

東海のコングリートの歴史

正会員 元豊田高専 山本 廣次

The History of Development about Concrete at Tokai District

1. 概 要

コンクリートとは、動詞で締まる、固まる、名詞ではその具体物を表わし、古くは消石灰又は、火山灰で固めたもの、現在はもっぱらセメントコンクリートを表わす様になった。

数千年前から、中国とエジプト・ローマ・ギリシャ・中近東諸国の石造建造物の目地には、石灰又は、ポゾランモルタルが使われ、多数の塑像も残っている。日本では、飛鳥時代の装飾古墳の下地に漆喰が使われ、673(天武2年)の法隆寺の五重塔には、プラスター塑像と基盤の二和土が有名である。

石灰コンクリートの時代は、明治の中期まで数千年間続いた。

明治以前日本土木史によると、日本の石灰コンクリートの実例は非常に少ない。

表 - 1

府県名	名 称	築造年代	用 途	目 的	概 要
熊 本	通 潤 橋	1854(安政4)	石材の目地材	サイフンの水密	1.29 ^m % 150ha 圧力7.6m 松脂混入
石 川	辰巳用水	1632(寛永9)	石管の目地材	〃	634m 0.97 ^m % 圧力12.7m
富 山	十二貫用水	1840(天保11)	石材の目地材	〃	30.7km 714ha 64m 圧力10m
山 形	米沢水道	1600(慶長5)	水道用水路	三方三和土	直江兼続 施工 現在廃止

東海地方は、中央構造線が東西に走り、その南に石灰岩層、北に花崗岩のマサ土が分布し、石灰コンクリートの材料が豊かで、各家庭の井戸・カマド・土間・便所・土蔵などに、二和土・三和土が広く利用された。その代表的なものは、織田信長が1560(永禄3年)の桶狭間の戦勝を記念して、熱田神宮に奉納した信長塀と、1610(慶長15年)の加藤清正が築いた名古屋城の天主石垣である。

明治時代になって、東海地方には服部長七が現われ、マサ土を使った二和土を主体に人造石を工夫し石灰コンクリートを駆使して、全国に多数の干拓・港湾工事を施工した。恐らく、明治時代に日本を代表する請負業者である。石灰コンクリートは、水硬性で珪酸と結合し、長期材令で強度が伸び、特に、海水に対して耐久性が強い。服部長七は、セメントコンクリートの普及と共に、明治37年引退した。

日本で初めてセメントが製造されたのは、1874(明治7年)国営の東京深川工場である。当時輸入価格1樽170kg7.5円を、国産で4.0円で供給した。続いて、明治14年、原料に恵まれた山口県の小野田セメントと、愛知県の田原セメントが民営で生産を開始し、後続は、明治19年の大阪セメントである。

日本で、セメントの創業当時は、製法は現在と大きく異なり、水力・気力・電気などの動力がない時で、非常な苦勞をして、セメントを生産した。

木曾川の大井ダムは、1890(大正13年)大同電力の福沢桃介によって完成した。大河川に、高53.7mの重力ダムで、4.8万kwのダム発電所と共に、日本で画期的な工事である。

現在、静岡県の大井川の長島ダムは、コンクリートを、R.C.D工法で工事中であるが、両者の仮設工事は60年を経て非常に近似し、コンクリートの打設工法は、明治初年の固練り工法が復元しつつある。

我々は、次の時代のコンクリートとして、コンクリートの混合水に磁力をかけると、コンクリートの性質が大きく変わる事が、10年間の実験で判った。ソ連でも、多数の研究が行なわれている。

2. 熱田神宮と名古屋城

日本武尊が、113(景行43年)東征の帰途、草薙剣を尾張氏の居館に残して伊勢に死んだ。その神剣を祭ったのが熱田神宮のはじまりである。源頼朝は、神宮の長官である大宮司家で生まれたと伝えられ、源氏以降の歴代の武将の尊崇を集め、20万 m^2 の熱田の森は見事で、刀剣・古美術品・古文書などの名宝も多く収蔵される。

1560(永禄3年)の桶狭間の戦いは、信長公記によれば織田信長は、10騎を率いて清州の城を未明に出発した。後続部隊を熱田神宮の八剣社前(図-1の左下)に集めて願文を奏し、武運を祈願した。僅か3千人で今川の大軍を破った信長は、深追をさせずに、再び熱田の本宮に拝礼し、神官の田島・千秋氏に、神宮の社殿を凡て新築して寄進すると約束したが、奉納されたのは、表門の海蔵門と信長塀だけであった。

信長塀は、配置は図-1、構造は図-2のごとく、瓦築地塩築地ともいわれ、石灰コンクリート造りで、高さ2.8m延長550mであった。信長塀は、種土と石灰を、塩又は、海水と種油で練り、瓦を積み重ねて上部を棧瓦で葺いた練塀である。種油は、石灰コンクリートの粘性を増し、塩分は植物の発芽を防いだと考えられる。

この信長塀は、兵庫の西宮神社の大練塀、京都の三十三間堂の大閣塀と共に、日本三大塀として有名であるが、信長塀は、史蹟にも文化財にも指定されず、現在は、図-1の点線のごとく、250mに減り、保存状態も極めて悪い。

徳川家康は、1600(慶長5年)の関ヶ原の戦いが終ると、大阪に備えて、慶長11年から江戸城を大構築し、島津氏に命じて、駿府の安倍川左岸に高さ6m、長5.5kmの御囲堤を築かせた。それは、清水から運河を掘り、石舟300隻で3尺以上の巨石を運んで築いたので、御城の様だといわれた。別に、駿府城の修築と都市造営を行なった。

更に、慶長13年伊奈忠次を奉行に、美濃・尾張の国境の木曾川左岸犬山・弥富間48kmに、名古屋城の外堀として、高さ9.1m~14.5mの巨大な御囲堤を築いた。美濃に多数の輪中堤ができたのもその時である。続いて慶長15年加藤・福島・前田ら20家12万人を動員して、名古屋城の堀割と石垣、堀川運河を120日間で完成させ、その後で天主と殿舎の造営と、名古屋の町割りを区画して、清州越と称して7万人を社寺と共に名古屋の城下に移した。慶長19年に大阪冬の陣が始まった。

名古屋城の天主閣の石垣は、加藤清正が分担した。図-3のごとく、石垣の高さは28.5m、石垣の4隅に彫られた、加藤肥後内小代下総など4名の刻名が有名である。

「武教全書」によれば、「加藤清正は石垣の名人の聞えあり。ねば土を練って石の根に込めて、栗石も塗り固める。このごとくする時は、石垣は一枚岩のごとく崩ることなし」とあり、現在の練積石垣に近い。また「軍詞の巻」に「扇勾配とは天端より測って1間の高さ毎に1尺づつ累加して敷幅を与える。

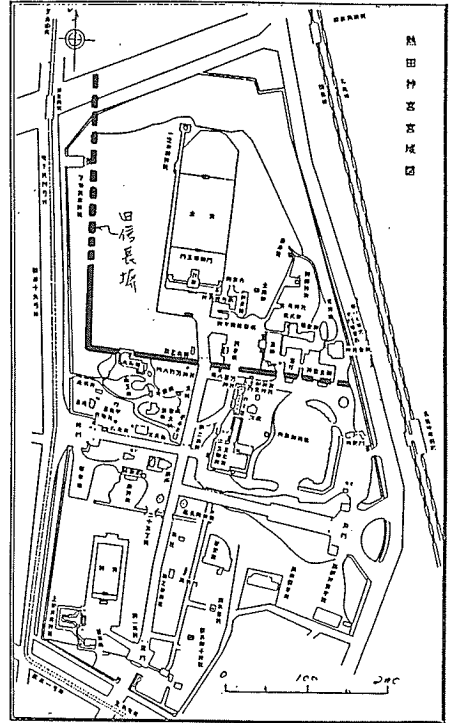


図-1 明治21年の熱田神宮

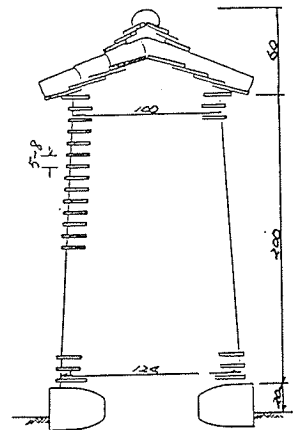


図-2 信長塀(山本)

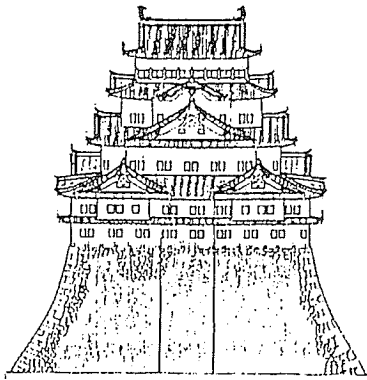


図-3 名古屋城天主

清正は、作業場に幔幕を張って石積を秘法にしたといわれ、幕の内側では、山土に石灰も混ぜて裏込栗石を塗り固め、壁全体を重力壁にしたのではないかと推定されるが、今は調べ様もない。その場合は、裏込と背面土砂の間に付着力が働らき、理想的な重力擁壁となる。

図-4は、清正の築いた熊本城の断面で、何れも法面はカタナリー曲線である。

3. 服部長七と名古屋港

服部長七は、1840(天保11年)愛知県碧南町に生まれ、18才で左官職となり、明治6年東京に出た。当時、東京の左官のたたき仕事は石粉を使っているのを見て、長七は三河のたね土を取寄せて二和土を施工し評判となり、更に、石灰30%、種土と砂70%の人造石を工夫して、宮内省御用となり、明治の頭官らの知遇を得た。

長七は、1878(明治11年)岡崎市板屋町の東海道伊賀川に架る夫婦橋36.4×6.4m(恐らくマルチプルアーチ)を工費720円で人造石で施工し、続いて15年高浜の20haの服部新田の干拓に成功した。

何れも主要部分は石灰コンクリートである。これに自信を得て、児島湾・16年、有明海・26年、新野新田の干拓工事を成功させ、明治17~22年には、宇品港の築港に日本最初の三和土ブロックを使って海岸堤5300mと、200万 m^2 の埋立地を工費30万円で造成した。

工事で苦勞したのは、零止め工事で、図-1のごとき工法で、干潮時に数千人を動員して成功させた。

続いて、三津浜・今治・30年浦賀・四日市港を施工し、明治31年~35年には名古屋港の第一期工事を施工した。

名古屋港は、かつては熱田港といわれた。1610(慶長15年)名古屋城を築城に当って、徳川家康は福島正則に命じて、熱田・名城間7.3kmに堀川運河幅36m、深さ1.8m、掘削土量150万 m^3 、護岸と橋と共に120日間で構築した。その運河は築城の石垣は運ばなかったが、天主の木材は利用した。続いて、清州より7万人が移って、名古屋の住民の生活物資が運ばれ、堀川に沿って商家と倉庫と貯木場が連らなった。

1616(元和2年)徳川氏は、東海道の宿駅の制度を定め、熱田・桑名間は海上を「七里の渡」といわれ、当時は、熱田から桑名の城が見えたといわれる。尾張藩は、熱田船番所をおき、船75隻、船頭360人で運営し、所要時間は4時間、舟賃は30~54文であった。尾張藩領の3,750 km^2 の木曾山の木材は、凡て白鳥貯木場に運ばれ、日本一の木材市場となった。熱田は、旅人と木材と農産物で盛大な港であった。

最近になって、名古屋の中心を通る水路として、堀川の再開発が論議されている。

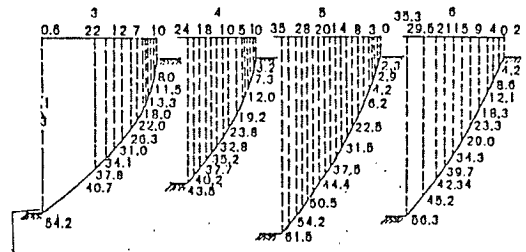


図-4 熊本城石垣

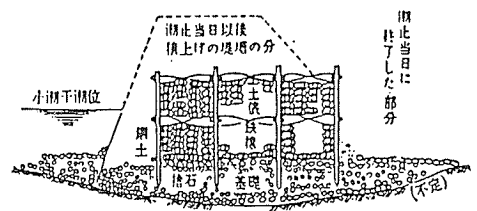


図-1 零止め工事

明治になって、熱田港は熱田町営となり、名古屋市に併合されて名古屋港と改め、明治29年県営工事として、3,000t級、年間荷役量120万tの計画を以て第一期工事が始まった。概要は、

東西防波堤7200m、防砂堤3700m

岸壁3150m、水深9.1~4.5m

泊地しゅんせつ72万 m^3 、水深9.2~7.0m

埋立99万 m^2 、ドック1、橋梁7、上屋7.5万 m^2

工費285万円、工期 明治29~44年

図-2は、大正9年の測図で第1期工事の概況である。第一期工事は、指名されたのは7社であったが、応札したのは服部長七だけであった。

図-3は西防波堤の石枠堤の断面である。

防波堤は、根掘を行わずに沈床を重ね、捨石を行なって基礎とし、海面上の張石工は、二和土を厚さ1.2mの練積とし、内部は栗石を詰めた。二和土は、石灰を(8~10):1の割合で、海水を加えて練り上げ、約1週間で硬化する。

名古屋港は、その後第5期工事を行ない、国際貿易港に指定された。昭和34年伊勢湾台風で大きな被害を受け、高潮防波堤も出来たが、伊勢湾の地盤沈下で、防波堤は2m以上も沈下したので補修を行った。

図-4は、現在の名古屋港である。航路と泊地は-12mとなり、港域も広がったが、明治29年の基本計画のままである。

名古屋港は、現在、入港船舶3万t、年間4万隻、取扱貨物量1.1億tで、世界で有数の大港湾である。

4. セメントの時代と三河セメント

イギリスで、1824年ポルトランドセメントが発明され、1844年頃から企業化して、品物が日本にも輸入されると、日本は輸入防圧のため1874(明治7年)国営で年産300tの深川工場(後に浅野セメント)を設立した。日本政府は、各藩の士族の生活救済のため、各地に適応産業の助成を指導した。

愛知県令国貞康平は元毛利藩士である。県下の田原藩が直轄で生石灰を製造しているのを知り、渥美郡田原に東洋組と称して1881(明治14年)民営で初めてのセメント工場を、山口県の小野田セメントと



図-2 大正9年の名古屋港

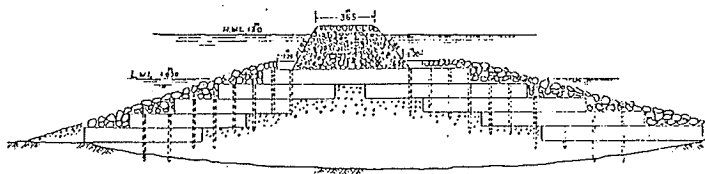


図-3 西防波堤断面図



図-4 現在の名古屋港

同時に発足せしめた。何れも、石灰と粘土に恵まれている地である。

東洋組は、田原セメントとも称され、南部藩士斎藤実堯を中心に、資本金約5万円、うち1.2万円は田原藩士60人の出資である。工場は図-1のごとく7900 m^2 の敷地に徳利炉を置き、炭沢山の石灰と汐川の泥土を採取し、湿式により紀州の無煙炭で焼成した。

作業は次のような原始的製造法である。

石灰石：採取-運搬-拳大に砕く-焼成-風化-消石灰

粘土：川底より採取-搬入

配合：粘土4立方尺-消石灰4輛を配合-攪拌-沈澱-乾燥

焼成：白土ブロック-無煙炭-積層-7日間焼成- $\frac{1}{4}$ になる-

窯出し-揀別

粉碎：径2.4m、厚0.45m、重さ3t石製のエッジレーナ2個を回転-

粉碎-篩分け-荒いもの人力粉碎

出荷：散布風化1ヶ月-樽詰170kg-出荷

製品は、粉碎後1ヶ月間風化させ現在のように石膏を入れる事は知らなかった。逐次機械力が導入されたが、電気・気力・水力はなく、攪拌と粉碎は牛力と人力により、出荷には2ヶ月以上を要した。

日本のセメント工場に蒸気と水力が入ったのは明治22年、粉碎のチューブミルは明治32年、回転窯は明治36年が最初である。

図-2は、セメントの再粉碎に使用した石臼、図-3は当時の樽に貼ったラベルである。それらの作業には主に田原の士族が従事した。

田原セメントは、明治24年渋沢栄一に譲渡され、資本金10万円の三河セメントと改称し、設備を改造して年産1.0~1.4万tを生産したが、終戦後、小野田セメントに合併、現在は閉鎖された。

明治初年のセメントは、焼きが不充分の上に粒子が荒く、強度は図-4のように $\frac{1}{10}$ 、生産量は図-5で推定できるように非常に少ない。明治初年のコンクリートは、粗粒のセメントを使って非常な固練りで二和土のごとく蛸又は錘で数分間つき固めて、水のにじむ程度を良くした。従って、水比は理想的な40%に近く、100年を経過してコンクリートはまだ活性であるようだ。

明治28年施工された新野新田の工事の主要

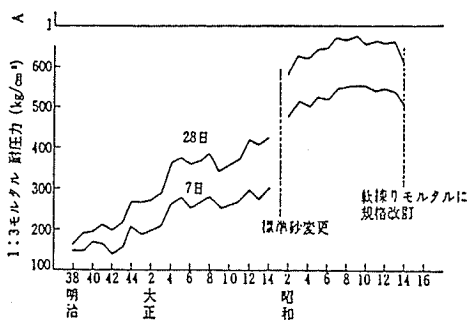


図-4 日本のセメントの品質

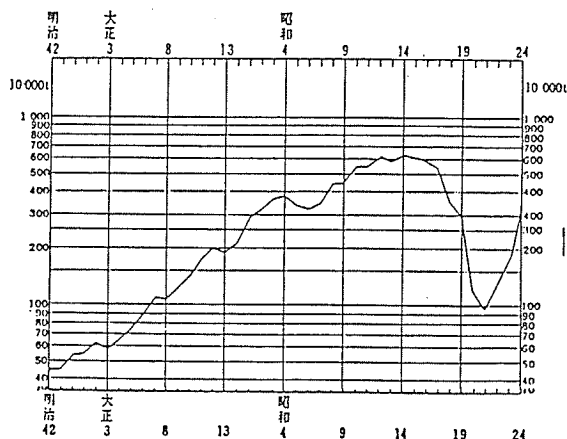


図-5 日本のセメントの生産量

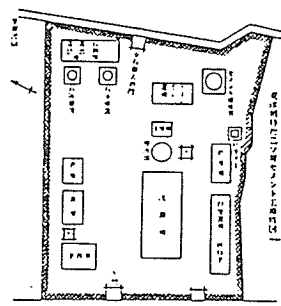


図-1 田原セメント工場

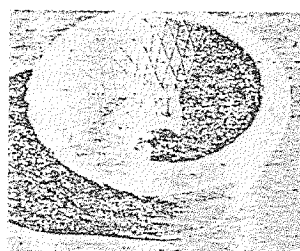


図-2

藩士の家庭で副業として、やらせるために藩より配付した、セメントの小塊を粉末とするために使った花崗石の臼である。



図-3 水谷氏経営時代の樽張商標紙

セン博士以下多数の実験が行なわれ、コンクリートについては一部実施されて有用性が認められ、化学医療・農業等にも利用されている。

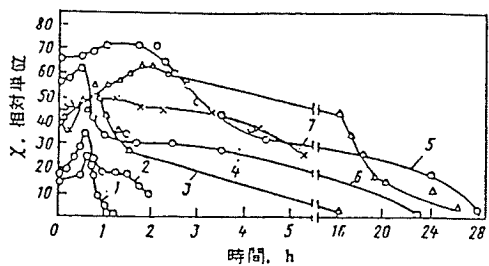


図-5 磁力水の有効時間

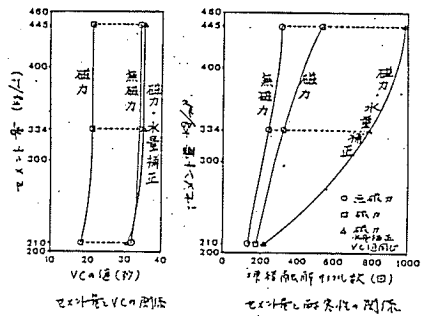


図-6 磁力水の効果(山本)

参 考 文 献

土 木 学 会	明治以前日本土木史	昭和11年	土木学会
土 木 学 会	日本土木史 大正元年～昭和20年	昭和40年	土木学会
沼 田 政 矩	日本の土木技術	昭和50年	土木学会
小 瀬 甫 庵	信 長 記	昭和56年	現代思潮社
中 根 仙 吉	碧南市資料 服部長七伝	昭和29年	碧南市役所
篠 田 康 雄	熱 田 神 宮	昭和43年	学 生 社
愛知県農地部	愛知県開拓史	昭和55年	愛 知 県
名古屋港管理組合	名古屋港史料	昭和56年	名港管理組合
山 本 廣 次	石積の力学	昭和43年9月	土木技術社
城 戸 久	名古屋城雑記	昭和53年	名古屋城振興会
小 川 博 三	日本土木史概説	昭和50年	共立出版
原 田 護 二	ダム開発の事例玉川ダム	昭和59年	月刊建設
原 田 次 夫	材令60年大井ダムコンクリートの品質	昭和58年1月	電力土木協会
長 尾 義 三	物語日本の土木史	昭和60年	鹿島出版社
山 本 廣 次 他	磁気処理水がセメントモルタルに及ぼす影響	昭和61年2月	セメント協会
クラッセン	水の磁気処理	昭和60年	モスクワ ヒミヤ社

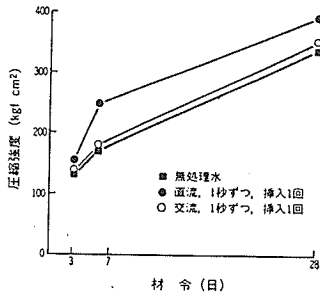


図-7 磁力水による強度の変化(山本)