析パラメーターを, 普通鉄筋量, 偏心距離, 有効プレストレスとして予備解析を行った結果について述べている。

解析の結果, パラメータの相違による PC 鋼材の引張力増分量および曲げ耐力への影響をかなり詳細に把握できたが, 塑性ヒンジ長さの仮定によって解析結果が異なってくることも考えられるので, 実験データを得たうえで詳細に検討する必要がある, と結んでいる。

(4) アンボンド PC 梁断面の曲げ破壊耐力略算法について

○六車 照, 渡辺史夫, 西山峰広

アンボンド PC 部材では, PC 鋼材とコンクリートとの間に付着がないため, 部材断面において平面保持の仮定が成立しない。このため部材全長にわたるコンクリートと PC 鋼材の変形適合条件を用いることが必要となるが, これによって実際の数値計算を行うことは, 非常に複雑かつ繁雑である。

本研究では, PC 鋼材とコンクリートとの曲げ破壊時変形適合係数 (F 値) を導入した曲げ破壊耐力略算法を提案し, 単純梁にこれを適用した場合について考察している。

精算例との比較から, F 値 (0.15~0.2) を用いることにより, 梁部材の曲げモーメントを容易に求めることができる。

(5) 横拘束コンクリートによるアンボンド PC 部材の力学的性質改善

○六車 照, 渡辺史夫, 西川公敏, 幅伊佐男

アンボンド PC 部材では, 曲げひびわれ分散性が極めて悪い, という本質的欠点があるため, 横拘束コンクリートによる部材の曲げ靱性に対する改善効果が損なわれる。本研究では, ひびわれ分散用普通鉄筋を挿入することにより, 曲げ破壊時の変形集中を避けられるかどうかについて曲げ変形解析を行い, 実験結果と比較した。

解析結果と実験結果はよく一致しており, 引張鉄筋を配置することにより, アンボンド PC 部材に起こりがちな, ひびわれ集中, ひいては曲げ破壊時の変形集中を緩

報 告

和し、PC 鋼材を有効に使うことができるが、一方では曲げ靱性が損なわれることになる。これを補うために高強度スパイラルフープによる横拘束コンクリートの使用は極めて有効である。

(6) PC III 種の鉄筋応力の測定(桜井線ボケラ B)

小須田紀元, ○石川里博, 山下哲郎

桜井線の高架化に伴い、従来鉄筋コンクリートの適用スパンであったスパン 16.2 m の桁に対し、桁高制限が厳しいことから、経済性を考慮し、PC III 種での設計が採用された。

本報告は、PC III 種で設計されたボケラ橋における鉄筋応力の影響を調査するために行ったコンクリートの乾燥収縮、クリープによる鉄筋のひずみ測定の結果について述べている。測定結果より、PC III 種では PC I 種に比べ、軸方向鉄筋が多いため、乾燥収縮、クリープによる鉄筋の圧縮力が大となり、設計上無視できない値であることが確認できた。なお本報告は版上静荷重、列車荷重が載荷されていない中間状態でのものであり、コンクリートに引張は生じていない。

(7) 緊張管理に関する統計的考察 (1)

(8) 同 上 (2)

石橋忠良, 小林明夫, ⑦中原繁則, 土井 進, ⑧長田晴道

PC 工事の中で重要な作業の一つとなっている緊張管理は、現在試験緊張による複雑な方法をとっている。本報告は、最近施工された多数の鉄道橋の緊張資料を基に簡素化した緊張管理手法を提案している。

解析の結果として以下の 6 点を挙げている。①試験緊張より求められる摩擦係数および PC 鋼材のヤング係数は、平均値付近に多く分布している。②摩擦係数とケーブルのマーク点までの距離および曲げ上げ角度には一定の傾向は認められない。③伸び率とケーブル長さおよび曲げ上げ角度の間には一定の傾向は認められない。④桁端緊張力と伸び率との間には正の相関性がある。⑤設計緊張力と本緊張での引止め線との交点のマノメータの読みより逆算した推定緊張力との関係は、ばらつきがあるが一定の傾向がみられる。⑥最終緊張力と引止め点での緊張力の関係は大きいところでは約 10% 程度引き越されている。また、設計緊張力と桁端緊張力、桁端緊張力と伸び率の関係は一定の傾向にある。

以上の解析結果より新しい緊張管理方法として以下の方法を提案している。ケーブル形状より設計緊張力 P_j と引止め点での緊張力 σ_m との関係式および σ_m と伸び率 $\Delta l/L$ との関係式を算定する。次に、 σ_m と $\Delta l/L$ との管理限界を決め、Pull in を考慮して σ_m , $\Delta l/L$ を補正する。現場では Δl , σ_m の直進性を確認しながら緊張管理を行う。

なお、この方法によって現場測定を行った結果、従来の方法とほぼ同じ値を得た、としている。

(9) プレストレストコンクリート部材の変形性状に関する研究(その 4 変形性状の定量化)

(10) 同 上(その 5 既往の設計式との比較検討)

本岡順二郎, ⑨北口雄一, 末次宏光, 中山 優
⑩浜原正行, 岡田 満, 根岸 徹

(その 4 変形性状の定量化)

筆者らが昨年行った実験に引き続き、PC 梁の塑性変形性状の定量化をはかろうとするものである。今回取り上げた実験要因は、①せん断スパン比、②普通鉄筋の鋼材係数が全鋼材係数に占める割合、である。PC 梁の荷重-変形曲線を 4 本の折線で近似して、降伏部材角、終局部材角、限界部材角について各要因との相関性を検討し、推定式を提案している。更に実験値と計算値を照査して精度の確認を行った結果、変形の推定式としては比較的高い精度を有していることが明らかとなった。

(その 5 既往の設計式との比較検討)

(その 4) で提案した推定式と既往の設計式との比較検討を行い、両者の違いについて言及したものである。

既往の設計手法に用いられる靱性等級を規定する靱性率を定量的にとらえ、ある靱性等級を確保し得る鋼材係数の許容値 (q_{cr}) と普通鉄筋の鋼材係数が全鋼材係数に占める割合 (q_r) の関係より、以下の 3 点を指摘している。① q_{cr} の値は文献による方法では 0.35 程度となり今回の解析によると 0.05~0.15 である。② q_r が増加すると q_{cr} は文献ではわずかに減少するが、今回の解析では逆の傾向を示す。③ 文献によると鋼材係数が同一であるならばプレストレス応力レベルが高いほど材の靱性が向上する。

(11) 矩形開口を有するプレストレストコンクリート部材の強度と変形性状に関する実験的研究(その 1 無補強部材の性状)

(12) 同 上(その 2 補強部材の性状)

本岡順二郎, 浜原正行, ⑩中山 優, 岡田 満
北口雄一, ⑩根岸 徹

(その 1 無補強部材の性状)

ダクト貫通を想定した矩形開口を有する無補強 PC 梁の強度、剛性および塑性変形性状について実験を行い検討したものである。実験要因は、①せん断スパン比 (a/D)、②開口部長さに対する梁せい比 (l_0/D)、③開口部長さに対する開口部高さ比 (l_0/h_0)、④開口部位置 (X/a)、とした。

観察された破壊モードは、曲げ降伏後のコンクリート圧壊および対角線状せん断破壊、曲げ降伏以前の対角線状せん断破壊および隅角部の圧壊の 4 つで、一部を除い

て既往の式では推定できなかった，としている。

(その 2 補強部材の性状)

(その 1) に示した試験体の開口周囲に鉄板ブレース補強を施し，その補強効果を実験的に検討したものである。実験要因は，① 開口長に対する開口高さの比 (l_0/h_0)，② せん断スパン比 (a/D)，とした。

破壊モードは，いずれの場合も曲げ降伏に至った後コンクリートの圧壊，主筋の座屈によるもので，耐力低下はかなり緩やかで補強鉄板近傍での局部的な破壊もみられなかった。

実験・解析の結果，鉄板ブレースによって補強された PC 梁試験体は無開口のそれと同等の力学的性能を有している，としている。

(13) PC 版の耐衝撃性向上に関する研究

藤井 学，○宮本文徳

耐衝撃性等の動特性が RC 構造より劣ると考えられている PC 構造について，種々の限界状態に及ぼすプレストレス量，PC 鋼棒の配置間隔の影響および版の靱性，ひびわれ拘束性，かぶりコンクリートの飛散に及ぼす鋼繊維混入の影響に関して検討を行ったものである。

PC 版を用いた静的試験と衝撃試験の結果，① 衝撃破壊荷重は静的破壊荷重より小さい。② 鋼繊維を混入しない版は衝撃荷重下で押抜きせん断を起こしやすい。③ 鋼繊維混入により，ひびわれによる急激な剛性低下を防ぐ。④ プレストレス量の増大，鋼繊維の混入により任意のたわみを生じさせるのに必要な外部エネルギーは大となる，と述べている。

(14) 円形スパイラル補強筋を用いたプレストレストコンクリート住宅 (その 1 設計について)

鈴木計夫，橋本信央，○松下保彦

コンクリート系プレハブ住宅は壁式構造のものが発売されているが，プランニングと外観デザインの自由度が低いことなどからあまり普及していない。

この欠点を改め，住宅に対する新しいニーズとして 2 世帯住宅を実現するため，プレキャストプレストレストコンクリート部材を用いた 3 階建の組立てラーメン構造住宅が開発された。

なお，柱には円形スパイラル補強筋を用いて地震時のじん性を確保している。

(15) 円形スパイラル補強筋を用いたプレストレストコンクリート住宅 (その 2 実験的検討)

鈴木計夫，○中川隆夫，中塚 信，橋本信央
松下保彦

(その 1) で設計されたプレストレストコンクリート組立て構造の実大実験報告である。

実験は建築基準法における 1 次設計，2 次設計に対応

する荷重を対象にして正負のくり返し載荷を行い，それぞれの設計荷重に対し 1.2~1.7 倍の安全率を確認するとともに，1/20 程度の大変形くり返し実験により円形スパイラル補強筋の効果をj確認している。

(16) PCR 工法の結合部に関する実験

小須田紀元，新山純一，松橋憲男，○広実正人

PCR 工法は線路下横断工法の一つとして開発されたもので，従仮設材として用いられたパイプルーフにかかわって，プレキャスト PC 桁(横桁)を線路下の地中に圧入し，この両端を線路方向の主桁と結合して支持する構造の施工法である。上載荷重を仮受けする横桁を本体構造物とするため土被りが小さくてすみ，施工中の列車運行を阻害しないという利点がある。主桁と横桁は PC 鋼材により結合されるが，この結合部の横桁から主桁への荷重伝達機構は必ずしも明らかではなく，これまで主桁から突起コンクリートを設けて対処してきた。この実験は結合部の曲げ試験から，突起コンクリートの効果を明らかにし，その設計法について提案せんとするものである。

(17) PRC はりの長期曲げ性状について

鈴木計夫，○大野義照，栗田佳彦

PRC 部材の長期曲げひび割れ幅は，コンクリートのクリープおよび乾燥収縮によって経年的に増大する。この事実を定量的に把握するため，筆者らは前回(第 21 回)に鉄筋応力が長期許容応力度レベルでの曲げひび割れ幅の算定法を提案したが，今回は実際の設計において鉄筋応力が長期許容応力度よりかなり小さくおさえられる事実をふまえ，鉄筋応力と曲げひび割れ幅に着目した持続載荷実験を行い，実験式にまとめて提案している。

(18) 「特別講演」設計者の意図と PC の基本

御子柴光春

本論に入る前に「肥後の石工」と題する道路公団の同僚からもらった思い出の本につき，岩永三五郎と称する石工が職人の技術に一生を賭ける一代記物語の話があった。本論ではまず橋梁設計者の意図として考えなければならない事柄として次の三点が挙げられた。すなわち，1) 橋をかける目的をはっきり掴むこと，2) 架橋地域の環境条件を十分調査分析し評価すること，3) 設計者の意図を施工者に十分わかってもらうこと。更に橋の設計に当たり，PC の基本としてはまず，せん断破壊に対する補強を第一に考えること。次いでスライドにより，代表的な海外の PC 橋の設計・施工例につき説明があり，大変興味深く有意義であった。

(19) 滑りゴムシューおよびソールプレートの各種確認試験

小須田紀元，西山佳伸，渡部和也，○吉本 理
コンクリート鉄道橋ゴムシューの設計に際し，国鉄で

報 告

は「コンクリート鉄道橋ゴムシューの手引き」によって行われるが、PC 連続桁のように残留クリープ、乾燥収縮量および温度変化移動量の多い場合、経済的なゴムシューを使用する時は、滑りゴムシューを設計することになる。

滑りゴムシューの構造で問題となるのがステンレス板付鋼板のソールプレートで、ステンレス板と鋼板の接着性能、鋼板の変形が摩擦に及ぼす影響等である。そこで国鉄では最初に使用する東北新幹線第 1, 第 2 栄町 Bi の滑りゴムシュー構造について確認試験を行ったものである。

(20) SPC 合成構造による三郷浄水場

田辺恵三

柱と桁方向梁を鉄骨鉄筋コンクリート造としてスパン方向梁と床をプレキャストプレストレストコンクリート造とした構造を、SPC 合成構造と名付け、設計方針、施工法、適用性についての発表が行われた。

スパン方向大梁はプレストレスにより剛接合されており、柱がじん性な鉄骨鉄筋コンクリート造であるので、耐震性能があり、中層以上のプレストレスト構造に適した構法であると述べている。

(21) プレストレストコンクリート造円筒壁の水平加力試験

町田亘寛, ○加藤武彦, 渋谷 哲

本報告は原子炉建屋を対象とした RC 造および PC 造円筒壁試験体のせん断耐力および復元力特性を把握するため行った水平加力実験についてのもので、試験体は実機の 1/30 程度である。試験体一覧表、コンクリートの材料特性表が示され、コンクリートは最大粒径 10 mm の豆砂利を、鉄筋は SD 35 を使用。試験体はすべて一体打ちとし、円周方向は 9.3φ アンボンド PC 鋼より線を躯体の外側へ巻き、180° ごとにプレストレスを導入、また縦方向は壁心に 9.2φ アンボンド PC 鋼棒によって導入している。実験は試験体を反力床に固定し、試験体頂部に変位制御で水平加圧している。測定は変形、鉄筋ひずみ、ひびわれ幅について行い、同時にひびわれ発生状況の観察が行われている。実験結果と計算値との比較が述べられている。

(22) 長大ケーブルのグラウト注入試験

西山佳伸, 山本勝人, ○栗田敏寿, 松本勝也

本試験は 140 m の長大ケーブルを使用した実物大の試験体で、最近開発された混和剤を使用して実施されている。試験は連続スパンを想定し、山と谷を設けている。

本試験によると、端部片側注入で一度に全長に注入することは困難であるが、注入口を移動することにより全

長にわたり注入できた。谷と山のある連続ケーブルでは、排気孔を適切な位置に配置すればグラウト欠損に対して有効である。

(23) 低温下に於る RC および PC 円環体の熱応力に関する研究

加藤武彦, 林 憲正, ○渡部 聡, 橋本公作

低温下におけるコンクリート部材の熱応力の評価の研究は近年多くなされているが、定量的な把握や検証に関してはあながち充分とは言えない。一方、温度荷重が支配的な構造物では、剛性変化を考慮し、熱応力を算定するよう定めた設計指針も見られるが、その具体的方法、数値は一般的になっていない。本報告では RC および PC 円環体の内側を冷却して熱応力を発生させる実験を行い、温度荷重下の円環体の挙動について検討した結果について述べ、構造物設計の際の一資料にせんとするものである。実験の結果、変位、熱応力ひずみ、ひび割れについて詳しく述べられている。

(24) セグメントによるトンネルライニングの緊張システムの開発

池田 弘, ○本田 勉, 河村彰男

シールド工法のセグメントライニングにプレストレスを導入することにより、継手の剛性増加による耐力の向上、リング変形の減少、短期荷重除荷後の復元性の向上、止水性の向上がはかられる。以上の効果により、2 次覆工の省略の可能性を考慮した研究開発の報告である。

独創的な緊張システムを開発し、外径 7 m, 幅 90 cm, 厚さ 30 cm の平板型の試験体で緊張試験および載荷試験を行っている。

(25) バイプレ方式による PC 桁の設計について

北原隆司, 渡部 篤, ○海津誠昭

ポストテンション方式とポストコンプレッション方式を併用したバイプレストレス方式を定義付け、単純桁を例にとり、桁高を最小にする断面形状の選定法を提案したものである。

本方法は、まず従来の PC 曲げ部材の断面算定式に PC 圧縮鋼材の影響を加味し、プレストレス導入直後と設計荷重時における許容応力度からプレストレスの限界範囲を算定する。次に、導入直後と設計荷重時の限界プレストレス力の比を限界有効係数とし、これを実際の有効係数に一致させることにより、桁高を最小化できている。

支間 30 m のプレキャスト単純桁の試算では、バイプレ方式を用いれば、桁高/支間比が 1/35~1/40 まで可能であるという結果を得ている。

(26) 400 t ディビダークストランド工法の開発

夏目忠彦, ○岩瀬 明, 中上昌二郎, 竹田哲夫
赤崎重雄

マルチストランドシステムによるディビダークストラ
ンド工法の実用化を目的とした諸実験結果の報告である。

定着部破壊強度試験では、使用時の定着部応力状態と
ひびわれ性状および終局時の破壊耐力の検証を行い、定
着部の耐荷性能を確認している。

定着部ジャッキ装着緊張試験では、実際にジャッキを
装着し、定着部の耐荷性能およびセット量を確認してい
る。

摩擦係数等測定試験では、長さ 40 m 程度の 3 種類の
テストベッドを使用し、ストランドの挿入から緊張・グ
ラウトまで一連の施工実験を実施し、その施工性を確認
するとともに、摩擦係数 μ , λ の実測値と示方書の示す
設計値との対比を行い、設計値の妥当性を確認してい
る。

以上の実験から本工法の実用化がはかられたものと報
告している。

(27) PC ボックスカルバート設計施工

中原繁則, 大石辰雄, ○高橋静雄

盛線が釜石駅に乗り入れられるに伴い、専用地下道を
建設することになり、既工法では地形的、工期的に難しい
ことからプレキャストブロック工法(PC ボックスカル
バート)を採用した。国鉄では初の事例のため、特に函
体設置、接合部の防水確保および下床版下面の注入につ
いて施工法を検討の結果、問題ない施工ができた。

今回の施工法は、線路下カルバートの急速施工および
施工スペースの縮小が可能であり、大断面カルバートへ
の応用も期待できる。なお、PC 函体は今後の研究によ
り PC 鋼材使用量の低減が可能と考えられる。

(28) 門崎跨道橋の設計施工の概要とタワミの測定結 果

宮下 力, ○真辺保仁, 鶴田治行, 岡島武博

本橋は、県道鳴門観潮線が本州四国連絡橋、神戸～鳴
門ルートを跨ぐ S 字状の平面線形の跨道橋で、橋長 69.6
m という国内では最大クラスの単純桁の曲線橋である。

設計施工に当たり、本四公団、学識経験者および施工
者の三者による「門崎跨道橋研究会」を設置し、設計施
工上の諸問題について検討を行った。

本橋は、平面的に S 字状で、橋長も 69.6 m、1 径間
という類似のない構造物で、桁下と本線の建築限界との
余裕量が 95 mm と少なかったため、特に下方向のタワ
ミについては研究会でも話題となり、施工管理には注意
を払った。

(29) 豊後橋 PC 斜張橋の施工について

古賀則光, 織戸鉄太郎, ○小川 皓

本橋は、福岡県北九州市小倉北区大手町～中島地内に
位置し、県管 2 級河川紫川に架橋される、2 径間連続ホ
ロースラブ PC 斜張橋である。

橋長; 75.7 m, 支間; 2@37.45 m, 幅員; 車道 9.0 m,
歩道 2@3.5 m=7.0 m

現地測定試験として、施工中の斜材張力、および主桁、
塔の応力、タワミの測定を行い、設計計算との裏付けを
とるとともに、橋体の安全施工のための指標とした。

また、実在 PC 斜張橋の振動特性を知り、今後の合理的
な耐震設計を行う目的で振動実験を行い、理論解析と
比較検討した。今後、供用後の追跡測定試験を定期的
に行い、主桁、塔のクリープ挙動の計測を行う予定であ
る。

* * *

以上、特別講演を含め 29 題目の発表でした。例年題
目も増える一方で、このため発表者の時間もお 1 人 12
分前後となり、一般の方々の質疑応答の時間も不足気味
だったのでなかったかと案ずる次第です。なお、この
研究発表会は例年 11 月の初めに行われる年中行事の一
つで、協会では編集委員会の所管事項として司会進行等
一切を編集委員が担当して行います。上述の講演の要約
も司会担当の委員の方々がまとめられたものでありま
す。講演の内容は過去 1 年間における研究成果および特
殊工事の報告であります。これらはみな技術協会賞
(論文部門)の対象候補になることを申し添えておきま
す。本日の発表内容はいずれも「エクス」なので、編集
委員会では協会誌に更に詳細に発表をお願いしてあり
ますが、その節はよろしく願いいたします。協会では、
当日の第 23 回講演概要集(1500 円, 送料 250 円)を
発行しておりますので、当日出席できなかった方々のた
め、その講演の内容を上述の要約を読んで知って頂き、
概要集のご利用をお勧めする次第です。

編集委員の皆様ご苦勞様でした。(事務局より)