

浜松防潮堤・命山（津波避難マウンド）見学印象記

危険学プロジェクト代表
榎畑村創造工学研究所代表
畑村洋太郎

見学日 : 2015年7月9日(木) くもり
見学場所 : 命山（津波避難マウンド）, 防潮堤工事, CSG 製造工,
資料室（防潮堤や命山などの構造や配置が分かる資料が展示されている）
対 応 : 浜松市消防局予防課消防司令長・浜松市危機管理課課長 その他.
参加者 : 畑村洋太郎・手塚（危険学プロジェクト統括）他, 計6名
記録 : 2015年7月13日・23日
行程 : 13:00 浜松市役所危機管理課で説明
14:30 命山見学
15:30～16:40 防潮堤見学, 資料室

<見学の動機>

津波はいつ来るか分からない。いざ津波が来たら、近くの高みに逃げるしかない。そのためには、きのこ型のタワーをあちこちの海岸に設置して、付近の高台まで逃げ切れない人が逃げる場所にすればよいと私は昔から考えていた。これを私は“きのこタワー”と呼んでいるが、こういう考えを進めるうちに人工的なタワーよりも土塁を作るほうがよいのではないかと考えるようになった。静岡県浜松市には人工の土塁が作られ“命山”と呼ばれていると思い込み、行って見たいものだと考えていた。そして実現したのが今回の浜松市の命山（津波避難マウンド）と防潮堤の見学である。

<見学が実現した経緯>

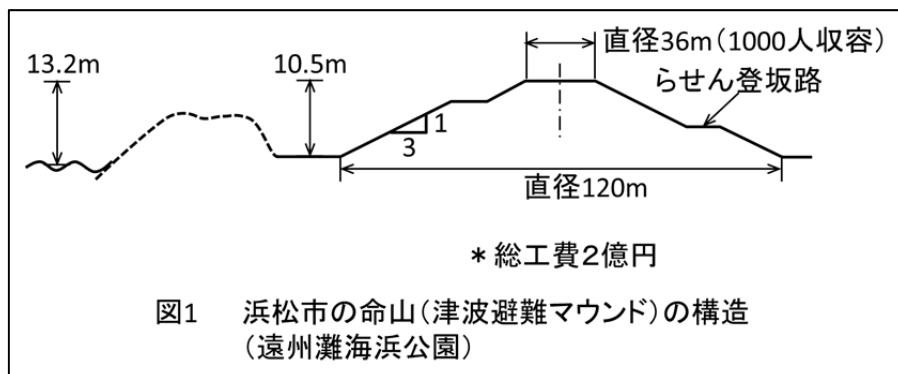
2015年1月に浜松市の消防局予防課から失敗学に関する講演依頼があったが、私が引き受けられないため、代わりに危険学プロジェクト研究統括の手塚氏を紹介したところ、結局手塚氏が9月17日(木)午後2:00～3:45に浜松市で200～250人の聴衆に講演することになった。私と手塚氏は以前から気になっている命山をこの機会に見学して、講演の中に命山の話を入れようということになり、講演に先立って見学したい旨を手塚氏から浜松市の消防局に伝えた。すると、浜松市の危機管理課の方に話がまわり、命山と防潮堤の両方を見学させてもらえることになった。実際に行ってみて、命山よりもはるかに大規模で効果的な防潮堤の建設が行われていることを知った。

A. 見学した構造物

1. 命山（津波避難マウンド）

浜松駅から南に4 km行ったところに遠州灘がある。この遠州灘にぶつかったところから1 kmくらい東に行ったところにある遠州灘海浜公園の中に津波避難用の土塁が作られていた。通称“命山”だが、浜松市では“津波避難マウンド（略してマウンド）”と呼ばれていた。マウンドは円錐形の土で出来た構造物であり、頂部の高さは周辺の地面から10.5m、海拔は13.2mである。円錐形の底の部分の直径は120m、頂部の円形のテラスの寸法は直径36mで、1人当たり1㎡が計画されているので、この頂部には1000人が避難出来ることになっている（図1、図2）。なお、そこで聞いたことであるが、浜松の隣が磐田市、そのまた隣の袋井市には300年前に作った高さが6mほどの土塁が2基あり、“命山”というのはそのことだそうだ。

マウンドと海との間には自然に出来た砂丘が横たわっている。そしてこの円錐形の斜面の傾斜は3:1とゆるやかなものになっている。また、下から徒歩や車いすなどでも登れるように考えていると思うが、マウンドを螺旋状に上る登坂路が作られていた。この構造を作っているのは、材料は土だけであるので、築地（ついち）である。工事費は約2億円と聞いたので、このマウンドを作るために動かした土の量（59,000㎡）で計算すると、1㎡あたり約3500円をかけていることになる。なお、2億円を1000人で割ると、1人当たり20万円かけてこの避難場所を作ったことに相当する。後で比較に出てくるが、1㎡あたり3500円はそう高い金額ではないと思う。



2. 防潮堤

見学の当初の目的は命山であったが、浜松市の危機管理課での説明により命山よりも2ケタも上の予算を掛けて防潮堤が作られていることを知った。防潮堤の位置は先ほど述べた遠州灘海浜公園の海岸線に沿っている。長さは17.5kmであり、その高さは海拔13mである。この海岸線に来る東海・東南海・南海の地震による津波の高さは最大15mが想定されているので、海拔13mというのは始めから越流を想定していることになる。ここが非常に大事な部分で、絶対に越流させないと頑張るのか、それとも越流を認めるのかで、作る構造体の構造も大きさも高さもまるで変わってしまう。防潮堤の工事現場に行く途中、津波避難タワーが建設されていた(図3)。もし防潮堤がなければ、15mもの津波が来ればこの避難タワーはひとたまりもなく破壊されてしまうだろう。しかし、防潮堤が完成すれば、越流による浸水は最大2m程度と考えられるので、このような避難タワーが非常に有効だと考えられる。



図3 砂丘内側の民地に設置された津波避難タワー

【構造】

防潮堤の構造を図4に示す。芯金に相当する部分は断面が台形で、既に固まっている砂地の上に基礎を置き、CSG (Cemented Sand and Gravel) で構造体を作る。これは砂と砂利にセメントを混ぜたもので、固まった状態でコンクリートの約1/10の強度を持つ非常に硬く固まった構造体である(図5)。CSGの構造体の両脇に盛り土をし、さらにその表面に覆土して、植栽を植える。例えば松等を植えて時間が経てば、ここは松林になる。芯金に相当するCSGの根元の幅は約20m、頂部の幅は4mで、高さは10mから13mくらいだから、ここの台形の傾斜部分の寸法は45度以上になり、非常に急な壁になっている。盛り土とCSGとを平面台でどんどんと積み重ねていき、型板を使わずに盛り土自身を型板として使うというような考え方でこの構造を作っていた。

この構造体全部の寸法は一番底部の幅で50~60m、高さは海水面からの高さで13m、頂部の幅は6mで、このうち4mはコンクリートの道路になっている。津波の波力や洗掘により堤防が破壊されることを防ぐため、防潮堤の底部の幅を広くしている。なお、覆土も水平面2に対して高さが1の勾配の法面になるので、約30度の立ち上がりになり、非常に急な傾斜に見えた(図6)。この部分の植林には、企業や市民団体のボランティアと自らからの植えた植栽の

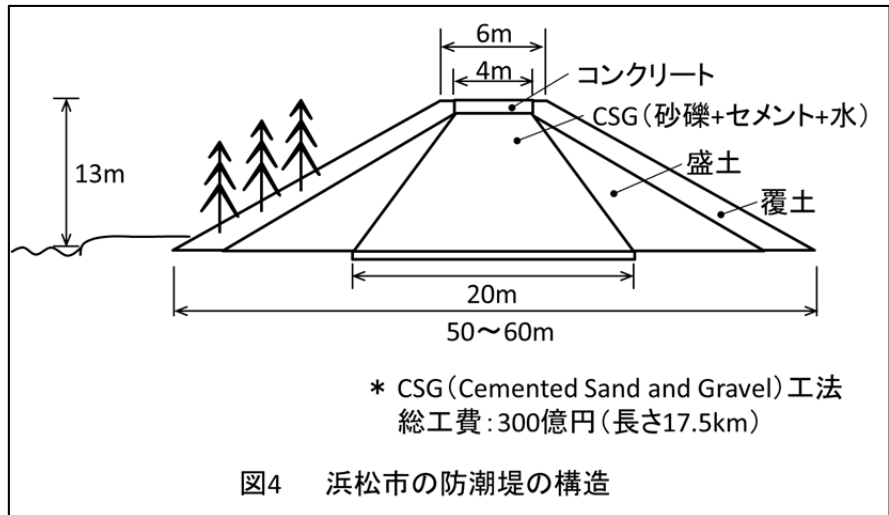


図4 浜松市の防潮堤の構造



図5 防潮堤の天端(コンクリート敷設前)と
CSG工法で作った路心構造の頂部



図6 防潮堤の内側の法面

管理について公募しているような話も聞いた。

構造体を作るのに砂利が必要だが、現場では入手することが出来ず、浜松の東端にある天竜川の上流 28km ほどのところから砂利を採取して運搬路を決めて運んでいるそうである。なお、この防潮堤は、メンテナンスにお金を掛けず、皆が自分達の作ったものを楽しみながら津波対策になるということに重きを置いたためにこのような構造になったと聞いた。

また、防潮堤の工事現場には建設途中の津波の襲来に備えて津波避難シェルタが準備されていた（図 7）。



【工事費】

工事費は 300 億円の全額を一私企業である一条工務店グループが寄付したそうである。先ほどの長さ 17.5 km で割ってみると、堤防の長さ 1m あたり 170 万円になる。また、ここで使っている土の量で換算すると 1 m³ が約 4400 円になる。

蛇足①

ここで色々なことを考えた。45 年程前に東北自動車道を作る工事現場を見たことがある。関東の北からまっすぐ南下する東北自動車道の工事は、田を埋め、そこに砂利や砂を投げ込んで作っていく工法だったので、おそらく 50 km ほど北の栃木の山の方から土砂を運んでいた。ダンプカーは小さなものは 4t 車、大きなものはおそらく 10t 車位だったと思うが、実際には倍近い土砂を積載していると聞いた。うろ覚えなので確かな所は分からないが、土砂は 1 m³ あたり 1 万円も掛かるという話を聞いたように思う。私は土木工事にかかる費用は 1 m³ あたり 5000~10000 円と考えているので、先ほど記述したこの防潮堤の建築費の 1 m³ あたり 4400 円（300 億円という数字から換算した）という金額は、とてもリーズナブルなものだと感じた。

蛇足②

私は土木工事や建物の建築の総工費を作った空間の大きさで考えるようにしている。すると不思議なことに東京の真ん中で作っているマンションでも、山の中に作っている揚水発電所の地下空間であっても、だいたい 5 万円 / m³ になっているという法則性があるように思う。すると、こういう土で作った構造物は空間を作る場合の 1/10 で済んでいることになる。なお、東京オリンピックのメインスタジアムの大きさがどの位かは知らないが、仮に 300m 四方に 20m の高さ分位の空間とし、これを 1 m³ あたり 5 万円で作ると考えると 1000 億円位になる。今回白紙撤回になったとはいえ、これに掛かる費用

が 2600 億円というのは、常識はずれの金額だったといえる。

B. 見たこと、考えたこと

1. 寄付の凄さ

今回見学させてもらった防潮堤を作る費用は、一私企業である一条工務店グループが全額寄付した。その金額は 300 億円で、誰かが寄付をするという金額ではなく、普通なら国や自治体等がなんとか予算を工面して支払うような金額である。しかし、一私企業が寄付し工事を行っているために、通常国や地方自治体に求められるような説明責任等が求められない。このような工事では、いつ来るか分からない災害に備えるため、出来るだけ短期間に構造物を完成させることが最も重要であると考えられるが、それだけを目指して工事を進めることが出来る。すなわち国や社会の持つ既成概念に囚われていないのである。真に社会に必要なことを個人の力で実現出来ているのである。

社会が必要とするものを作る公共事業では、公正さ、納得性、説明性、そういったものが求められることは確かであるが、それに時間を費やしているうちに、求められている最大の機能、いつ起こるか分からない災害に備えるということが出来なくなる。仮に建設中にその災害が実際に起ってしまうと、何のために作ろうとしていたのか分からなくなる。時間が非常に大きな制約になるので、そこをクリアするのが個人からの寄付の凄さだ。議論をしている間にも時間が無為に過ぎてしまうことを考えれば、個人が自らの意志で寄付をし、それを実行するというのは非常に大事な考えだと思う。

2. 寄付文化の大切さ

日本では昔から寄付の対象はお寺や神社がほとんどだったが、寄進という形で寄付される金額はさほど大きくない。まして 300 億円などという大きな金額は国の事業としては有り得るが、個人が寄付するような金額としては桁はずれである。しかし、社会が求めていることに気が付いて、それを実行出来る力があり、それを実行してしまう人がいたら、そのことを評価するような社会的な考え方がとても大事だと思う。そういう意味で、今回の一私人による寄付というのは、日本の中で行われた画期的なことではないかと思う。

自治体への寄付といえば、既に国の中では行われているふるさと納税制度というものがある。ふるさと納税とは、自治体への寄附金で、個人が 2,000 円を超える寄附を行ったときに住民税のおよそ 2 割程度が還付、控除される制度であるが、実質的には自分が自治体に納める税金の内、約 2 割を限度として自分が納税先を自由に選べるという制度と考えることができる。これを寄付と考えるか、納税と考えるかは人それぞれだが、納税先をどこにするか自分の意思で選べるのが素晴らしいと思う。しかも、これは用途を指定できるのである。そうだとすれば、用途を自分で指定出来るようなふるさと納税をもっと社会の中で広げていくことが必要であると思う。

今回の浜松市で行われた一私人による寄付は、社会が早急に必要とする防潮堤の建設に用途を指定して寄付している所が素晴らしい。

3. CSG 製造工

C=Cemented, S=Sand, G=Gravel (砂利) の意味である。CSG 製造のプラントを見せてもらったが、砂利・砂・セメントの混合は、粒子の自然落下を使い自動的に混合するという方法を取っていた (図 8, 9)。私たちが 10 年以上続けている微粉体の立体混合の研究も同じように落下による混合である。CSG 製造工はすごく大掛かりな立体混合と考えることができる。



機械の設計では、混合というとき、軸の回転や軸の公転運動とか、さもなければインペラーの回転、または溝付きの軸の回転などを考える。容器と中で動くものとの相対運動によってそのうち混ぜるという考え方を考える。

しかし CGS 製造で行っているのは重力を使うだけで、高い所から低い所に物が落ちて行くうちに混合してしまうという、全く違う原理での混合法である (図 10)。この混合法の考え方はもう 20 年近く前に東大工学部の学部長を務めた岡村甫先生のアイデアなのではないかと思う。今回この CSG 混合の工法を聞いて、もともと浜松市でこの工法を持っていたのかと聞いたら、ゼネコンの持っている技術をそのまま使っているのだということだった。この工法は前田建設の前田又兵衛氏達が実用化した工法なのではないかと推測したが、そのことは聞かなかった。

自然法則を利用した土の混合では、前田建設はもっと全然違う方法も行ってた。群馬県と長野県の県境をまたいで、東京電力の神流川揚水発電所のダムがある。これの上部ダムはアースダムで、堤体の芯金に当る止水コアの土砂は粘土と砂・砂利等を混合して水が通らないような土にするが、強度も必要である。この製造するは図 11 に示したように、砂利・砂・粘土等を層状に敷き固めて置いて、それを斜めにブルドーザで切り落として混合するという工法を使っている。これはまた自然落下による混合法とも違い、機械的な回転による方法とも全く違う混合法であるが、このような考え方は土木固有の素晴らしい考え方だと思う。私たちが 10 年来取り組んでいる立体混合は、これに近い考え方で微粒子の混合を考えているものである。

かき混ぜればそのうち混ざるというのではなく、2 種類の微粒子をそれぞれ 2 分割を繰り返して複数の流路へ分けて流して混合させ、最後にすべての混合物を集約するという方法である。

これとは別の話だが、本田宗一郎は、工程を考えるときに自然法則に合うように工場内の物流を考えよとうるさく言っていた、と本田の鈴鹿工場で聞いた。十分考えずにラインを作ると、本田宗一郎はスパナを投げて怒ったという話も聞いた。そこまで激烈である必要もないが、短時間に、しかもコストを掛けずに完全に混ぜることを考えるときに自然法則を利用することはとても大事である。

そういえば、東京の水源である村山貯水池を見に行ったときに聞いた話がある。村山ダムの周辺一帯は住居地帯である。爆撃をする側から見たら、このダムを爆破するのが一番効果的だと考えるに違いないというので、戦争中村山ダムの天端だけは全部コンクリートで内部まで固



図10 資料室にある落下によるセメント・砂・砂利の混合装置の模型

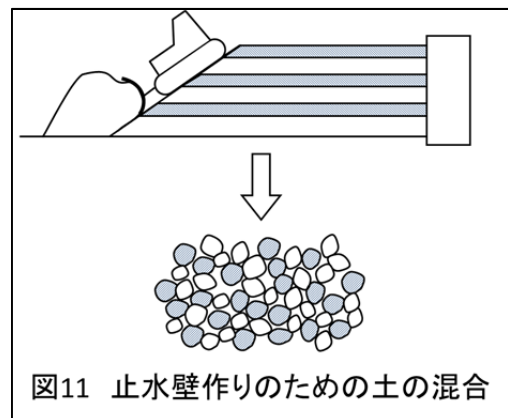


図11 止水壁作りのための土の混合

め、その後を土で覆ってあるそうだ。今回の防潮堤の芯金にあたる部分が CSG 構造になっているのと似ている感じがする。強さが必要な時にコンクリートで作るのではなく土砂にセメントを混ぜて強度を出すというような考え方も非常に大事なものだと思った。

4. 情報伝達のあいまいさ

今回の見学の動機は、前述したとおり、静岡の方に“命山”というものがあることを知り、津波の避難施設として非常に大事だと思ったからである。しかも誰かの寄付金で作られていると聞いたので、これはまさに私が作りたいと考えていた“きのこタワー”の生まれ変わりではないかと思って興味を惹かれた。しかし、現地に行ってみたらそれぞれがまるで違う話であった。まず、浜松にある津波避難場所は市のお金で最近作ったもので、現地では“命山”ではなく、“津波避難マウンド”と呼ばれていた。また、寄付で工事を行っているのは命山ではなく、膨大な規模の防潮堤で、2桁も多い工事費は一私企業による寄付金で賄われていた。世の中で行われていること、起っていることについて、私は随分注意して見ているつもりであるが、こんな大きく大事なことが実際に行われているのに、全く不正確な事柄しか知らなかった。“現地・現物・現人”の“3現”を標榜している私であるが、改めて自分で実際に見に行ってみるといふことの強さと大事さを感じた。

<謝辞>

今回は私が意図した以上にすばらしい見学を行うことが出来た。これは初めに浜松市消防局の人達が講演を私に依頼して下さったことがきっかけとなっている。そして見学の希望を伝えてからは、こちらの考えていることを非常に正確にくみ取り、部署が違う市役所に連絡をし、そして市役所の人達がきちんとした対応をしてくれた。そのおかげで私らはこのような本当に実りのある見学を行うことが出来た。見学を実現するのに色々と労をとっていただいた浜松市の危機管理課の方々、また消防局の予防課の方々に心からお礼を申し上げます。有難うございました。

以上