

施工状況写真(平成4年9月)

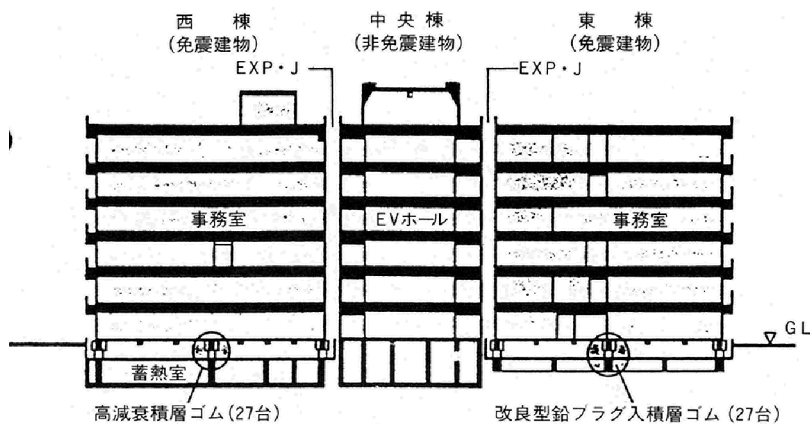
—中部電力(株)火力センタービル—

本建物は、異なった免震装置(改良型鉛プラグ入積層ゴム、高減衰積層ゴム)を採用した免責ツインビルです。

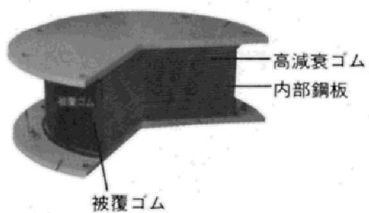
設計用標準せん断力係数は $C_0=0.15$ を採用しています。非免責建物に較べて応答加速度は $1/3 \sim 1/2\% \sim \% \sim$ 、層間変形角は $\% \sim \% \sim$ になっています。

本建物で得られる実証試験、地震観測のデータは、将来の重要電力施設等への免震技術の展開に大きく寄与することになります。

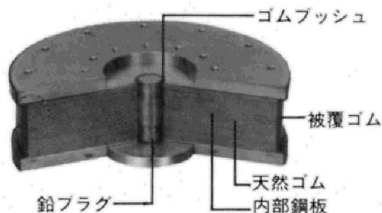
東棟、西棟それぞれの設計者が違うために評定時には、その調整に苦労しましたが、工事の方は、平成5年5月竣工をめざして現在急ピッチで進められています。



断面図



西棟免震装置(高減衰積層ゴム)



東棟免震装置(改良型鉛プラグ入積層ゴム)

寺前 博(鹿島)
 石川 二巳穂(清水)

国際展示場3号館(仮称) の構造設計

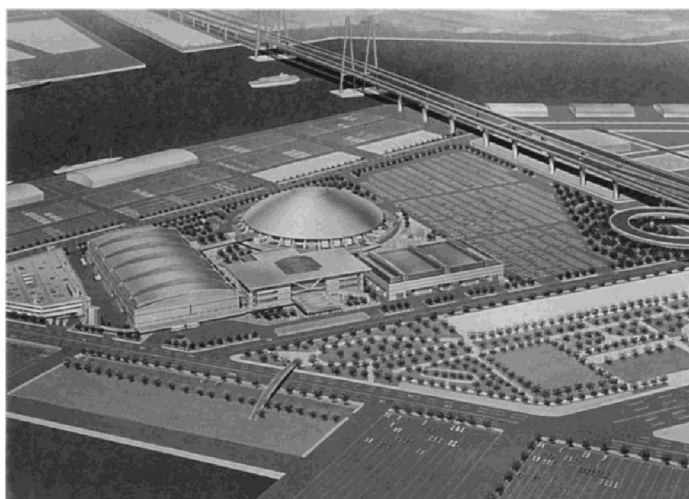
日建設計名古屋事務所
桐山 宏之

1. はじめに

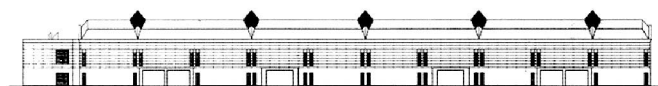
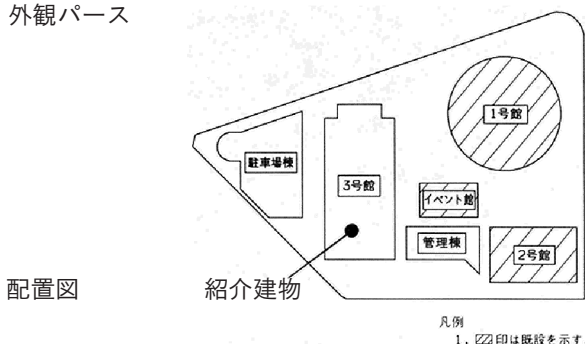
国際展示場は1973年に円形の1号館が完成し、以後順次増築が重ねられてきたが、今回3号館、管理棟、駐車場の3棟の増築が行われることになった。工事は1993年9月末の完成を目ざして進行中であるが、ここでは、75m×180mの展示スペースを有し、大スパン構造の一例となる3号館の構造設計について紹介する。

2. 建物概要

建物名称：国際展示場3号館（仮称）
 建設場所：名古屋市港区金城埠頭2丁目2番地
 建築面積：17,415.94㎡
 延床面積：19,208.66㎡
 階数：地上2階（1階床下にトレンチ）
 軒高：GL+17.735m
 構造：1階 鉄骨鉄筋コンクリート造
 2階 鉄骨造
 基礎 PHC杭打地業 500φ（90t/本）
 設計：名古屋市建築局営繕部営繕課
 日建設計名古屋事務所
 施工：竹中・鉄建・東亜・矢作・日東JV
 工期：1992年7月～1993年9月



外観パース

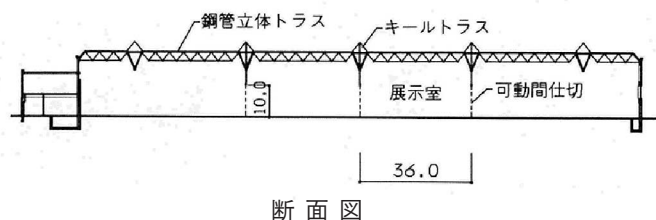
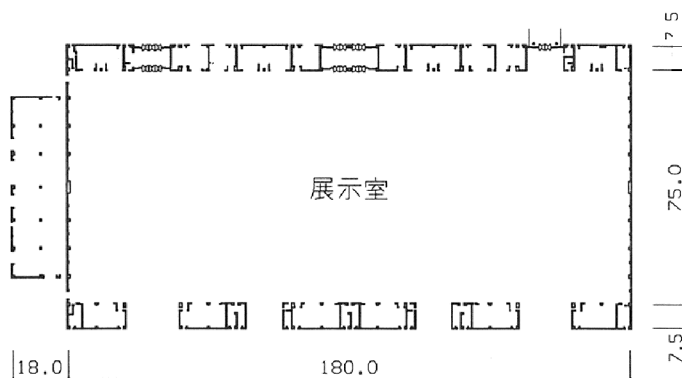


立面図

3. 構造概要

3号館は、75m×180mの展示室を有するが、2分割および3分割での使用を想定して可動間仕切が設けられている。この可動間仕切の重量は80kg/㎡あり、75m全長では約60tになる。展示室屋根の構造は、可動間仕切の荷重を合理的に支持し、かつ軽快感を与えることを意図して、キールトラスと鋼管立体トラスの組合せで構成した。

具体的には成5.5mの逆三角形のキールトラスを可動間仕切の配置に合わせて36m間隔に5台設け、キールトラスの間に成2.75mの立体トラスを架けている。75mスパン中央でキールトラスに直交する梁は、成2.75mの四角形断面を有し、キールトラスの横補剛材と立体トラスの平面を、正方形にする目的を兼ねたサブ的なキールである。キールトラスの建方は、スパン7.5mの下部構造の躯体工事完了後に開始し、立体トラスの建方完了後



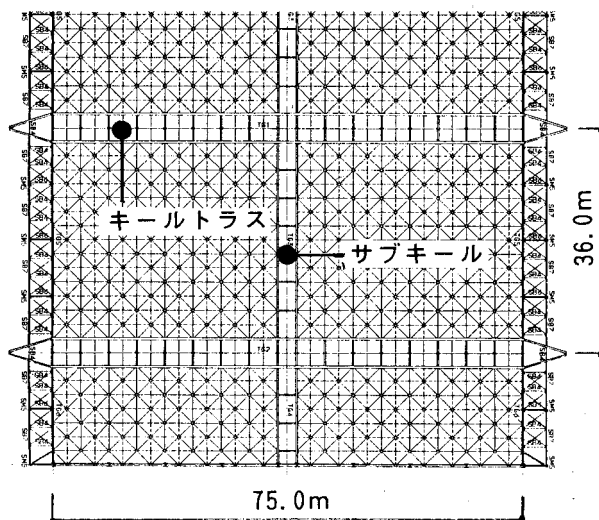
ジャッキダウンを行う計画である。キールトラスの設計条件は、キール自重+立体トラス自重に対して単純梁、以後の荷重に対しては下部構造と4ヶ所でピン接合とした半固定梁としているが、半固定による端部の回転モーメントに対しては下部構造の重量で抵抗させている。ジャッキダウン時にはキールトラスは約1.5cm外側へ移動し、①④端では上方へ約1.5cmはね上がることが予想されるので、キールと下部構造の接合部はこの変形を考慮したディテールを採用している。

立体トラスはNSトラスを採用しており、トラスのピッチは経済性の点から4.5mのグリッドとした。主たる弦材は114.3φ、139.8φ、ノード径は200φである。

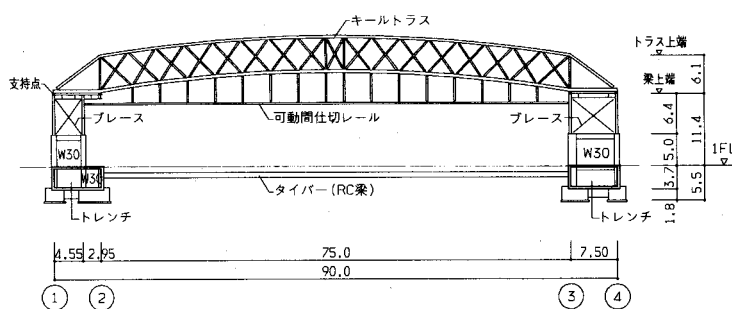
4. 基礎設計

敷地地盤の構成は、上部25mまでは沖積層の粘土、細砂が続き、その下に洪積層の粘土と砂の互層が存在する。沖積粘土は極めて軟弱であるが、GL-25m~GL-35m付近の洪積粘土の一軸圧縮強度が2 kg/cm²以上あり、充分マサツ抵抗が期待できるので、建物基礎は既製杭を用いた杭基礎（油圧ハンマー打撃工法）とした。杭の設計用支持力は500φで90tである。

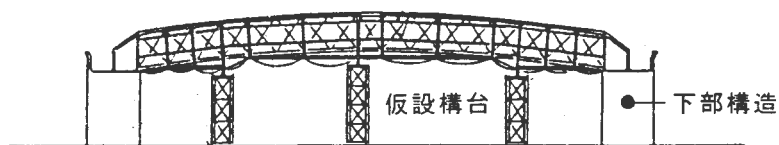
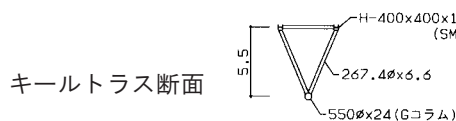
展示室では展示物の荷重以外に、運搬用車両の走行荷重がかかる。この荷重に対しては、経済性を考慮して、サンドドレーンによる沖積粘土層の地盤改良に対応することとした。プレロードは設計用の積載荷重5t/m²から、盛土高2.7mとし、約5ヶ月載荷した。サンドパイルは直径40cm、ピッチ2.5mとしたが、約70cmの沈下量が観測され、概ね計画通りの改良効果が得られた。



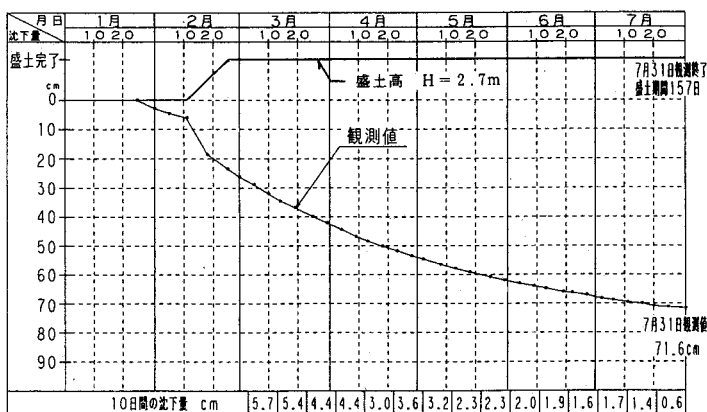
屋根伏図



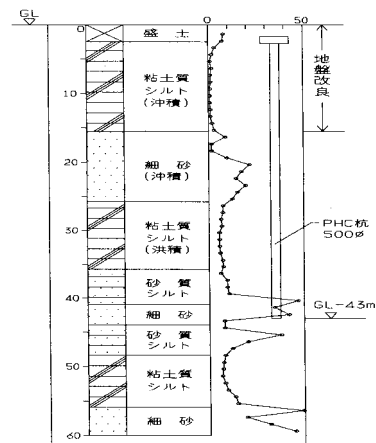
軸組図



鉄骨建方計画図



沈下量 実測データ



柱状図

私の博士学位論文

渡辺 誠一

論文の題目は「プレストレストコンクリート不静定架構のクリープ応力解析に関する研究」と舌をかみそうな長ったらしいものであるが、簡単に内容を言えば、プレストレストコンクリート（以下PCと略記）ラーメン構造について、その構成部材が、乾燥収縮も含めてプレストレスや載荷荷重などの持続応力により、時間の経過とともにクリープ変形を生ずる。そのクリープ変形によって当然ラーメン架構にはクリープ応力が生じ、しかもそれは時間の経過とともに変化していくことになる。そのクリープによる架構応力をできるだけ正確に計算する。すなわち解析法を確立したという次第であります。以下、もう少し順をおって詳しく紹介致します。

この論文は7章から成っております、第1章では、コンクリートのクリープと構造物におよぼす影響に関する過去の研究と本研究の目的と概要を述べました。その中でコンクリートのクリープおよび収縮のコンクリート系部材および架構の挙動におよぼす影響は、古典的基本則である Davis - Glanville 則および Whitney 則に基づいて解析されてきたが解析結果と実測結果とは必ずしもよい一致を与えず、今日では遅れ弾性ひずみ、フローひずみおよび回復クリープひずみの3つに基づく研究が必要となっていることを述べた。

第2章で遅れ弾性ひずみおよびフローひずみからなるクリープ表示式（新表示式）によるコンクリートのクリープひずみを忠実に表現する表示式について述べ、プレストレストコンクリート部材断面にプレストレスだけが作用する場合を例にとり、プレストレスカ減衰解析を行って回復クリープひずみの影響度を検討し、回復クリープの影響はきわめて小さく実用上は無視して差し支えないことを明らかにした。また計算例により、クリープの古典表示式と新表示式による比較から古典表示式による計算値は新表示式による値より小さく危険側にあることを明らかにした。

第3章では、乾燥収縮の影響も考慮したPC静定部材のクリープ変形計算式および部材の等価クリープ係数を新クリープ表示式を用いて導出した。

第4章ではコンクリート系不静定架構のたわみ角法によるクリープ応力解析に必要な持続応力によるコンクリート系部材のクリープ変形計算式を導き、部材としての等価クリープ係数を定義した。

第5章では第3章、第4章で求めた部材としての等価クリープ係数を用いてPC不静定架構のクリープを考慮した、たわみ角法基本式を導き、これによる架構の解析法について述べた。

第6章では筆者が設計したPC造卸売市場架構のPCはりPC柱について、8年間にわたるクリープひずみ実測を行った結果を用いてクリープ係数の推定をし、さらに本研究で導いた不静定架構のクリープ応力解析法を適用し、クリープ応力解析を行い本研究における解析法の適用性を論じた。

第7章で以上の研究を要約し得られた成果についてまとめたものである。

第6章の結果を簡単にいえば実測値から推定したクリープ係数の最終値については、日本建築学会PC設計施工規準の規定値とよい一致を示したがクリープ進行については学会規定式では載荷後の早期材令において進行が早く、推定クリープ係数曲線と著しく相違すること、一方CEB-FIP'78モデルコード規定では最終値予測は1.2倍と実測値より大きくなったが、その進行は両者はほぼ相似な曲線であることが明らかとなった。したがって、架構のクリープ挙動解析に使用するクリープ係数曲線については学会PC規準による最終値を用いCEB-FIP'78モデルコードの曲線形を使用するのが妥当である。

また、実測値と本研究によるクリープ応力解析法による解析値とは、プレストレス導入時の弾性ひずみの大きい部位では、きわめて近い値となったが、弾性ひずみの小さい部位及び、プレストレスの導入されていない柱部材では必ずしもよい一致を得られなかったが、全体からみて、本論文で導出した不静定架構のクリープ応力解析法は、実構造物のクリープ挙動をよく説明できるものと結論された。

◎コンクリートのクリープ新表示式

- 時間 t_1 より載荷した場合の任意時間 t におけるクリープ係数

$$\phi_{t-t_1} = \phi_d(t-t_1) + \phi_f(t) - \phi_f(t_1)$$

ここに、 $\phi_d(t_2-t_1)$: 遅れ弾性クリープ係数で除荷時にはすべてが回復するものとする。

$\phi_f(t_2) - \phi_f(t_1)$: フロークリープ係数で除荷時には、そのまま永久ひずみとして残る。

- 時間 t_1 で持続載荷し、 t_2 で除荷したクリープ係数

$$\phi_{t-t_1} = \phi_d(t_2-t_1) \left\{ 1 - \frac{\phi_d(t-t_2)}{\phi_{dn}} \right\} + \phi_f(t_2) - \phi_f(t_1)$$

ここに、 ϕ_{dn} : 遅れ弾性ひずみの最終値

- 漸減応力の場合のクリープひずみ基本式

$$\Delta \varepsilon_{t-t_1} = \frac{\sigma}{E_c} \phi(t-t_1) + \frac{\Delta \sigma_{t-t_1}}{E_c} + \frac{1}{E_c} \int_{t_1}^t \Delta \sigma_{\tau-t_1} \frac{d\phi(\tau-t_1)}{d\tau} d\tau$$

$$- \frac{1}{E_c \phi_{dn}} \int_{t_1}^t \Delta \sigma_{\tau-t_1} \frac{d[\phi_d(\tau-t_1) \phi_d(t-\tau)]}{d\tau} d\tau$$

第3項までは漸増応力の場合と全く同じで第4項が回復クリープひずみを表す。

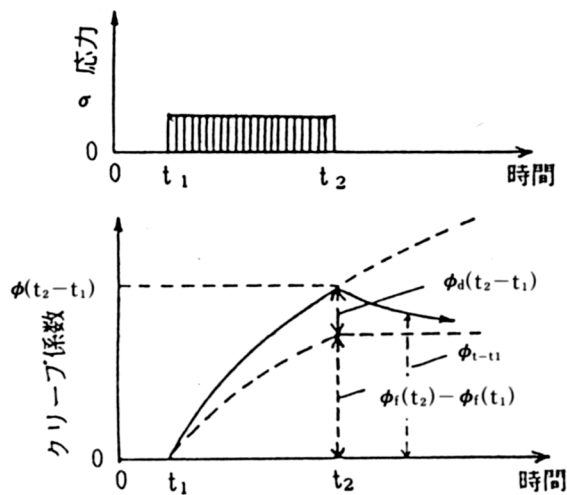


図-1 t_1 より載荷 t_2 で除荷した場合のクリープひずみ (クリープ係数で表示)



御売市場風景
クリープ測定を行った 24m スパン PC ばり

『土と地盤を考える』

私たちは技術に定評のあるプロ集団です。

業 務 内 容

土質と地質の総合コンサルタント
地質調査、地下水調査、これに関する各種試験及び電算解析、
薬液注入工事、グラウト工事、及び各種ボーリング工事



富士開発株式会社

本 社 名古屋市千種区唐山町3丁目30番地
〒514 電話 <052>781-5871
FAX <052>781-5898

三重営業所 津市浜見町700-42
〒464 電話 <0592>23-3060

福岡ドーム見学会

鹿島 服部 明人

(社)日本建築構造技術者協会の本部事業委員会の主催で、9月10日～11日に福岡ドームの見学会が計画され、北は北海道支部から南は九州支部まで日本全国から約140名の参加者がありました。当日は福岡に集合しバスで福岡ドームを見学いたしました。福岡ドームは3年前に「よかとピア」が開かれたすぐ隣の敷地である福岡市地行という、桶井川と菰川に挟まれた埋立地に建設中です。建築主は福岡ダイエー・リアル・エステートというダイエーの子会社、ドームの設計と施工は竹中工務店と前田建設工業のJVで、総工費約760億円のビックプロジェクトです。

まず現地に着き工事中のドームを見たとき、まわりに建物が少ないためあまり大きいとは感じなかったのが第一印象でした。すぐPR館に案内され、ビデオと模型で全体の説明を受けました。その時PR館に設置されていた椅子は実際ドームに設置される物であり、東京ドームの椅子より大きく間隔が広いゆえゆったりと座れる座席でした。その後、竹中工務店と前田建設工業の人達に案内され現場を見学いたしました。最初に受けた印象は建物に近付くにつれ薄れていき、巨大な壁が迫って来るように思えました。設計者のスケールでいえば、アーバンスケールが私の第一印象であったのだと思いました。

階段を上りドームの観覧席へバックネット側から入ると、現在屋根のトラスを施工中のため広い野球場が狭く感じられました。屋根の高さは中心部で68.08mでトラスの梁せいが約4mと説明を受け、屋根を見上げると何となく鉄の塊のように感じられました。直径222mのドーム屋根は3分割しその1枚が固定され、他の2枚が開いた時その上に重なるように設計され、その2枚が走行路の走行台車を使って巡回移動し、ドームの屋根が閉じるようになっていました。トラスは上下弦材にH形鋼、斜材・束材に鋼管を用いたラメラトラスで節点に部材が集中するため、特別に開発された鋳鋼ノードを用い最大13本の部材が取り合えるよう工夫されていました。また、各屋根の挙動による相互の接触を避けるために屋根頂部に制震ダンパーが設置されていました。上部構造で設計者が一番苦労したのは、走行台車が機械的の精度に対し走行路及び屋根架構が建築的の精度のため実際動かすまでが大変であると説明され、他人事ながら「大変だな」と感じました今年10月には鉄骨工事が完了し、サポートがジャッキダウンされるそうだがその時立ち合ってみたいとおもいました。ジャッキダウンすると屋根の頂部で水平で20cm、鉛直で40cmも変形す



全 景

るそうです。

下部構造は上部構造の屋根からくる力に対して有効にきかせるため、形を真円形としバランスよく耐震壁を配置し、上部からくるスラストカを柱や大梁のラーメン架構にブレース架構を加えた“形”による抵抗を基本的な考え方として採用していました。その後、ドームを半周しセンター側からドームの球場内に入り自分が選手になった気持ちでホームベース方向を見ると凄く遠方にバックネット側が見え、ドームの大きさを実感いたしました。現在工事は来年3月完成に向け、着々と進んでいました。

ドームのまわりには、ショッピングセンターと遊戯施設の機能を持つファンタジードームとシーザー・ペリーがコンペで当選したホテルの計画があり、95年春竣工予定で計画が進んでいます。もしドームが開閉式でないとすればラメラトラスの梁せいは約1.5m程度ですみ金額的には何百億円も安くなるそうです。福岡ドームの工期は設計開始から実施設計まで7ヵ月、工期は24ヵ月という非常にタイトなスケジュールでありながら順調に進められてきているのは、今までの東京ドーム等の技術開発を経て蓄積してきたノウハウが大いに役立ったということでした。

いろいろとJVの方々に親切に説明していただき、ドームを知るうえで有意義な見学会でした。その夜は懇親会がホテルで開催され日本全国のJSCAの人々と話ができて、楽しい一日でした。

建築概要

名 称	福岡ドーム
敷地面積	16万9159㎡
建築面積	7万2740㎡
述べ面積	17万8988㎡
構 造	割球型鉄骨造ラメラトラス構造(屋根) RC造・S造・SRC造(下部構造)
階 段	地上7階
仕 上	屋根 チタン板(t=0.3mm) 外壁 磁器質タイル打込み
施工期間	1991年4月～1993年3月

ダイワ精工(株) フィッシング生産技術部
開発グループ 鈴江 浩康

釣竿という道具にとって、“強さ”というテーマは、ほとんど表舞台に出ることのないテーマである。ユーザーである釣人にとって“強さ”は当然満たさなければならぬ条件で、その上で例えば自重なら軽ければ軽い程よいということになる。また材料メーカー等業界外の釣竿に対する評価も高品位のカーボンファイバーをはじめとする先端材料をふんだんに用いた超軽量構造物ということである。

確かに釣竿は軽くなった。鮎竿を例に取り我々のカタログを紐といてみると、1978年に中硬という硬さ（剛性）ランクの竿で7.2m-420gと記してある。これが1992年のカタログでは、10m-285gとなっており、長さ換算をすれば正に半分以下の自重になったことになる。この数字を見れば釣竿が軽量化ということに対しどれだけ高い評価を受けているのかが判るといえるものだろう。

しかし、この軽量化という作業に際して、技術的に最も問題となるのは“強さ”である。すなわち、我々釣竿に携わる技術屋が人知れず？苦労を重ねてきたのは“強さ”というテーマであり、軽量化はその副産物とも言える。そこで今回はこの苦労をPRする機会を与えて頂いたと解釈し、自分なりに釣竿と“強さ”について思うところを述べてみたい。

まず釣竿を構造体としてとらえれば、“大きなたわみをする曲がりはり”と言え、また断面を見ると先程の鮎竿ではφ22mmの径に村し、肉厚は0.5mmもない“薄肉円筒”である。これを合わせて考えてみると釣竿は、“大たわみの曲げを受ける薄肉円筒”ということになる。このような特殊な構造体の強度理論は材料力学の教科書に載っている筈もない。従ってかなりの部分を独自に研究しなければならなかったし、たかが“曲がりはり”のために相当高度な解析を行わなければならなかったのである。そして“強さ”の許す限りは極限まで軽量化しようと思えば尚更のことであった。この研究によってどのような構造（ここでは材料使いも含めた積層構成）にすれば材料の特性を引き出すことができ、狙いの“強さ”を保持しつつ軽量化できるのか、といったことを徐々にではあるが解明してきたのである。

ところで、狙いの“強さ”と表現したが、釣竿は、これがまた一元的には表せないやっかいな代物である。つまり、釣竿という分野では他の道具（テニスラケットやゴルフクラブ）のように使い方が特定できないのである。例えばワカサギのような小魚を釣る竿と、ヒラマサやカジキといった大物を狙う竿を設計的には同一と見なせる筈もない。当然釣竿に於ける設計の諸元は“強さ”も含めて多岐にわたることになる。

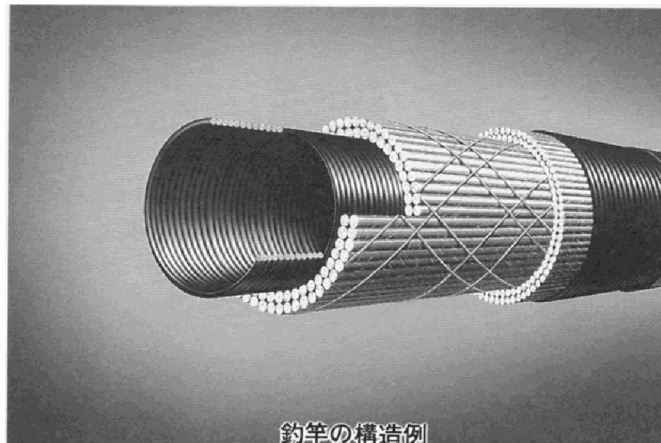


磯釣り風景(魚がヒットし取り込んでいる様子)全景

従って対象魚ごとに狙いの“強さ”を設定していかなければならないし、その過程では設計、試作、ラボテスト、実地テストを繰り返していくこととなる。手前味噌な話であるが、これに費やした労力は並み大抵のものではなかったし、今なお継続されている。

最後に、こういった性格の釣竿について材料の面からスポットを当ててみよう。釣竿用の材料としてはやはりカーボンファイバーにつきるといっても過言ではあるまい。カーボンファイバーはまず高弾性・高強度・低比重という意味で軽量化を要求される釣竿にとって大変魅力的な材料である。そしてまた次々と新しい物性を持つカーボンファイバーが開発され、今では弾性率をとっても24t/mm²を出発に60t/mm²を超えるところまで約5t/mm²きざみでスペックが存在する。従ってどの竿にどういったカーボンファイバーを用いるのかといったことが我々の研究の一つであったと言える。見方をかえればカーボンメーカーと我々との開発競争でもあった。もっともカーボンファイバーといえども欠点がない訳でなく、それを補うために他の先端材料を併用することも少なくないということをつけ加えておく。

非常に概念的なことばかりを述べたが、たかが遊び道具の開発に大真面目で取り組んでいる人間達がいるということを理解頂ければ幸いである。しかし遊び道具とは特定の人間のためにあるものではなく、誰が使っても使い易く楽しいものでなくてはならない。そしてそのための方策の1つが軽量化であり、軽量化するための“強さ”の向上であると考えている。



釣竿の構造例

会員紹介

会員のみなさま PR のページです。

どしどし御応募下さい。

連絡先：鹿島 佐々木

TEL(052)972-0912

趣味はゴルフでストレスをボールを打つ事で解消しています。構造の始めた動機は構造と施工の関係。特に鉄骨造の施工性合理性に興味を抱いたのが最初です。私の夢、望み、心境は構造の世界にもコンピュータのみで無く人の心、人の痛みを判り構造に取り入れたいと思っている日々です。



名西鉄構建設(株)

森瀬 敏彦

はじめまして、縁あって、この道に入って20余年、建築で言えば杭を打ち、捨テコンを打ち、基礎のコンクリートを打ち、あと数年の努力で、基礎工事を終えんとし、今後、地上のコンクリートが立ち上がっていく時期といえるでしょう。



(株)坂井建築事務所

坂井 修一

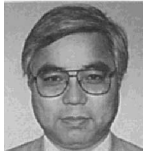
会社に入って早や25年、ずっと構造一筋でやってきました。長くやっている割には、一向に進歩がありません。趣味の囲碁・将棋も長くやっていますが、仕事同様全く進歩がなく、少しづつ退歩しています。



戸田建設(株) 名古屋支店

遠藤 紘一

大阪より名古屋に赴任してあつという間に8年が過ぎてしまいました。机上の仕事が多いので体力維持の為、毎週テニスをしているが体が思う様に動かない今日この頃です。気力だけは充実させて仕事も JSCA も頑張りたいと思っています。



東畑建築事務所

和字慶 朝武

意匠より、明解だろうと、始めて27年目、その都度の判断に自問、自答の連続がこの年月でした。現在あるドームの設計、管理に専念しています。設計から竣工まで、多分野の専門が有機的にかかわり、創る様は、私を初心に帰らせてくれます。



岡設計

岡野 功

入社と同時に社命により配属され、気がついたら構造屋になっていました。私の場合工場設計が多く特に構造にこだわらず工場全般設計を行う事が多いです。不景気のためか各製造業共改造工事が多い様に思います。JSCA については最近の新しい技術、構造家の皆さんの考え方がよく分り現在の方針でよいと思います。



(株)大林組

宮本 昭平

趣味は音楽鑑賞、山登りです。構造を始めた動機は、学生時代“これからは塑性設計の時代がくるから勉強しなさい。”と驚かされたことから、手計算の頃、8bit のパソコンを知り計算に使えないか、模索してからです。JSCA に望むことは、諸先輩の方々の努力に感謝しつつ、情報源の発信基地へ。



(株)三共建築設計事務所

中野 吉朗

明治時代に新しい技術を取入れた擬洋風建築に、多くの人々が味わった感激は、今日超高層ビル、地下都市、大スパンと言っても興奮はない。感激を味わえる設計者でありたい。百年前の建築学会創立決議も読み直したい。



(株)野田建築事務所

野田 泰正

超軽量・新素材の軽量カーテンウォールと特殊PCなどのニーズに対応できます。



- 軽量コンクリート
- 超軽量ファインライトパネル
- GRC
- 炭素繊維補強コンクリートパネル
- PC製品 特殊構造PC
PC階段、バルコニー
ハーフPC



東海コンクリート工業株式会社

本社 名古屋市港区潮風町(十号地)
TEL052-382-4389 FAX052-381-2784