

## 遠心成形PCポールのデザイン展開

中野 恒明\*1・北 志郎\*2

### 1. はじめに

とかく景観の論議の中で“悪者”にされるコンクリート製の電柱、中には「電柱の地中化」こそが景観整備とを声高々に叫ぶ御仁も存在する。本来、地中化すべきは電線類であり、ポールに付置される変圧器などの機器類、バンド類、果ては電力線から電話線、街灯線、有線放送線など、大量の添架物が景観を阻害しているのであ

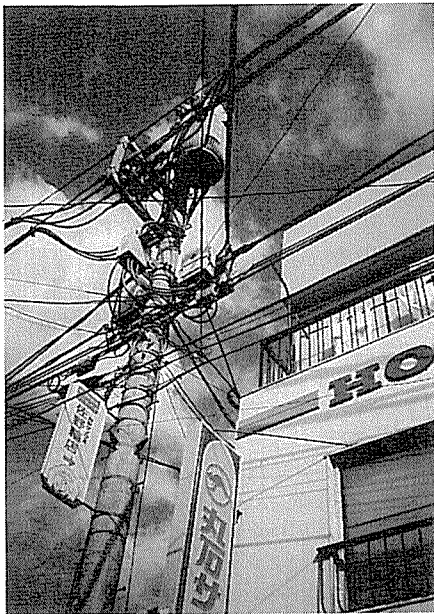


写真-1 電柱への添架物の実態

る。狭い道路にポールが乱立する様は好ましいことではないが、添架物の無い状態、つまり無垢のポールが規則正しく配置された様は、美しいと思うことがある。まして自然の中で屹立し、太陽光線を浴びたその立体感のある姿は力強い印象を受けるし、コンクリートの白さ、その素材の質感の良さを感じるのである。

欧米を旅行してコンクリート製の照明ポールを見かけることも少なくないし、それも様々なデザインや仕上げが施してある。ポールの素材としては一分野を確立しており、しかも現役として通用しているのである。

たしか東京大学構内の三四郎池のほとりの斜面に昭和初期の製造だと思うが、縦溝のついた照明ポールが屹立していた記憶がある。本郷界隈の春日通りにも数年前まで残されていた。しかし、現在は金属ポールに置き換えられ、その姿は次第に消え失せようとしていることに一抹の寂しさを感じたことがある。

このような思いにかられていた折り、幾つかのプロジェクトがPCポールのデザイン化に係わる機会を得た。ここでは門司港レトロの照明ポールから東京都臨海副都心道路の照明・信号機等のシステムポールのデザインに至る経緯、設計・製作にあたっての技術的な検討経緯を解説してみたい。

### 1. PCポールのデザイン化の試み

#### 1.1 PCデザインポールの再生

##### —門司港レトロ事業

“門司港・レトロ”——この2つのキーワードからコンクリートの照明柱を採用した経緯がある。「港」の強い日差しと塩風、北西に関門海峡、そして響灘を望む門司港は冬の季節風、夏の台風で海の潮飛沫に洗われる。とりわけ金属ポールでは腐食が著しい場所柄である。一方の「レトロ」、明治から大正、昭和初期の名建築が保存された街の象徴である。この街の景観整備に平成元年からかわったわけだが、街路灯のデザインとこのキーワードとの取合い、これに灯柱としてコンクリートポールのデザイン化を試みたのである。当初は行政担当から何でコンクリートを？ という声もあったが、これがかえってデザイン開発、技術開発の意欲に拍車をかけたと



\*1 Tsuneaki NAKANO  
(株)アプル総合計画事務所  
代表取締役



\*2 Shiro KITA  
ヨシモトポール(株)  
営業技術部  
部長

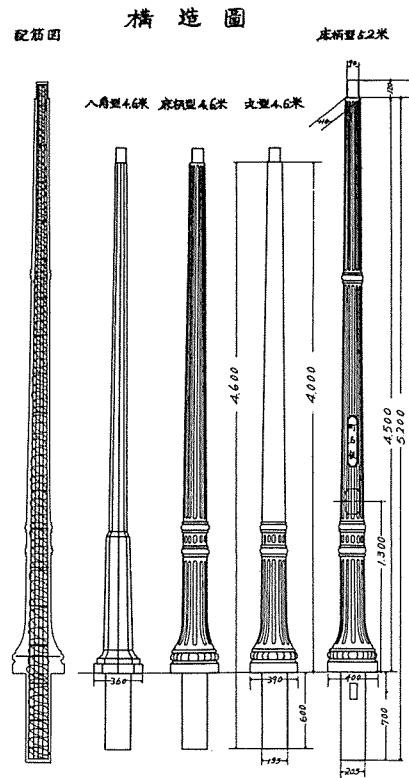


図-1 戦前のコンクリートポールのカタログより

言っても過言ではない。

門司港のウォーターフロントの歴史的建造物の調査の中で見つけた木柱の街路灯、これに昭和初期に流行ったPCポールのイメージをダブらせ、デザイン化したのが門司港レトロの照明である。

コンクリート自体は無彩色だが、光と影によって濃淡がくっきりとでる。また縦スリットの陰影、基壇部と上段部の構成によって「レトロ」な雰囲気を醸し出す。これがデザインの柱となっている。照明灯としては6.0mの光源高さを確保し、アルミ鋳物の灯具、鋼管ポールのアーム、コンクリートの支柱の3つの部材で構成しているが、それぞれの素材が、手づくりの感触が残る、レトロを意識したデザインとなっている。

発想から設計、製作を数ヶ月でこなしたわけだが、設



写真-2 門司港レトロのウォーターフロントプロムナード

計者のこだわり、戦前のコンクリート柱の製造技術者の記憶、最先端のプレストレストコンクリート遠心成形の電柱製造技術が融合し、素晴らしい出来ばえのポールが誕生したのである。今では門司港地区に約300本ものポールが建柱され、レトロ地区のイメージを代表する街具となっており、平成3年には通産省のグッドデザイン賞の景観賞の第1号となったこともポールの評価を倍加させることとなった。



写真-3 門司港レトロの照明柱

このポールのデザイン、構造設計も最も苦心したのが安定器ボックスの開口部形状とポール全体のプロポーション設定である。6.0 mの照明灯のうち灯具を除いたポール長さを5.1 m、ポール上端は中空のPCポールの製造上の制約で最小120 mmφ、それが基壇部は95 mm角の安定器を収納するため、外形で250 mmφ、これでテーパ率を1/30とし、地際では290 mmφとなっている。この値に収まるに際してもポールのプロポーションのスタディ、技術面での設計と製作のせめぎ合いなど、様々な経緯の末の結論である。

なお、照明のランプは高演色性ナトリウム灯と水銀灯の2種類を場所の特性にあわせ使い分けている。

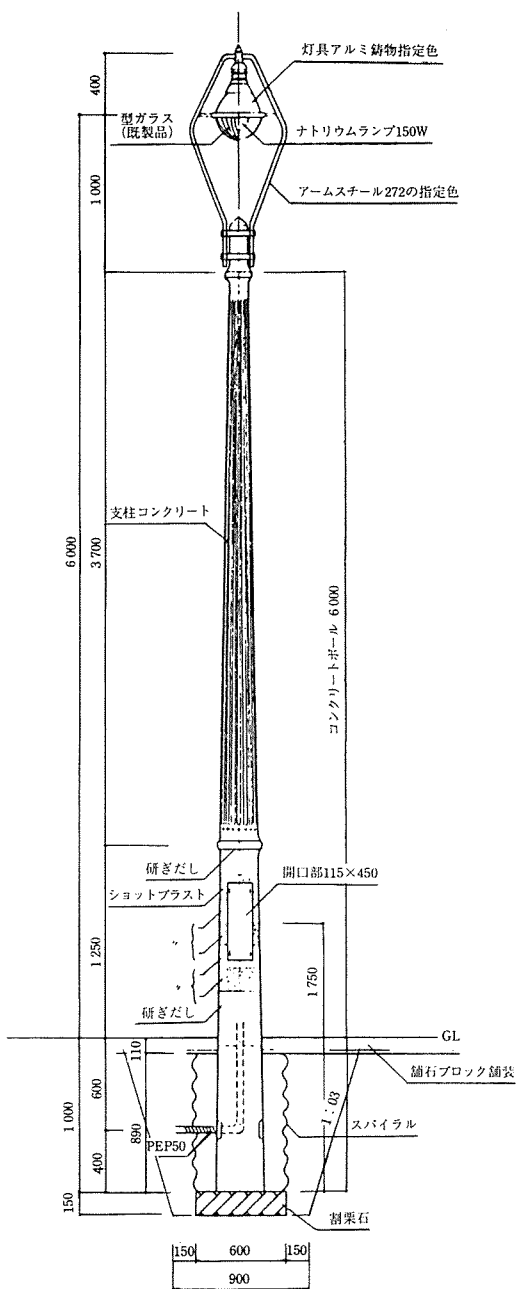


図-2 門司港レトロの照明柱姿図

## 1.2 歩車道兼用型ポールの開発

### —B 駅前シンボルロード

門司港レトロの照明ポールの成功を経て、次に温泉街で有名なB市の駅前シンボルロード景観整備でのPCポールのデザイン化に挑戦した。温泉街特有の亜硫酸ガスのため、当市においても金属ポールの腐食には手を焼く始末であった。PCポールの提案に際しても、駅前商店街の要望もふまえ、ポールの色調については幾つかの試作の中で錆石風とし、表面仕上げを磨き上げとショットブラスト仕上げの組合せとした。ここでは2灯型を採用した結果、安定器ボックスの開口部は縦長となったが、内側に横材を入れることで処理し、蓋をサイン板と

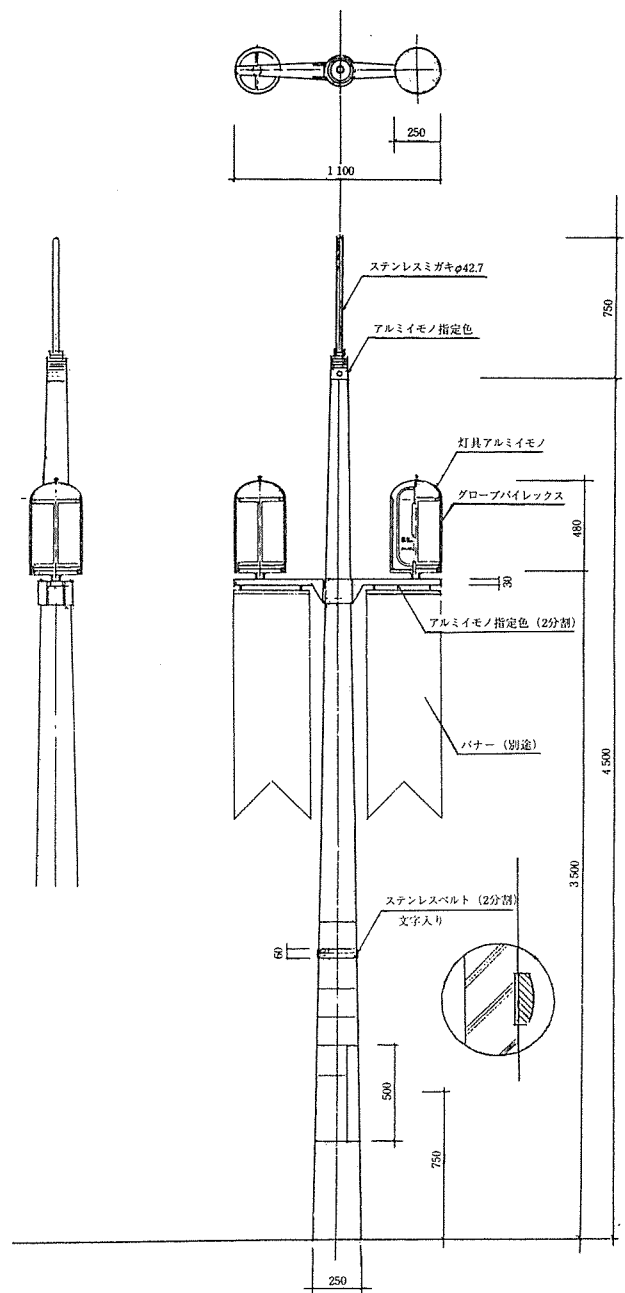


図-3 B 駅前シンボルロード街路灯デザイン案

するなどのデザインを行った。

地元の承認を経て、試作段階まで行ったが、最終的に首長の「電線の地中化した部分にコンクリートの電柱もどきを建てることは罷りならぬ」の一声で、日の目を見ていない。しかしこれによってみかげ石骨材+白セメントのポールで、磨き仕上げの技術が開発され、後の東京都臨海副都心道路のシステムポールへの展開につながった経緯をもっている。

### 1.3 東京都臨海副都心道路システムポール

ここでは12 mの幹線道路用車道灯、10 mの区画道路用車道灯、3.5 mの歩道灯、それに車両用信号機柱、歩行者用信号機柱、車止め・防護柵柱、歩行者用サイン柱およびそれらの共架柱など、総延長約20数kmにおよぶ臨海部の副都心の道路のシステムポールとしてPCポールが採用されてきた（平成7年秋完成）。

デザインの基本は、短期間にかつ大量のポールを供給する必要があること、12 mポール、そして信号機共架型ポールからも車止めまで、多様な展開を見せることから、①シンプルなデザインとし、1/100テーパ率で統一する、②無彩色系の2種類の素材を組み合わせること——ここでは白みかげ石骨材+高強度・高密度タイプ（シリカフェーム混入ハイフローセメント）のポールと硬質砂岩骨材+白セメントのタイプ、③表面仕上げとして、磨き仕上げと粗削り仕上げの採用、④アクセントとしての継ぎ手部、端部、見切り部にアルミ鋳物を用い、相互の素材の対比によってデザインを引き締める役割を担う、これらの観点で、5つの基本形とそれらの組合せによる数十種類のポールタイプをデザインしている。



写真-4 PCのシステムポールが配置された臨海副都心の道路（1）



写真-6 東京都臨海副都心道路 12 m 幹線道路用照明（親交通ライトアップ照明付きタイプ）

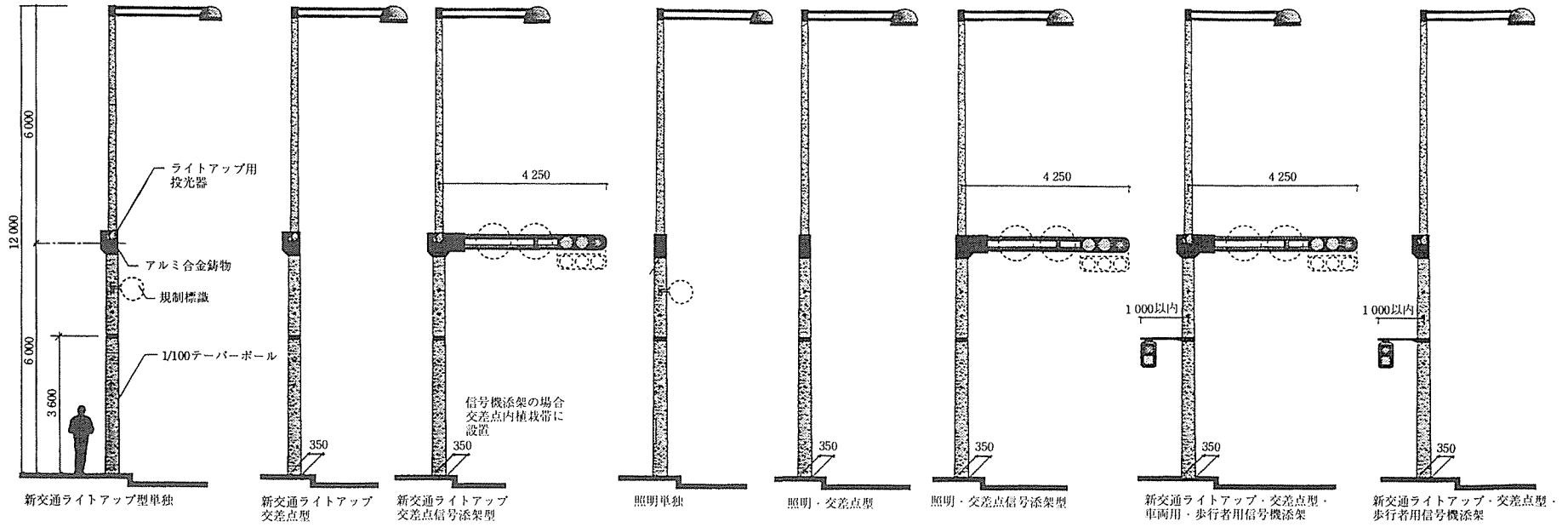


写真-5 PCのシステムポールが配置された臨海副都心の道路（2）

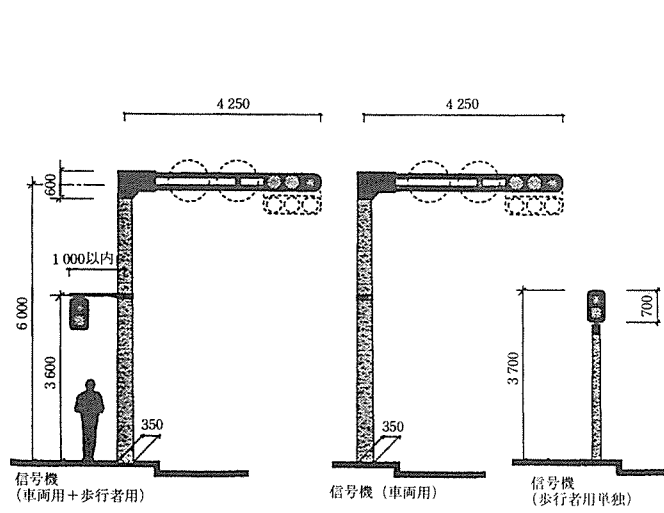


写真-7 東京都臨海副都心道路 6 m 車両用信号

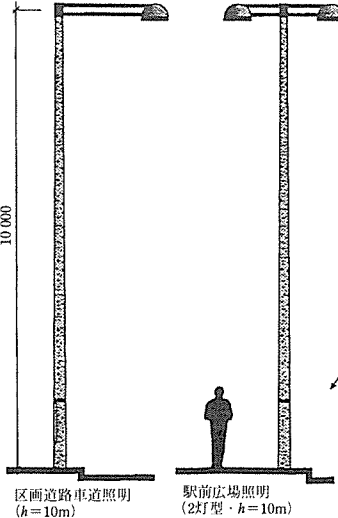
■照明灯・信号機（幹線街路車道照明-12m）



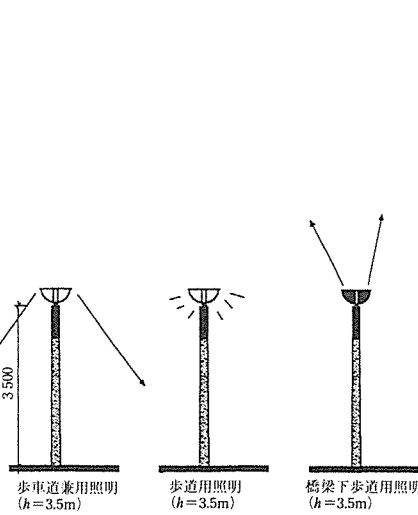
■信号機専用柱



■区画道路・駅前広場照明（h=10m）



■歩車道兼用・歩道用照明（h=3.5m）



■車止め・横断防止柵（h=0.75m）

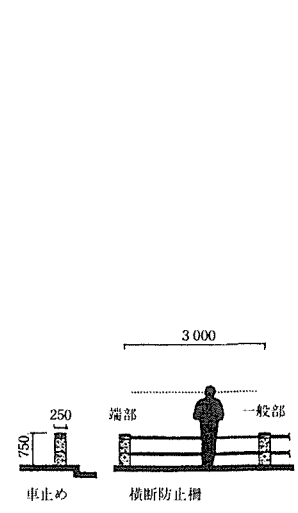


図-4 東京都臨海副都心道路 照明・信号機のシステムデザイン

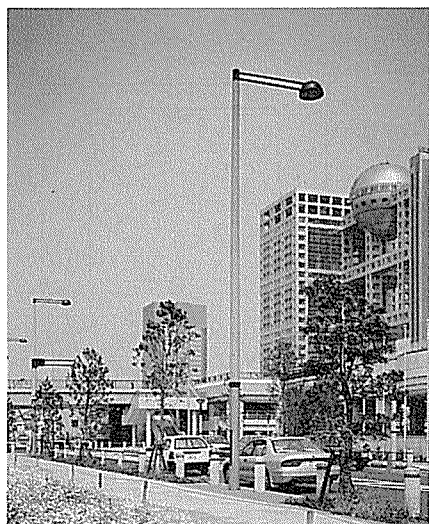


写真-8 東京都臨海副都心道路 10 m 区画道路照明



写真-9 東京都臨海副都心道路 10 m 駅前広場照明



写真-10 東京都臨海副都心道路 3.5 m 歩道用照明



写真-11 東京都臨海副都心道路 歩行者用サイン



写真-12 東京都臨海副都心道路 車道境界防護柵

## 2. デザイン化にあたっての技術的改良

### 2.1 PC ポールの技術的特徴

電力・通信用の電柱として用いられる PC ポールは JIS A 5309「遠心力プレストレストコンクリートポール」に基づき、製品化がなされ、コンクリート二次製品としての技術的な確立度は高く、従来から照明柱・信号柱・標識柱などへ広く活用されている。

PC ポールの技術的特徴は、①遠心成形を中心とした製法の技術、②プレストレス技術、③コンクリート配合と表面処理技術、の3点に要約できる。

今回の一連の照明ポール等へのデザイン展開は、これら3つの特徴を遠心成形の利点を最大限活かしたものとなっている。

とりわけ、遠心成形によってポール内部が中空化されることで内部への配線や安定器等の機器類の収容を可能とし、また型枠を高速回転することにより遠心力締固めを行い、コンクリートの高強度化と高密度化をはかっている。それによって得られた表面の緻密さも PC ポールのデザイン化の大きな柱となっている。

ここでは、門司港レトロの PC デザインポールから東京都臨海副都心道路システムポールに至る、技術面での検討のプロセスを解説する。

### 2.2 門司港レトロの PC ポール

#### (1) 遠心成型型

縦スリットのデザインに対応した型の形状について、

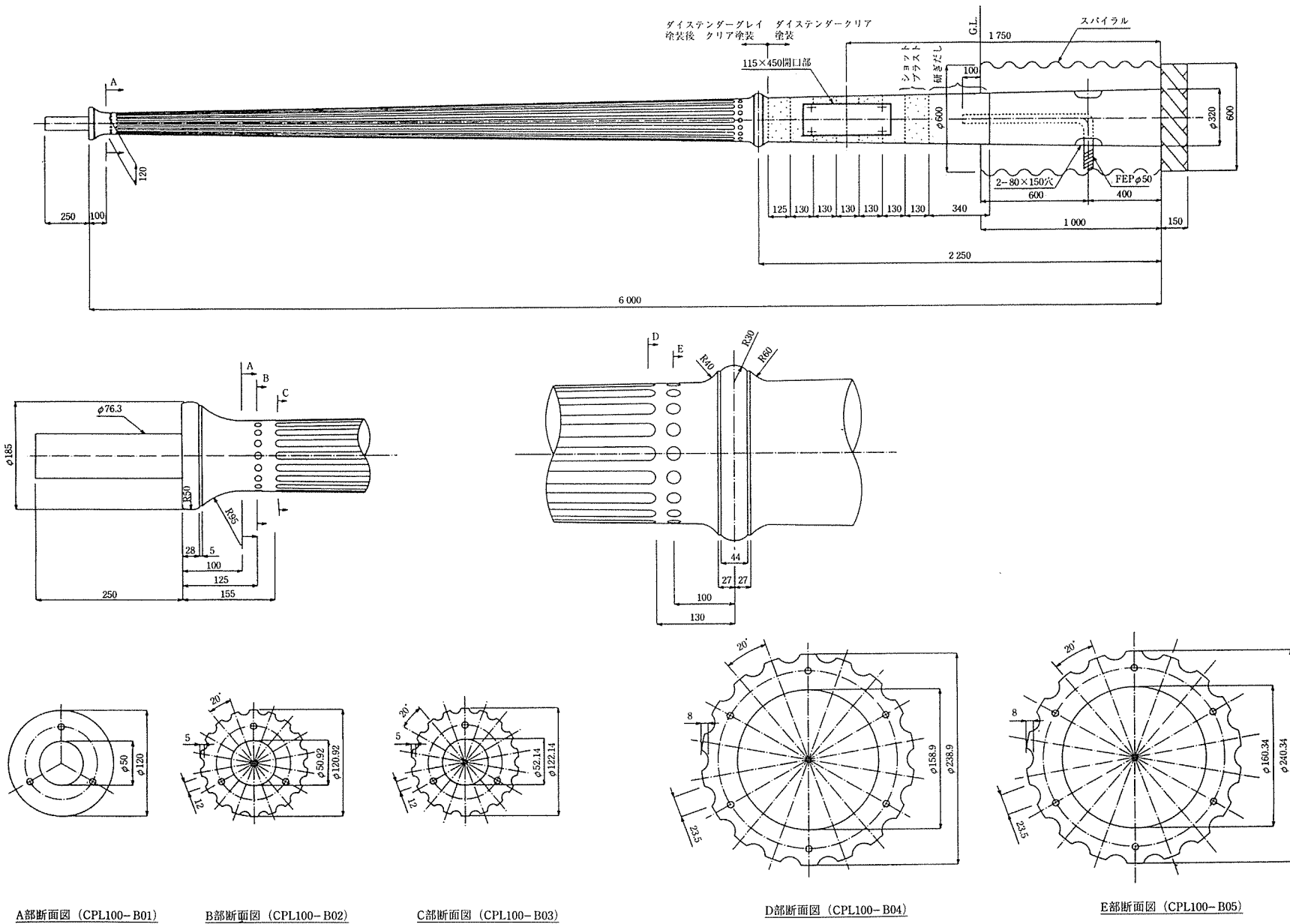


図-5 門司港レトロ PC ポール製作図

遠心成形用外型と形状成形用の内型とに分けることで対応し、内型はアルミ製とした。彫りの深い溝に対応すべく結果として内型は円周3分割、軸方向2分割の6枚の型を用意し、蒸気養生後外型の脱型、手作業での型外しの手順をとった。試作段階では溝の角エッジの欠けなどが発生したが、実用化までには欠損もほとんど見られないように改良されている。

外型と内型の複式の型を使用した理由としては、型の強度に加え、精度を要求されたこと、また型の償却を考え、将来的な内型の取替えによって形状のバリエーションへの対応を図ったこと、などによる。今では共通の外型を利用して、内型の異なるポールが幾つか誕生している。

## (2) 開口部処理

ここで使用される光源はHIDのナトリウム灯と水銀灯であり、そのための安定器を収容する開口部が不可欠であった。前述のように安定器収納部の大きさとして95 mm 角の安定器+放熱のための空隙を含め、140 mmφの中空部を確保している。安定器に加え、ジョイントボックスも含めた点検用ボックスとして115 mm×450 mmを250 mmφのポールを欠込みに開口とすることがあり、問題はPC鋼棒の緊張力をどのような形で両端にバランス良く伝えるか、であった。様々な検討、試作の末、開口の枠を鋳鉄製とし、ここに鋼棒を接続することで解決した。しかし、枠周りへのコンクリートの流動性はどうか、中空部の内径の確保、緊張力の偏心など、

懸念されることはあったが、結果として試作、強度試験の都度、問題無いことが証明された。

## (3) 1/30のテーパ率と中段部の膨らみの処理

一般の電柱などの1/75に比べテーパ率が1/30と大きいことからポール肉厚のばらつきが出ないか、骨材の分布のバランスなどの懸念もあったが、これも低速→中速→高速の3段階の回転変化のうち低速、中速段階の調整によって肉厚40 mm程度の均等化を達成した。また中段部の膨らみについても緊張力の度合いが異なる点での欠けなども心配したが、この点も問題無く実用化に至っている。

## (4) 表面の研ぎだしと塗布材の選択

遠心成形ゆえの緻密なコンクリート表面を活かし、下段部の研ぎだしとショットブラストの表面処理についても思いの外くっきりとした模様が浮かびだしている。

またコンクリートの耐久性を高めつつ、コンクリートの地の色を活かすための表面塗布材(含浸型塗布材—ここでは大日精化(株)製ダイステンダー塗布後、クリア塗装拭き取りを採用)を使用した。

## 2.3 東京都臨海副都心道路システムポール

### (1) 高強度コンクリートの使用

#### —照明・信号機共架柱

デザイン側から臨海副都心道路のコンクリート柱のテーパ率1/100、幹線道路用照明灯(12 mポール)については信号機共架型として地際で350 mmのポールとしたい、との要望から、早期に高強度コンクリートの

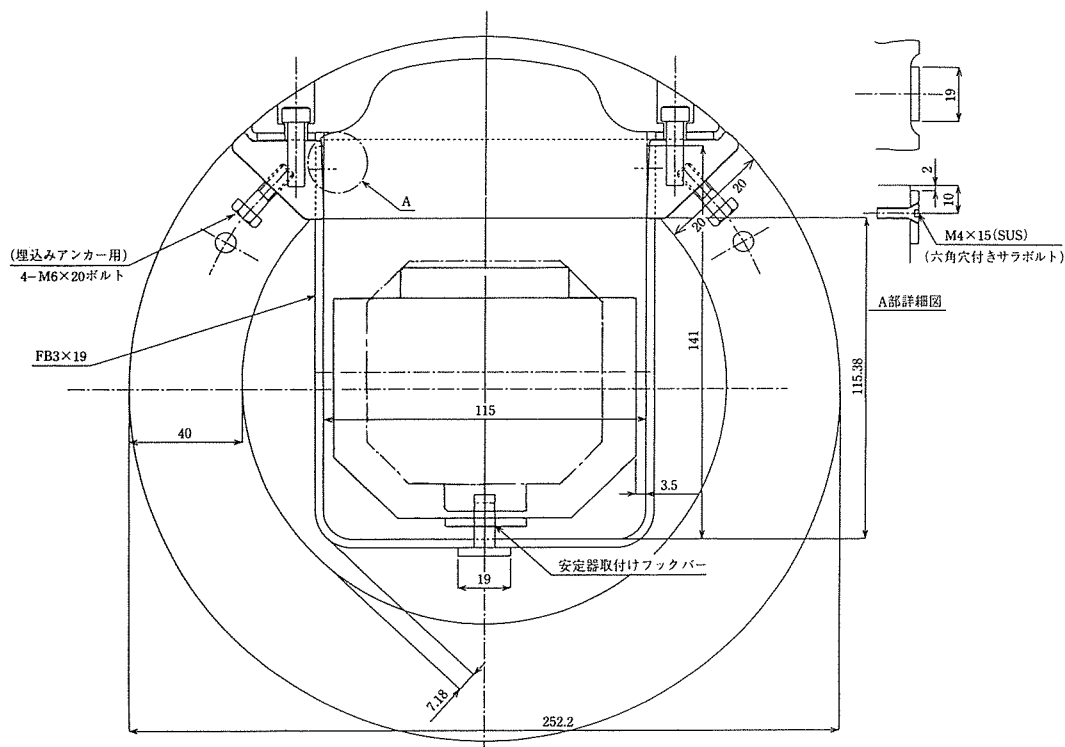


図-6 開口部の処理



使用を検討した。

ポールは、設計風速 60 m/s に耐えうる構造としなければならない。照明に信号・標識が添架されたときの最大曲げモーメントは 10 t・m 程度となる。要求された外径寸法からは電柱の PC ポールと比較した場合、最も細径高強度のポールと言え、高度なプレストレス技術を導入しなければ到達できないものであった。

PC ポールに使用されるコンクリートの強度は、一般的に 500 kgf/cm<sup>2</sup> 以上となっているが、より細径で高強度なポールを実現するためには 800~1 000 kgf/cm<sup>2</sup> 程度のコンクリートが必要となる。ここでは高強度混和材としてシリカフュームを用い、配合強度 850 kgf/cm<sup>2</sup> のコンクリートとした。

なお、表面の研ぎだしの光度、色調などから粗骨材として白御影石を用いたため通常のコンクリート骨材に比べ強度の低下が見られ、その分、高強度のコンクリート配合によって補う形となっている。なお、通常の遠心成形用セメントと高強度混和材としてシリカフュームとの

馴染み、強度達成に苦勞したが、セメントメーカーの協力を得てハイフローセメントを使用し、早期の試作段階で 1 000 kgf/cm<sup>2</sup> を達成し、全体のシステム設計に弾みをつけた経緯がある。

(2) 骨材とセメントの組合せと表面処理

臨海副都心道路で採用されたポール種別は 12 m 高ポール照明柱(幹線道路車道照明用)から 10 m ポール照明柱(区画道路車道照明, 駅前広場照明用), 6 m 信号柱(車輛用信号機), 3.5 m の低ポール照明柱(歩道照明・歩行者用信号機), 歩行者用サイン柱, ボラード柱(車止め, 防護柵柱)など, 多種に及ぶ。

そのうち前 3 種は共架も含め強度を必要とすることから高強度コンクリートを採用したが, シリカフューム混入によるセメント部の黒色化に対応し, 骨材に白みかげ石を使用し, 全体としてグレーの中間色の色調となっている。しかも表面処理として骨材を研ぎだすことで素材感を出すこととし, 粗摺りと研磨の 2 つの表面処理を併用しポールの表情の多様化を図っている。

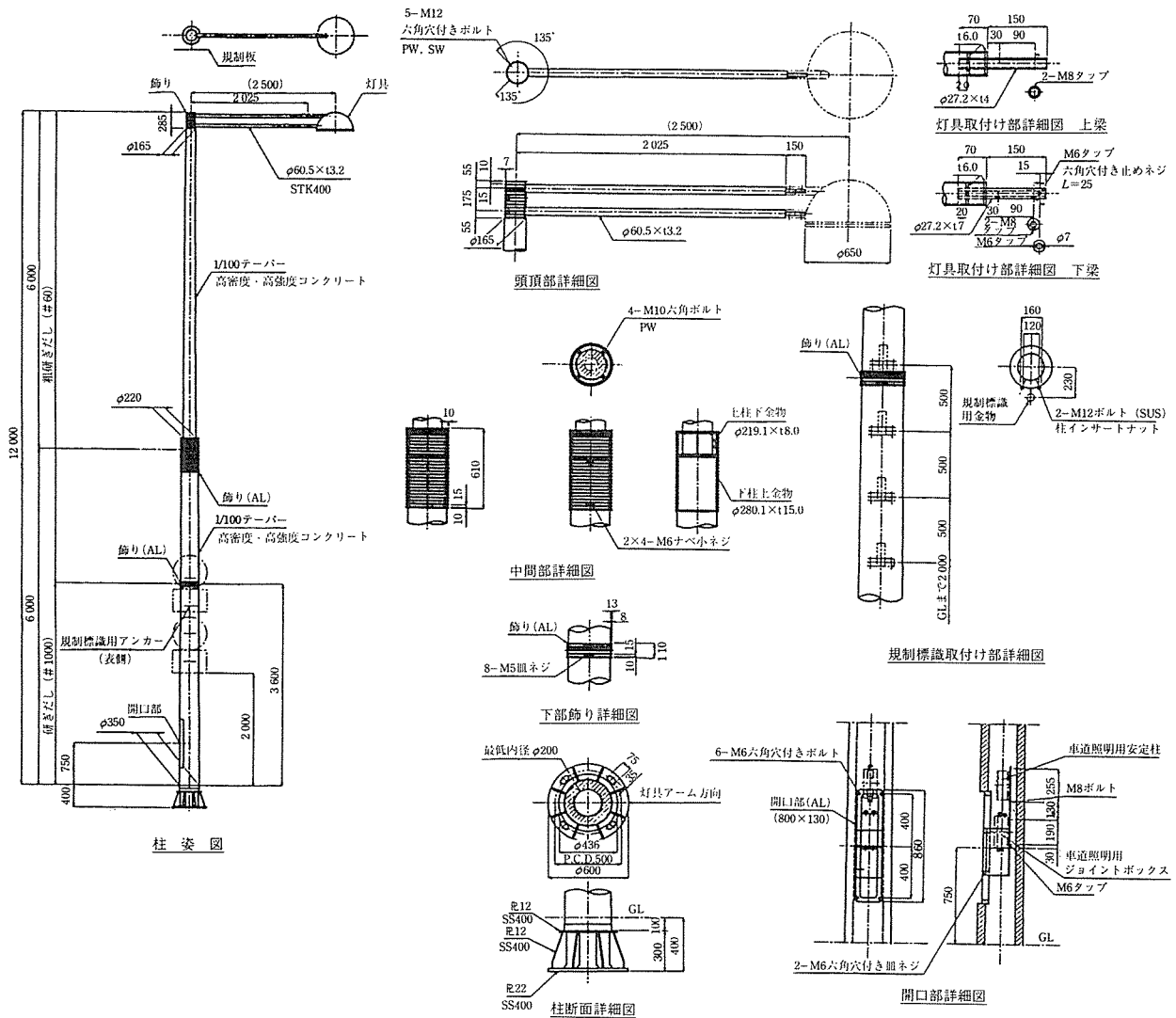


図-7 東京都臨海副都心道路 12 m ポール標準型一般図

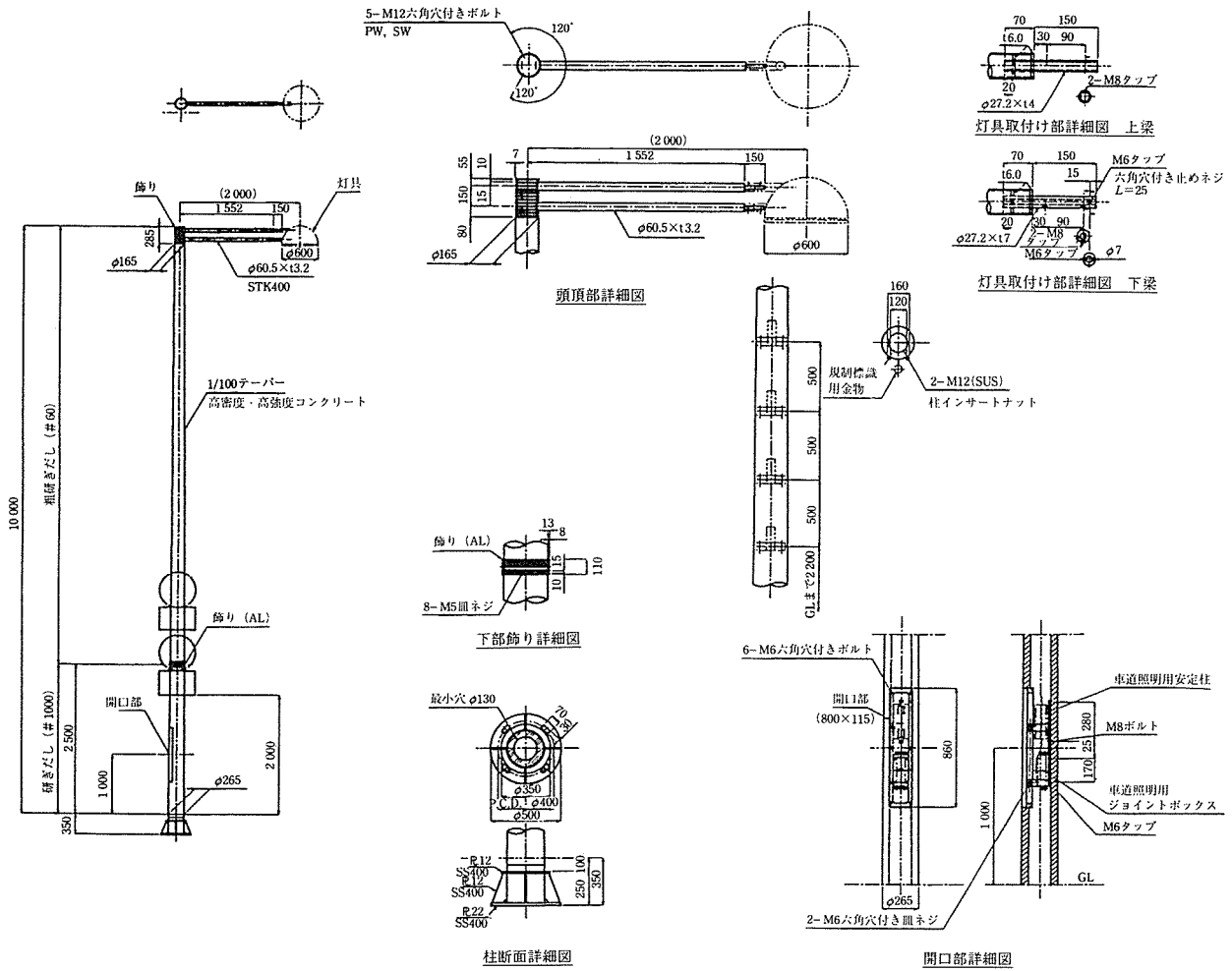


図-8 東京都臨海副都心道路 10 m ポール標準型一般図

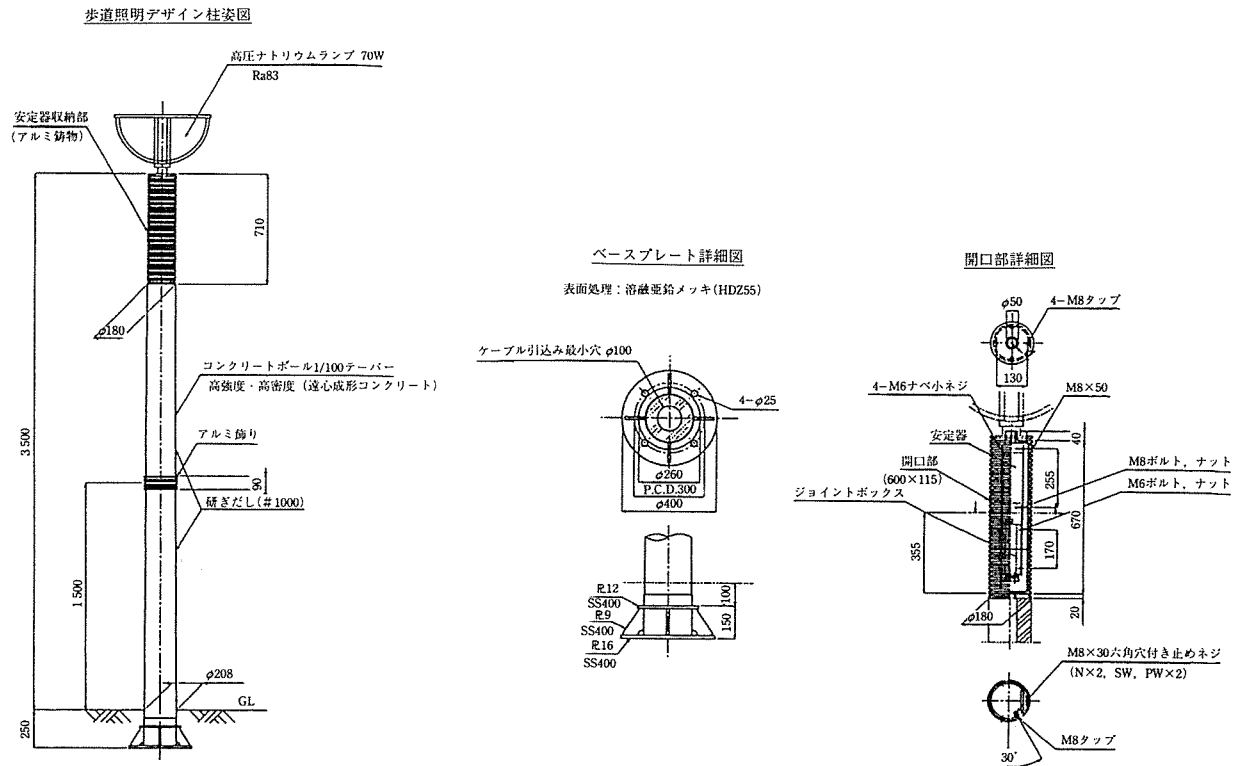


図-9 東京都臨海副都心道路 3.5 m ポール標準型一般図

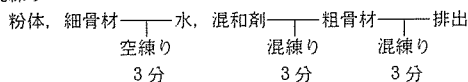
表-1 遠心力成形化粧コンクリート製品の製造方法（高強度コンクリート用）

- (1) 材 料
- ① セメント
    - ・C社ハイフローセメント
    - 比重=3.20, 比表面積 : 4 000 cm<sup>2</sup>/g, 平均粒径 : 11.5 μm
  - ② 混和材
    - ・シリカフェーム
    - 比重=2.23, 比表面積 : 198 200 cm<sup>2</sup>/g, 平均粒径 : 0.1~0.2 μm
    - ・高炉スラグ微粉末
    - 比重=2.90, 比表面積 : 8 000 cm<sup>2</sup>/g, 平均粒径 : 4 μm
  - ③ 粗骨材
    - ・稲田 20 mm 表乾比重 2.62
    - ・稲田 12 mm 表乾比重 2.58
 粗粒率 6.52
  - ④ 細骨材
    - ・稲田 2 mm 表乾比重 2.62, 粗粒率 2.26
  - ⑤ 混和剤
    - ・ポリカルボン酸系の高性能 AE 減水剤

(2) コンクリートの標準配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランブ の 範 囲 (cm)	水結合 材 比 (%)	細 骨 材 率 (%)	単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> )							
				水 W	セメント C	シリカ フェーム SF	高 炉 スラグ BS	細骨材 S	粗 骨 材		混 和 剤
									稲 田 20 mm G <sub>1</sub>	稲 田 12 mm G <sub>2</sub>	
20	8 ± 1.5	26.0	33	143	462	33	55	587	596	587	6.38

(3) 混練り



(4) 遠心力締め

初速（重力加速度：3 G）2分→中速（重力加速度：12 G）2分→  
終速（重力加速度：20 G）1.5分→最終速（重力加速度：28 G）0.5分

(5) 蒸気養生

前養生（20℃で3時間）→昇温 20℃/hr→最高温度（60℃で3時間）→  
降温 5℃/hr

一方、低ポールの種類については白セメント+硬質砂岩（暗グレー色）とし、無彩色系の高ポール用と同一色の色調だが、微妙な色違いを要求され、これについても荒摺りと研磨の2つの表面処理を併用している。

とりわけ高強度コンクリートのポールの研磨については天然石に劣らない表面の硬度を持っている。これは優れた高緻密性を表しており、経年的にも臨海部の塩害に対して耐性を有しているものと思われる。

(3) PCと鋼の複合による継柱構造、ベースプレート型

信号機を共架させる 12 m ポールについては中段部にフランジ構造のジョイント部を設け、金属アームを連結する方式を採用している。つまり PC 筋と接合部のプレートとを連結することで中段部の開口を設け、信号線等の配線、信号機用ボックスの収納、新交通軌道桁部のライトアップ用照明等の添架を可能としている点に大きな特徴がある。ジョイント部はアルミ鋳物のカバーで覆いを付けることで、全体のアクセントともなっている。

また、すべての照明柱は柱脚部をベースプレートとしているが、これもプレートと PC 筋の連結による一体構造としたことによって実現している。

その意味では PC と鋼の複合構造によるポールの製作技術の成果の賜物といっても良い。ちなみにベースプレート型は、すでに高架鉄道の架線柱などに実用化されており、その応用である。

3. おわりに

以上、PC ポールの景観設計分野へのデザイン開発とその技術的サポートを進めてきたが、各地で大きな反響がある。これは一つに照明などの高ポールが金属ポールに席卷されていることへの飽きもあると思われるが、やはり PC の良さが見直されてきていることの証左とも言えるだろう。今後、さらなるデザイン化とそれに対応する技術の開発が求められている。

なお、この原稿を書き終えたとき、幸運にも平成3年の門司港の PC ポールに引き続き、臨海副都心の PC システムポールが平成8年通産省グッドデザイン景観賞の受賞の知らせが飛び込んできた。このポールの設計から試作、製造に係わった関係者および理解を示していただいた行政担当の方々に謝意を表したい。

【1996年8月29日受付】