

技術展望
TECHNICAL
OVERVIEW

技術展望

コンクリート製品の歴史

HISTORICAL DEVELOPMENT OF CONCRETE PRODUCTS

河野 清

Kiyoshi KOHNO

正会員 工博 徳島大学工学部教授
(〒770 徳島市南常三島町 2-1)

Key Words : concrete products, concrete blocks, concrete pipe, concrete pole, concrete pile, PC products, concrete box culvert, concrete segment

1. まえがき

Joseph Aspdin によって 1824 年イギリスで発明されたポルトランドセメントは、その製造技術がわが国へ導入されて 1875 年（明治 8 年）東京深川の官営工場で初めて製造された¹⁾。以来今日までセメントは重要な建設資材として、現場プラントのコンクリートをはじめコンクリート製品（以下製品という）、レディーミクストコンクリート（通称、生コン）等として盛んに使用されている。

工場で継続的に製造される製品の使用は、明治の末期頃からであり、第 2 次世界大戦前は管、パイプ、ポール等が中心であった。製品が活発に使用されるようになったのは、戦後の国土の復興にはじまり、道路、鉄道、港湾、都市等の施設整備事業が行われるようになってからであり、用途に応じて各種の製品が開発され用いられている²⁾。特に大量に使用される製品に対し、日本工業規格（JIS）が制定され、形状・寸法、品質、試験方法、その他が規定されている。近年、耐久性の向上、急速施工、省力化、機械化などの要求から工場生産部材が活用される傾向があり、製品も多様化している。JIS 製品を中心に各種製品を示すと表-1 のとおりである^{3), 4)}。

半製品である生コンは 1949 年（昭和 24 年）墨田区押上町の東京コンクリート工業（株）業平橋工場がわが国で初めて製造販売された⁵⁾。1953 年に JIS A 5308 “レディーミクストコンクリート” が制定され、全国へ普及し、現在約 5 400 工場で生産能力 1 123 万 m³ で 10 兆円産業となっており、今年 3 月 JIS が改正された。平成 3 年会計年度で国内のセメント販売高の 70.1% が生コンとして、15.2% がセメント 2 次製品として使用されている⁶⁾。

以下、生コン以外のわが国の主な製品についてそれら

の発展の歴史を述べる。

2. 無筋コンクリート製品

無筋コンクリート製品の代表である空胴コンクリートブロックの歴史は古く 1905 年（明治 38 年）頃ドイツからわが国へ入り、小野田セメントで造られ、大正時代の中頃中村氏が熱心にブロック造を推奨し、特許を取っている⁷⁾。関東大震災でレンガ造とともに大きな被害を受けたために法制上禁止に近い取扱いを受けた。その後、1942 年（昭和 17 年）頃、群馬県榛名山麓の軽石を使用した軽量ブロックが製造されている。ブロックが本格的に製造、使用されるようになったのは、1950 年（昭和 25 年）アメリカから即時脱型による成形機が輸入されてからで、同じ頃、国産のブロックマシンも開発されている。1952 年には JIS A 5406 “空胴コンクリートブロック” が制定され、飛躍的に発展し今日に至っている。

護岸、治水用の土木用コンクリートブロックの歴史も古く、岡崎氏の提案で 1910 年（明治 43 年）北海道石狩川下流の治水のための護岸工事にヨーカン型ブロックが使用されており、明治 43 年から大正 14 年まで石狩町花畔工場で、大正 11 年から昭和 12 年まで生振工場で造られた記録がある⁸⁾。

土木用積みブロックが本格的に使用されるようになったのは、1954 年（昭和 29 年）北海道の災害復旧に本間氏の開発した凸型ブロックを用いて以来で、和歌山県下の日高川、有田川、貴志川の災害復旧工事において建設省も昭和 29 年から本格的に採用している⁹⁾。それ以来、全国各地に積みブロック工場が建設され、1965 年（昭和 40 年）には、全国土木コンクリートブロック協会が設立され、製品の規格化に取組み、昭和 49 年に JIS A 5302 “コンクリート積みブロック” が規定された¹⁰⁾。また、1982 年（昭和 57 年）にはコンクリート積みブロッ

表一 各種コンクリート製品一覧

種 別	製 品 名 (日本工業規格番号)
道 路 用 製 品	歩道用平板 (JIS A 5304), RCU 形 (JIS A 5305), コンクリート L 形及び RCL 形 (JIS A 5306) コンクリート境界ブロック (JIS A 5307), 組合せ暗きょブロック (JIS A 5328), 道路用 RC 側溝 (JIS A 5345), 遠心力 RCU 形・L 形・RC 境界ブロック (JIS A 5341, 5342, 5343) 道路標識・くい類, 舗装用コンクリートブロック, ガードフェンス, 化粧コンクリート平板, カラー平板, 特殊平板, 駒止めブロック, 遮音壁など
管 類	RC 管 (JIS A 5302), 遠心力 RC 管 (JIS A 5303), ロール転圧 RC 管 (JIS A 5332) ソケット付スパンパイプ (JIS A 5322), 無筋コンクリート管 (JIS A 5330), 水道用石綿セメント管 (JIS A 5301), 卵形管, GRC 管, 透水コンクリート管, 多孔管, 即時脱型コンクリート管, 推進管, 樹脂含浸コンクリート多孔管合成鋼管など
下水道用及びかんがい排水用製品	下水道用マンホール側塊 (JIS A 5312), RC 雨水ます及び汚水ます, RC 組立土止め (JIS A 5312), RC ケーブルトラフ (JIS A 5321), RC フリューム (JIS A 5318), RC ベンチフリューム (JIS A 5320), RC ボックスカルバート, RC 排水溝, RC 開水路溝, 畦畔ブロック, 横断暗きょなど
土止め用及び護岸用製品	RC 矢板 (JIS A 5325), 加圧コンクリート矢板 (JIS A 5329), コンクリート積みブロック (JIS A 5323), RCL 形擁壁 (JIS A 5338), 消波コンクリートブロック, 根固めブロック, 張ブロック, 法枠ブロック, 連結ブロック, 井桁ブロック, 植生ブロック, 土止めウォールなど
ポール及びくい (PC 製品含む)	遠心力 PC ポール (JIS A 5309), 遠心力 RC くい (JIS A 5310), プレテンション方式遠心力 PC くい (JIS A 5335), ポストテンション方式遠心力 PC くい (JIS A 5336), プレテンション方式遠心力高強度 PC くい (JIS A 5337), 特殊 RC くいなど
P C 製 品	スラブ橋用 PC 橋げた (JIS A 5313), けた橋用 PC 橋げた (JIS A 5316), 軽荷重スラブ橋用 PC 橋げた (JIS A 5319), PC 矢板 (JIS A 5326), コア式 PC 管 (JIS A 5333), PC まくらぎ, PC ボックスカルバート, PC スラブ, PC セグメント, PC ウェルなど
造 園 用 製 品	化粧板, 点字ブロック, き木, 花壇用ブロック, カラーポール, 門柱, プレキャストコンクリート塀, コンクリート水道柱, コンクリート階段, 灯ろうなど
その他の土木用製品	RC セグメント, 軌道スラブ, CT スラブ, コンクリート魚礁, 消波ブロック, PIC フォームなど
主な建築用製品	空洞コンクリートブロック (JIS A 5406), 化粧コンクリートブロック (JIS A 5407), 空洞 PC パネル (JIS A 6511), PC ダブル T スラブ (JIS A 5412), テラゾタイル (JIS A 5415), 壁式プレキャスト鉄筋コンクリート版, 大型 PC 版, 中型 PC 版, 軽量 PC 版, プレキャスト鉄骨鉄筋コンクリート部材, ラーメンプレハブ用鉄筋コンクリート部材, RC カーテンウォール, GRC カーテンウォール, フェロセメントカーテンウォール, GRC 化粧型枠など

(注) RC: 鉄筋コンクリート, PC: プレストレストコンクリート

ク製造指針¹¹⁾を制定してブロックの製造技術ならびに品質の向上に努めている。なお、積みブロックを2個突き合わせて製造し、硬化後に面の部分を切断し自然石に似せたスプリットブロック¹²⁾も開発され、1968年(昭和43年)東名高速道路の法面に採用されて以来各所に使用されている。積みブロックは河川の護岸、宅造、土止め等にも活発に用いられているが、ごく最近では積みブロックをユニット化して製造し、機械による合理化施工も試みられている⁴⁾。

その他の無筋製品として歩道用コンクリート平板、コンクリート境界ブロックがあり、第2次世界大戦後いち早く規格化され、前者が JIS A 5304 として1950年、後者が JIS A 5307 として1952年制定されている。また、舗装用コンクリートブロック¹³⁾については、1950年代から欧州で広まり、わが国へは1979年(昭和54年)に導入されている。性能の良い即時脱型ブロックマシンで量産され、歩道、広場、駐車場、公園等の舗装に盛んに用いられている。スリップ防止の効果があり、坂道、交

差点、進入路等車道への使用が可能であり、機械化施工による今後の利用拡大が期待される。

振動と加圧とを併用した振圧によって製造する無筋コンクリート管は、1953年(昭和28年)日本独自の技術として開発されたが、その後デンマークの VIHY パイプと1961年に技術提携し RC 管も製造されるようになった²⁾。無筋コンクリート管の規格は JIS A 5330 として1966年に制定された。このほか、透水コンクリート管も昭和30年代に細骨材を用いないで製造され、フィルターパイプの名称で地下排水用に使用されている。

3. 鉄筋コンクリート管およびヒューム管

鉄筋コンクリートの始まりは、1867年(明治元年)フランスの植木職人 J. Monier が鉄網を周囲に配置して薄いセメントモルタルで植木鉢を作製して特許をとったことによるといわれており、これが鉄筋コンクリート製品の出発点ともなっている。Monier は、1868年には鉄筋コンクリート管の特許を取っている¹⁴⁾。わが国では、

茂庭氏が鉄筋コンクリート管の使用を力説し、1906年（明治39年）横浜築港埋立用の排水管に初めて使用し、続いて1910年（明治43年）名古屋市の下水工事に使用されているが、本格的に用いるようになったのは関東大震災後である¹⁵⁾。

1920年（大正9年）W. R. Humeによって遠心力による鉄筋コンクリート管の製造技術が発明され、1925年（大正14年）にわが国へ技術導入されて同年10月日本ヒューム管（株）平沼工場においてヒューム管の製造を開始してから急速に全国に普及し、1937年（昭和12年）にはJES（JISの前身）“下水道用鉄筋コンクリート管”が作成され、製造規格の先鞭をつけている¹⁶⁾。同時に名古屋地区の製造業者によって名古屋コンクリート工業組合が結成され、1940年には日本セメント工業組合、1941年には全国の33の組合が連合して日本コンクリート管工業組合連合会を結成している。この当時、ヒューム管のほか、鉄筋コンクリートU形、U字フリーム等の製品も製造している。

第2次世界大戦後、都市の復旧、上下水道整備のためヒューム管の製造がいち早く再開され、1948年（昭和23年）にはヒューム管協会が設立されて12社26工場が加盟し、1950年にはJIS A 5302“鉄筋コンクリート管”およびJIS A 5303“遠心力鉄筋コンクリート管”が制定されている。

一方、オーストラリアで開発された鉄筋コンクリートのロール転圧工法が日本へ技術導入され、1960年ロックラパイプという名称で製造が開始された²⁾。1968年にはJIS A 5332“ロール転圧鉄筋コンクリート管”が制定されており、下水道管、排水管等に使用されている。

なお、下水道管に卵形断面の使用は古くから行われていたが、遠心力成形が行われるようになり、卵形管は用いられなくなっていた。しかし、VIHYマシンによって即時脱型方式で鉄筋コンクリート卵形管が容易に製造できるようになり、1981年（昭和56年）（財）国土開発技術研究センターで“バイコン卵形管の強度等に関する研究”が行われ、品質と汚物が沈殿しにくいという水理特性とが評価され、下水管として使用されている^{12), 17)}。卵形管メーカーは全国バイコン協会に加盟している。

なお、1947年（昭和22年）結成されたコンクリート管同業会が1950年コンクリート製品研究会となり、これが母体となって1959年全国コンクリート製品協会が設立され、通産省とタイアップして多くの製品のJIS化を進め、コンクリート製品誌の発行など活発な活動を行って現在に至っている¹⁹⁾。

4. パイルおよびポール

まずパイル（くい）については、1921年（大正10年）と1922年に施工されたくいの記録があり、当時は現場

のすぐ近くで横打ちで角ぐいを製造し使用したものであり、本格的に遠心力成形で製造するようになったのは昭和に入ってからである¹⁹⁾。

次にポールについては、1923年（大正12年）に愛知県豊橋市出身の永坂氏が東京大学佐野教授の指導を受けて東大構内の安田講堂横で試作したという記録があるが関東大震災で中断した²⁰⁾。1926年（昭和元年）に細梅氏が山形県府屋駅近くで試作に成功している。1929年から1932年にかけて神奈川、愛知、栃木の各県に工場が建てられ製造を開始している。1932年栃木県の吉沢コンクリート工業所では、オーストラリアのR. Williamsの指導の下で遠心力によるポール・パイルの製造を本格的に開始した。1934年には日本コンクリートポール（株）と大同コンクリート（株）がスタートしてパイルの製造も始まっている。

第2次世界大戦の混乱期をへて、1949年（昭和24年）頃からパイルの生産を再開し、引続いてポールも各電力会社系列の企業により製造を開始し1954年にはJIS A 5309“遠心力鉄筋コンクリートポール”、1955年にはJIS A 5310“遠心力鉄筋コンクリートくい”が制定され、同年ポール・パイル協会が設置され、以後急速な発展を遂げている。

PCくいについては、1946年（昭和21年）フランスのLossierが考え方を発表し、1949年にオーストラリアのHallがPCくいを製造した。1950年代はアメリカでもPCくいが普及するようになり、わが国では1962年（昭和37年）初めて造られて使用された²¹⁾。それ以来PCくいとPCポールが盛んに用いられ、1968年JIS A 5335“プレテンション方式遠心力PCくい”とJIS A 5336“ポストテンション方式遠心力PCくい”とが制定された。PCの活用により大径くいが発達し、1969年頃よりオートクレーブ養生と混和材料とを活用して圧縮強度70MPa以上の高強度のPCくいが実用されるようになり²²⁾、1982年（昭和57年）にはJIS A 5337“プレテンション方式遠心力高強度PCくい”が制定され、昨今はPCポールやPCパイルの使用が一般的となっている。

5. PC製品とくにPCまくらぎ

コンクリートにプレストレスを導入するPCの特許は、1886年（明治19年）アメリカのP. H. Jacksonが舗装床版で得ている²³⁾。1888年にはドイツのC. W. F. Döhningがはりで取っているが、コンクリートや鋼材の強度が低く使用されなかった。PCの実用化に最初に貢献したのは、フランスのE. Freyssinetで1928年（昭和3年）高強度の鋼材とコンクリートとを使用して成功し、以後PC技術が急速に進歩し、ドイツのF. Dischingerは高強度の鋼線を用いて1934年にプレテン

ション部材を製作している¹⁹⁾。

わが国では、鉄道技術研究所で1941年（昭和16年）に鋼弦コンクリートと称してPCの研究を開始しており、猪股氏らは1949年頃よりPCまくらぎの研究を初め、1951年初めて試験的に施設された²⁴⁾。同年、石川県七屋市に支間3.4m、幅員6m、3連のプレテンションけたの長生橋がわが国で初めて架設された。

世界的にみるとPCまくらぎに先立ってRCまくらぎの研究は1940年にかけて工業的段階に達しており、この時期は従来と同形の単一まくらぎと、レールの下に2個のRCのブロックを置き金属のつなぎ材でつないだブロック式まくらぎとが造られている。また、1920年（大正9年）頃から行われており、1928年から1933年の間にRCまくらぎは南フランスで約20万本も使用されている²⁴⁾。わが国でも大正末期に石浜型鉄筋コンクリートまくらぎが考案され、昭和初期から少数ずつ試験的に施設されていたが本格的には使用されなかった²⁶⁾。第2次世界大戦後、木材不足に対応するため1947年から1952年にかけて約17万本のRCまくらぎが使用されている。しかし、PCまくらぎは軌道面の安定性、耐久性、維持管理費の低減などすぐれた特性があり、1951年以降はRCまくらぎに代ってPCまくらぎがコンスタントに使用されている。

PCまくらぎの歴史をみると、英国でDow Mac型のものが1942年（昭和17年）に開発されたのが最初で、 $\phi 5$ mmの異形鋼線を16本配置したものが使用された^{24), 26)}。PCまくらぎの製造方式は、プレテンションによるロングライン方式とポストテンションによる即時脱型方式とがあり、Dow Mac型は前者で造られている。西ドイツでは、1943年から1948年にかけてロングライン方式を採用し、1953年頃頃から即時脱型方式も本格的に採用されている。わが国でも、当初は両者の方式で量産されていたが、使用本数の安定している最近では60m程度のベットの用いたロングライン方式のみとなっている。

その他のPC製品の代表的なものとしてPC橋げたがある。1959年（昭和34年）JIS A 5313“スラブ橋用PC橋げた”，1960年JIS A 5316“けた橋用PC橋げた”，1960年JIS A 5319“軽荷重スラブ橋用PC橋げた”が制定され、現在けた橋では標準スパン21mのものまで製造可能である。PCの普及とともに前述のPCボール、PCパイルのほか、1965年JIS A 5326“PC矢板”，1971年JIS A 5333“コアー式PC管”，最近ではPCセグメント、PCボックスカルバートなど種々の製品が開発され、実用されている²⁾。なお、建築用製品では、1964年にJIS A 5412“PCダブルTスラブ”が規格化されている。最近は住宅のプレキャスト化の進展とともにPC梁が開発され使用され始めており、今後の利用

拡大が期待される。

6. その他の主なコンクリート製品

(1) 加圧コンクリート製品

吉田徳次郎博士²⁷⁾は、1940年（昭和15年）“最高強度コンクリートの製造について”と題する論文で圧力を加え余分な水と空隙を排除してその圧力を保持したまま養生すると1000 kg/m³（98 MPa）以上の高強度が得られることを発表した。この技術を生かして加圧したまま高温養生した製品の製造技術が企業化され、1958年に加圧コンクリート矢板が製造された。国分博士ら²⁸⁾は、単位セメント量400 kg/m³の配合で8 kgf/cm²の加圧力を1~5時間保って60°Cと100°Cで高温養生し、材令28日で70 MPa以上の高強度が得られることを報告している。

また、高林博士の提案された真空コンクリート工法²⁹⁾を用い、同時に作用する大気圧を併用した矢板の製造技術が1962年（昭和37年）企業化され、さらに、加圧と真空処理とを併用した加圧真空工法が1965年に実用化され³⁰⁾、その年に加圧コンクリート矢板工業会が発足している。

これらの特殊工法を用いると圧縮強度60~80 MPaの高品質コンクリートが得られ、安全性、耐久性が向上するのでJIS化が進められ1966年にJIS A 5329“加圧コンクリート矢板”が制定された。1970年には日本プレスコンクリート（株）が設立され、矢板のほかセグメント、CTスラブ、プレハブパネル等の加圧製品も製造している。

(2) ボックスカルバート

箱形断面のボックスカルバートが初めて製品として考案され、試作されたのは1962年（昭和37年）である¹⁵⁾。当初はごく僅かな生産量に過ぎなかったが、都市の下水道事業が普及するようになった昭和40年代の後半から急速な伸びを示している製品である。底版と頂版にプレストレスを導入したPSCボックスカルバートは1968年に開発され³¹⁾、内径(D)×内高(H)は80×80 cm~400×250 cmで奥行1.5 mが標準寸法である。一方、多少小型のものは頂版のみプレストレスを入れてひびわれ抵抗モーメントを1.5倍にしたPRCボックスカルバートも1973年に製造開始されており、標準寸法は60×60 cm~180~200 cmで、奥行は約1.5 mと2.0 mとの2種がある¹²⁾。

最近では、ボックスカルバートの使用は、下水道のみならず地下横断道、共同溝、水路、車庫などにも使用され、特殊な応用例として大型の2連式のものを上、下2分割で製造し、交差点の横断道に使用した例もある^{4), 12)}。なお、1981年（昭和56年）に日本PCボックスカルバート協会が設立され、現在43社が加盟しており、製品工

表-2 わが国で土木工事に使用される主なコンクリート製品の展開 (年表)

年代	事項	年代	事項
1875年	M 8 初めてポルトランドセメントを製造	1954	29 北海道と和歌山県で災害復旧に初めて積みブロックを使用
1905	38 空洞コンクリートブロック技術導入	1954年	S29 コンクリート製魚礁を初めて設置
1906	39 茂庭氏 RC 管を設計, 横浜築港埋立用の排水管に使用	1955	30 遠心力 RC くい JIS 制定, ポールパイロ協会設立
1910	43 名古屋市の下水工事に RC 管使用, 石狩川治水工事にヨーガン型コンクリートブロック使用, 花畔工場で製造開始	1958	33 加圧コンクリート矢板を初めて製造
1920	T 9 Hume, 遠心力 RC 管発明 (オーストラリア)	1959	34 全国コンクリート製品協会設立, スラブ橋用 PC 橋げたの JIS 制定
1921	10 角くいを製造し使用	1960	35 ロール転圧 RC 管の製造技術導入, けた橋用 PC 橋げたの JIS 制定, 名古屋の地下鉄に RC セグメント使用
1923	12 永坂氏, 東大佐野教授の指導でコンクリートくいを試作	1961	36 VIHY パイプの製造技術導入
1925	14 ヒューム管の製造技術を導入, 日本ヒューム管(株)平沼工場で製造開始, 石浜氏鉄筋コンクリートまくらぎ考案	1962	37 矩形断面のボックスカルバート製造, 真空処理工法による加圧矢板製造, PC パイルも初めて製造される
1926	S 1 石浜型 RC まくらぎ製造, 使用	1965	40 全国土木コンクリートブロック協会設立, PC 矢板の JIS 制定
	1 細梅氏山形県でくいの製造に成功	1960	41 無筋コンクリート管, 加圧コンクリート矢板の JIS 制定
1929	4 神奈川県に日本柱合資会社設立ポール製造	1968	43 プレテンション方式遠心力 PC くい, ポストテンション方式遠心力 PC くい, ロール転圧 RC 管の JIS 制定
1930	5 愛知県に日本セメント工作(株)設立, くい, ポール製造		スプリットブロック東名高速道路の法面工事に使用
1932	7 吉沢コンクリート工業所, オーストラリアの Williams を招き, 本格的にくいポール製造		PC ボックスカルバート製造開始
1934	9 日本コンクリート(株), 大同コンクリート工業(株)設立ポール, くいを製造	1971	46 コアー式 PC 管の JIS 制定
1937	12 下水道用 RC 管規格 (JES) 制定	1972	47 コンクリートぎ木の製造開始
1940	15 吉田博士 1000 kgf/cm ² を超える高コンクリート開発	1973	48 緑化ブロックの製造開始
1942	17 榛名の軽石で軽量ブロック製造, Dow Mac 型 PC で, まくらぎ開発 (イギリス)	1974	49 コンクリート積みブロックの JIS 制定
1948	23 ヒューム管協会設立	1975	50 樹脂含浸コンクリート多孔管開発
1949	24 東京業平橋で生コンクリートの製造開始	1979	54 舗装用コンクリートブロック (インターロッキングブロック) 技術導入
1950	25 即時脱型ブロックマシン導入 (アメリカより), RC 管, 遠心力 RC 管, 平板の JIS 制定	1981	56 バイコン卵形管の製造開始
1951	26 PC まくらぎ製造し, 試験的に使用, 石川県にプレテンけたの長生橋完成	1982	57 プレテンション方式高強度 PC くい JIS 制定
1952	27 空洞コンクリートブロックの JIS 制定	1984	59 宅地造成用ザウォール製造, 販売
1953	28 無筋コンクリート管開発	1990	H 2 ポリマー含浸コンクリート (PIC) フォーム製造

場における主力製品となっている。

(3) コンクリートセグメント

シールド工法は, 1825 年 (大正 14 年) ロンドンのテムズ川の海底トンネルに採用されたのが最初といわれている。わが国では, 第 2 次世界大戦前丹那トンネルの一部や関門海底トンネルに使用された例がある³²⁾。戦後になって, 1960 年 (昭和 35 年) 名古屋市の地下鉄工事に本格的に使用されて以来, 東京の地下鉄でも 1966 年深川~木場間約 80 km に外径 6.75 m, 内径 6.15 m, 長さ 0.8 m の RC セグメントを約 2000 リング使用している³³⁾。鋼製, ダクタイル鉄鋳製に比べて耐久性, 経済性にすぐれており, 地下鉄のほかトンネル, 下水道, 共同溝に利用されている。日本 RC セグメント工業会が組織されている。

(4) ポリマー含浸コンクリート製品

ポリマー含浸コンクリートの研究は 1965 年 (昭和 40 年) 頃からアメリカで開始され, わが国でも 1967 年建設省建築研究所で始まっている。製品開発については,

田澤ら³⁴⁾が 1975 年樹脂含浸コンクリート多孔管を開発している。コンクリート中に樹脂のモノマー (MMA: メチルメタアクリレート) を含浸させ, 加熱重合によってポリマーに変え, コンクリートを強化する工法で, 圧縮強度は常温で 140 MPa に達することが報告されている。また, 大成建設, 秩父セメント, 小沢コンクリート工業の 3 社は, 高耐久性埋設型枠の PIC フォームを開発³⁵⁾し, 1990 年, (財) 土木研究センターの認定を受け, 本四連絡橋明石海峡橋の橋脚の工事に実用されている。大浜らは, オートクレーブ養生を併用して 200~250 MPa の超高強度の PIC の開発に成功しており, 今後の利用が注目されている³⁶⁾。

(5) コンクリート魚礁

魚類を集めるためコンクリート製の魚礁の設置が最初に行われたのは 1954 年 (昭和 29 年) といわれている。その後, 昭和 49 年に沿岸漁場整備開発法が制定され, 本格的に人工魚礁による漁場開発が行われるようになり, 種々の形状の大型魚礁が造られ設置されている^{32), 37)}。

一般に耐用年数30年で設計され、所要強度は形状・寸法により21~30MPaといわれている。大型の組立型魚礁の場合は、製品工場では部材を製作し、沈設場の海岸で組立てて設置する方式が一般に取られている。河野ら³⁸⁾は、魚礁用にポーラスコンクリートを使用すると海藻が着生しやすく、魚やえび類が集りやすいことに着目し、ポーラスコンクリートの使用を検討しており、現在、高知県西の海域で東洋電化工業(株)の試作品が設置されている。

(6) 環境整備・緑化用コンクリート製品

近年、建造物の景観が重視され、従来の灰色のコンクリート製品よりも、周辺の自然環境と調和のとれた形状、色彩の製品が要求されるようになってきている。したがって、製品の表面を化粧したり、自然石や木に似せたり、表面に模様をつけたり、凹凸をつけたりした種々の環境整備用製品、緑化施設用製品が開発、実用されている^{2),39)}。

1984年(昭和59年)にJIS A 5304“歩道用コンクリート平板”が改訂されカラー平板が加えられているし、異形の平板も製造されている。前述の舗装ブロックはカラーブロック、しかも種々の形のものが盛んに使われている。スプリットブロックも自然石に近い割肌を出すため開発されたものである。自然の樹木に似せたぎ木は1972年(昭和47年)に工場生産が開始されたもので、公園・道路の外柵、緑石、樹木支柱、ベンチその他に盛んに使用されている。

植生の可能な緑化土止めブロックも、1973年頃から実用され始めたもので、今日では種々の形状のものがある。その他住宅、公園等に関連する造園用製品²⁾として、門柱、プレキャストコンクリート塀、花壇用ブロック、カラーポール、フラワーポットなど種々の製品が用いられている。

7. あとがき

コンクリート製品の歴史と題して、工場で製造される主な製品について発展の概要について述べた。工場製品全般についてみても近年非常に多様化し、しかも大型化、高性能化の傾向がみられている。

今回、主として土木用のコンクリート製品について限定して述べ、橋梁、建築物などの大型建造物のプレキャスト化に関しては言及しなかったが、今後、建設工事における労働力の不足を解消し、建設作業環境を改善するために省力化、機械化を本格的に進める必要があり、工場生産部材によるプレキャスト化は一層進展するものと思われる。したがって、新しいプレキャスト部材の開発、継手工法や施工方法の工夫、施工機械の開発が望まれている。

最後に、紹介できなかった製品は参考文献を参照いただければ幸であり、貴重な資料を提供いただいた各協会

ならびに各位に深謝するものである。

参 考 文 献

- 1) セメント協会編：セメントの常識，Oct.，1992.
- 2) セメント協会編：コンクリート製品便覧，June，1981.
- 3) 河野清・小池欣司：コンクリート工場製品・プレキャストコンクリートの設計と施工，山海堂，July，1980.
- 4) 河野清：コンクリート製品の多様化，コンクリート工学，Vol.31，No.6，June，1993(投稿中).
- 5) 政村兼一郎：生コンクリート技術史，セメント新聞社，Sept.，1991.
- 6) セメント協会：セメントの需給状況，セメントコンクリート，No.554，pp.88~89，Apr.，1993.
- 7) 竹山謙三郎：ブロック建築問答，セメント技術協会，Mar.，1956.
- 8) (株)パブリックセンター編集：共和コンクリート30年史，May，1985.
- 9) 共和コンクリート(株)：10年のゆみ，Mar.，1965.
- 10) 全国土木コンクリートブロック協会：25年の歩み，Apr.，1992.
- 11) 土木コンクリートブロック製造指針作成委員会：コンクリート積みブロック製造指針，全国土木コンクリートブロック協会，Jan.，1982.
- 12) セメント協会編集：コンクリート製品 Part.1，セメント協会，Dec.，1987.
- 13) 津田外喜弘：インターロッキングブロック舗装，道路とコンクリート，No.46，pp.30~33，Dec.，1979.
- 14) 田村浩一・近藤時夫：コンクリートの歴史<Ⅰ設計編，Ⅱ材料・施工編>，山海堂，July，1984.
- 15) 旭コンクリート工業(株)編集・発行：六十年の歩み，ダイヤモンド社，Nov.，1983.
- 16) 日本ビューム管(株)社史編集委員会：日本ビューム管株式会社50年史，日本ビューム管株式会社，Oct.，1975.
- 17) (財)国土開発技術研究センター：パイコン卵形管の強度等に関する研究報告書，Nov.，1981.
- 18) 協会史作成特別委員会：協会創立30周年史；三十年の歩み，全国コンクリート製品協会，Mar.，1980.
- 19) コンクリートパイルハンドブック編集委員会：コンクリートパイルハンドブック，コンクリートポール・パイル協会，Aug.，1966.
- 20) コンクリートポールハンドブック編集委員会：コンクリートポールハンドブック，(社)鉄道電化協会，July，1958.
- 21) PCパイルハンドブック編集委員会：PCパイルハンドブック，コンクリートポール・パイル協会，Sept.，1970.
- 22) 西晴哉・大塩明・福沢公夫：オートクレーブ養生した高強度コンクリートとパイル，セメントコンクリート，No.229，pp.22~29，Jan.，1972.
- 23) 野口功：プレストレストコンクリートの歴史—鉄道構造物—，土木学会論文集，No.442/V-16，pp.9~14，Feb.，1992.
- 24) セメント協会発行：コンクリートマクラ木，コンクリートパンフレット，No.24，Dec.，1954.
- 25) PC建設業協会30年史編さん委員会：三十年史，(社)プレストレストコンクリート建設業協会，Mar.，1985.
- 26) 三浦一郎：コンクリートまくら木(Ⅰ)，鉄道線路，

- Vol. 11, No. 7, pp. 17~21, July, 1988.
- 27) 吉田徳次郎：最高強度のコンクリートの製造について，土木学会誌，Vol. 26, No. 11, pp. 103~115, 1940.
- 28) 国分正胤・小林正凡・比田正：コンクリートの加圧蒸気養生に関する研究，セメントコンクリート，No. 284, pp. 1~7, Oct., 1970.
- 29) 高林利秋：真空処理コンクリート，理工図書，Aug., 1963.
- 30) 加圧コンクリート矢板設計施工ハンドブック作成委員会：加圧コンクリート矢板設計施工ハンドブック，日本加圧コンクリート矢板工業会，July, 1980.
- 31) 山田順治：旭コンクリート工業のボックスカルバート，セメント工業，No. 112, pp. 9~13, Sept., 1971.
- 32) セメント協会編：コンクリート製品 Part 2, セメント協会，Nov., 1989.
- 33) 田中幸太郎：地下鉄シールド工用セグメントの製作，コンクリートジャーナル，Vol. 5, No. 8, pp. 1~11, Aug., 1967.
- 34) 田澤栄一：星野親房，松岡康訓，樹脂含浸コンクリート多孔管の開発，セメントコンクリート，No. 364, pp. 17~23, June, 1977.
- 35) (財)土木研究センター土木系材料技術・技術審査証明報告書：PIC フォーム，Mar., 1990.
- 36) 大浜嘉彦：プラスチックコンクリートの現状と将来，コンクリート製品，No. 274, pp. 22~37, Jan., 1978.
- 37) 小川良徳：コンクリート魚礁の構造について，セメント・コンクリート，No. 365, pp. 25~30, July, 1977.
- 38) 河野清・天羽和夫・木下義康・金澤英爾：魚礁用超硬練りコンクリートに対する配合条件の影響，セメント・コンクリート論文集，No. 46, pp. 446~451, Dec., 1992.
- 39) 河野清：最近のコンクリート製品とその動向，コンクリート工学，Vol. 16, No. 8, pp. 8~17, Aug., 1978.

(1993. 4. 14 受付)