

震災ガレキの新たな利用方法による復興推進
地震は予知も制御もできないが復興を推進する方法はある
鈴木達雄 ((株)人工海底山脈研究所代表取締役)



将来のために大切なこと

1923年の関東大震災、当時は木造建造物が大多数で、関東大地震は多くの建物を倒壊し、広大な範囲で出火がありました。あいにくの低気圧による強風で大規模な火災旋風が多数発生し、10万人以上の尊い命が奪われました。その後も阪神淡路大震災、東日本大震災等数々の経験を経て、耐震設計の強化、不燃材の開発、防災教育、避難訓練など、命を守る対策は進んでいます。

しかし、被災後の復興についての対策が充分ではないように思います。幸い生き残った人々にとって一番重要なのは、迅速な復興です。復興に10年もかかるようでは、国際競争に立ち遅れます。自分自身や、将来を担う子供や孫の世代が、活躍できる環境を創るために早期復興が焦眉の急ですが、それには未曾有の廃棄物の迅速な撤去が不可欠です。

将来想定される廃棄物の過半を占めるコンクリート殻。被災したコンクリート構造物を迅速に解体し、利用できる新たなシステムの構築が必要だと考えます。既定路線ではコンクリート殻を全て破碎して再生砕石にしますが、より迅速かつ有効な用途に利用するための新たな方法の開発が必要です。

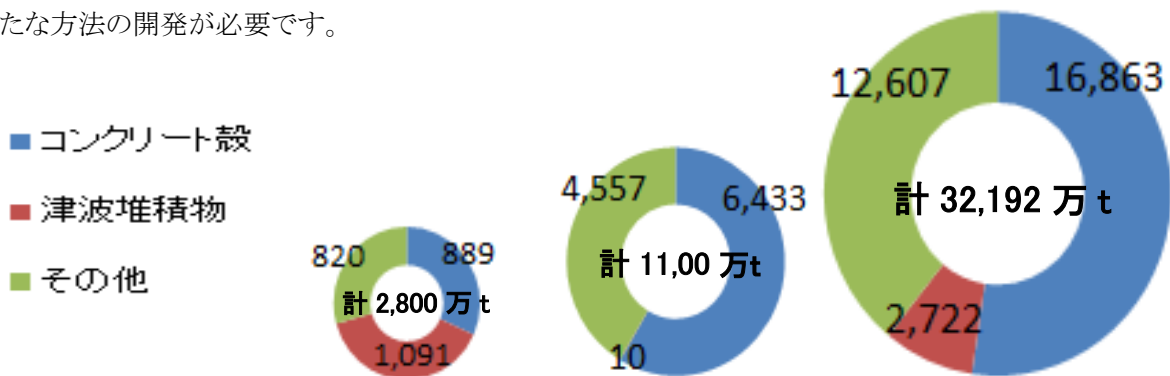
世界に類のない現代都市型災害

近い将来、首都直下地震、南海トラフ地震、東海、東南海地震など、プレート境界等で発生する地震の確率が高いと想定されています。何れかの巨大地震が発生すれば、プレートが刺激され連動して発生することも想定されています。

世界一の東京をはじめとする巨大都市に人口が集中し、100年前に比べ多くの構造物がコンクリート造になり、災害の形も現代災害型に変化します。高架道路、コンクリート造ビル等の倒壊、土砂崩れ、液状化、津波、氾濫などの被害が想定されます。火災による被害もまだ大きいと想定されています。

都市型震災廃棄物の特徴

ここで強調するのは、未曾有の震災廃棄物です。東日本大震災の廃棄物総量2,800万トンに対して、首都直下地震では11,000万トン、南海トラフ地震では32,192万トン。青色で示すコンクリート殻の発生量が極めて多いことが特徴です。コンクリート殻は焼いても破碎しても減容しません。しかも、利用しなければいけない貴重な資源です。



震災廃棄物の発生量とコンクリート殻の割合 (単位:万t) (内閣府資料を基に加工)

(左から、2011年東日本大震災、20XX年首都直下地震、20XX年南海トラフ地震)

コンクリートは、永く構造物として機能してきた材料です。設計以上の外力が加わり構造物としての機能を失っても素材として問題はなく、利用すべき資源です。しかし、被災コンクリート構造物は、その場で交通を遮断し復旧復興を妨げます。これを迅速に処理してスペースをつくらない限り、本格的な復興はありません。首都直下地震で発生するコンクリート殻は、山手線内側を平均 1m 嵩上げする膨大な量です。

全て破碎して再生砕石にしても、利用する公共事業がなければ地上の何処かに山積みされ、狭い日本の貴重な土地の有効利用が長期間妨げられます。下図は 2011 年東日本大震災の震災廃棄物の大まか

な流れを示しています。一旦、廃棄物をまとめてから分別し、一次仮置場、二次仮置場に運搬し粗選別、分別し、中間処理等を行い、コンクリート殻は全て破碎して再生砕石にする流れになっています。復興を本格的に進めるには、とにかくコンクリート殻を都心から迅速に取り除き、利用する必要があります。コンクリート殻は解体業者による特殊技術で解体されますが、最初は大割で切出します。最終的に再生砕石にするので大割のまま利用することは考えません。大割のまま利用する用途があれば、用途に適した基準に沿って解体し、大割、小割のまま検査し、積出港に運搬し利用することは既往作業でも可能です。

従来の災害廃棄物処理の大まかな流れ

災害廃棄物対策チーム 2016/3/31



東日本大震災の廃棄物の処理は上図のように標準化されています

考えられる利用方法

再生砕石は、砂利や生コンクリートの骨材等として利用できるため汎用性が高い。しかし、巨大地震で発生するコンクリート殻は、仮置場のない都心に集中するので、近場で破碎、分級、貯蔵するのは困難です。したがって、コンクリート殻全てを数回遠距離に転送するためのエネルギーは膨大になります。このコンクリート殻を利用する施設として、被災した道路、鉄道、港湾施設の補強・延伸、地盤の嵩上げ、公園、最終処分場等があります。しかし、膨大なコンクリート殻を利用する事業計画には時間がかかり、利用されるまで山積みになり、その場を長期間占拠します。

過去、解体時に出た大割・小割のコンクリート殻をそのまま漁港に運搬し、利用した実績があります。東日本大震災で、岩手県田老町の防波堤、およびその沖のアワビ礁造成のため深場を嵩上げする事業に利

用されました。この例に倣い大割・小割のコンクリート殻を、国が直轄事業で積極的に展開する人工海底山脈事業等の建設に利用できれば、迅速な復興を推進できます。砕石化と比較し、大割・小割ガラを直接利用する利点と課題を次にまとめました。

大割利用の特徴

<p>大割利用の利点 (早期処理を優先する)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・解体時間を 2 割削程短縮し被災地の復興を促進 ・破碎までの運搬をなくし渋滞緩和と省エネを実現 ・破碎・分級処理をなくし省力、省エネ、省コスト ・大割資材を海域の水産基盤整備に利用し食糧を増産
<p>大割利用の課題</p> <ul style="list-style-type: none"> ・激甚災害時に大割利用を許す基準緩和が必要 ・大割・小割殻を資材とするため実証事業等が必要

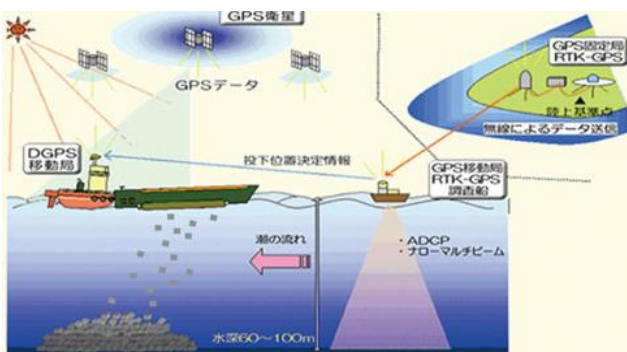
コンクリート殻を利用した人工海底山脈

人工海底山脈に利用する場合は、ブロックや捨石を海面から自由落下させて円錐体の山をつくり、流れを遮る方向に4基以上配列するのが理想的です。ブロックの替りに大割コンガラを写真のように全開バナーやガット船に積み込み沈設します。大割・小割ガラを海底山脈の資材として利用することは可能です。



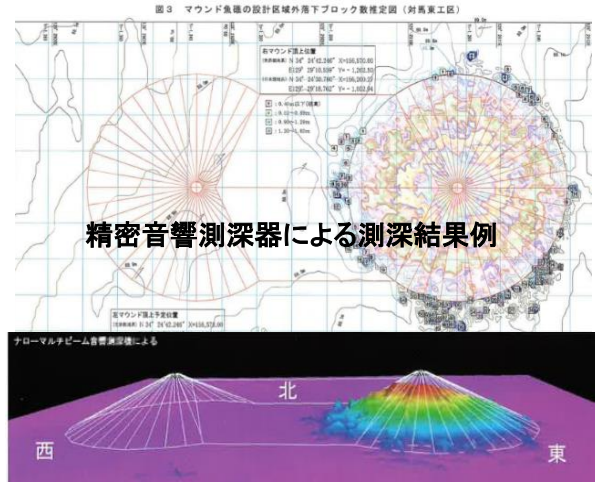
人工海底山脈用ブロックの投入状況

沖合で設計通りの海底山脈を建設するには、GPSで位置決めし、海底の目標点に着床するように、投入時点で流向・流速を測定し、海上の作業船を誘導し投入します。資材は散乱して底面直径数百mの海底に着床します。一点に砂を落とすと円錐状の山がでると同様に水深100mの海域でも海面からブロックを上手に自由落下させれば円錐状に堆積します。



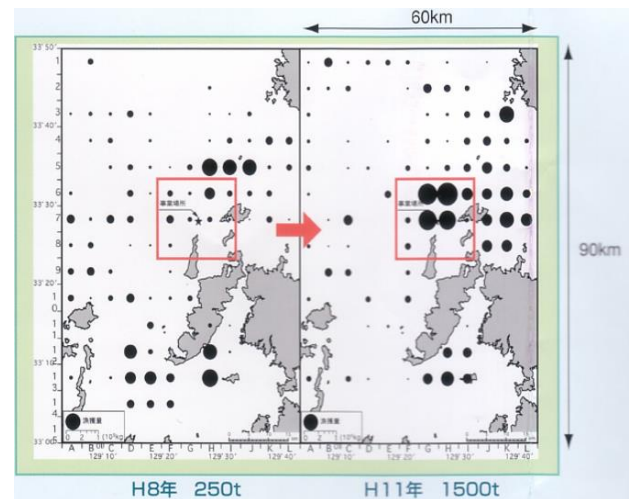
ブロック投入位置の管理システム

次図は、長崎県が国の50%の補助を受けて実施した事業の建設途中のものです。建設中に精密音響測深器(SEABAT)で実測した結果です。施工誤差で若干外れたものもあるようですが、1.6m角のブロック1個1個の積み上がり状態まで分かります。



人工海底山脈の効果と実績

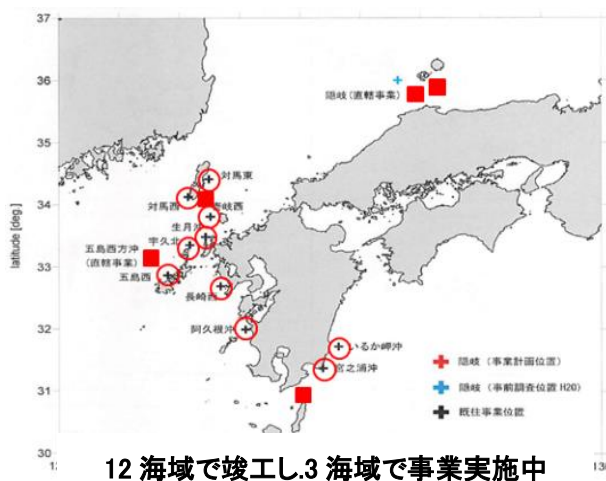
人工海底山脈は1995年に国の補助金を得て民活事業として実証事業が実施されました。事業前から事業終了まで、東西60km、南北90kmという広大な海域を5km×6kmに分割し、操業した日時、区画、操業方法、魚種、漁獲量を漁業者に記録して頂き、貴重なデータを得ることができました。これはこの広大な海域に海底山脈を建設することで魚種別の漁獲量の変化をみることで、漁場がどのように変化するかをみる貴重なデータになりました。



約10kmの赤枠内で漁獲量が6倍に増加した

これによると、事業前250tだったまき網による年間漁獲量が、事業後の1999年には1500tと6倍に上昇したことが分かります。しかも、図中の赤枠内約10km四方という広大な範囲での比較です。全域でも漁獲が増加しており、このような漁獲増加は、事前の予想

を遥かに超えるものでした。何故このような結果が得られたのでしょうか。それは人工海底山脈の原理を知るとある程度理解できます。太古から生物が微生物に分解され海の深いところほど、窒素、リン、珪素等の濃度が高くなっていることが世界の海で知られています。海の低層に蓄積された膨大な量の栄養塩類は、低層の海水の密度が高いので、極めて限られた海域でしか上昇してきません。この上昇を湧昇といい、世界の海の僅か 0.1%の海域で、自然の湧昇現象があり、世界の漁業生産の 50%が漁獲されているのです。人工海底山脈は、この原理を応用して自然の流れをうまく利用して湧昇を人工的に発生させ、植物プランクトンが増殖する海域を創ろうというものです。すなわち、自然の力で魚貝類に自然の餌を供給することなのです。実証事業の成果を基に水産庁は新たに人工海底山脈、マウンド礁などと呼ばれ国が 50%補助する公共事業を創設しました。その後、多数の海域で成果があったことから、2010年には規模を拡大して国の直轄事業を立ち上げ現在も展開しています。この事業はこれまで下図のように九州、中国地方と静岡県で実施されてきました。



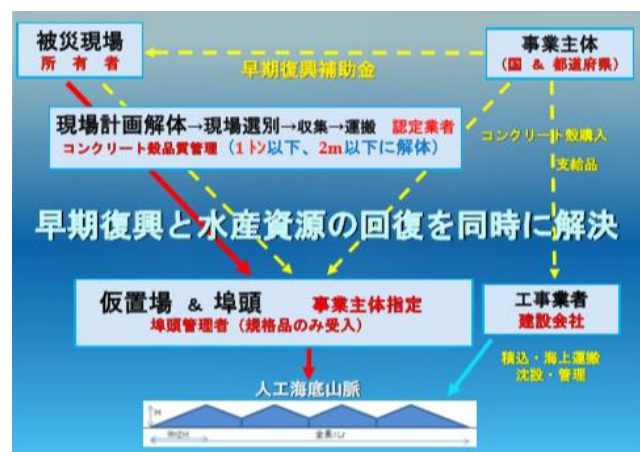
しかし、実証事業前の調査から日本の北から南までの水産試験場の協力を得て各海域の表層と低層の海水を採取して頂き、低層と表層の海水で植物プランクトンの培養試験をしました。その結果日本沿岸で低層水と表層水を混合すると植物プランクトンの増殖が可能であることを確認しました。

コンクリート殻の人工海底山脈への利用

コンクリート殻を漁業振興のために利用した実績は、前述の田老町にあります。コンクリート殻の元であるコンクリート構造物がどのように利用されたかで、その安全性を事前に推定することができます。当然、安全性を保障できないコンクリート殻は海域では利用できませんので事前に適用対象外とすることができます。

コンクリート殻は強度も耐久性もありますので、安全性が確認できれば、海で大量に利用されているコンクリート構造物と同様に安全です。残る問題は破砕処理された再生砕石か、破砕処理前の大割・小割の状態での利用なのかが違うだけです。大割・小割の状態を利用すれば破砕までに必要な、運搬や破砕・分級が不要になるだけ、処理時間が短縮でき、経済的にも環境面でも有利です。震災発生材で人工海底山脈を創るイメージは下図のように非常に単純で復興推進と、漁獲量の増加につながります。

ただし、発災前に実証事業や人工海底山脈の事前調査、設計、漁業調整ができ事業計画ができていなければ、被災後の混乱の中でこのような世界初の画期的な事業を実施するのは難しいでしょう。



コンクリート殻による海底山脈建設の流れ

参考文献

- 1) 鈴木達雄: 待ったなし, 瓦礫をどうする. 第 6 回首都防災ウィーク記念資料集, pp.33-36. 2018,9
- 2) 鈴木達雄: 震災廃棄物の迅速な資材化と利用による早期復興, 第 30 回 廃棄物資源循環学会研究発表会. 2019.9 (発表予定)