

広島技調技術情報誌 平成20年(2008年)6月発行

広島技調じゃけん！通信

第3号

- Contents -

●新入職員紹介

●新連載

【第1回】

広島県における沿岸部の埋立
／土田 孝 教授(広島大学大学院)

土田教授のプロフィール

- ・東京大学工学部土木工学科卒業
- ・港湾空港技術研究所土質部滑走路研究室室長、地盤・構造部土質研究室室長などを歴任
- ・現在広島大学大学院工学研究科教授
- ・第四紀における土の堆積環境と形成された地盤の工学的特性との関連性に関する研究に取り組む
- ・専門分野は地盤工学

●業務成果

- ・もたれ式護岸の安定性の検討
- ・港湾における地震動の設定について

- 新入職員紹介 -

未来の国土交通省を担う期待の新入職員

野村 直道 さんを紹介いたします。



1985年生まれ。

“サッカー”と“自転車”を
こよなく愛するスポーツ青年。

学生時代は

“水生昆虫に関する研究”
に取り組む。

そんな野村さんの今後の抱負とは・・・

私が所属する設計グループは、主に港湾施設の設計や港湾関係者等に設計に関する技術的な知見を提供することを行っています。さらに、今後の港湾整備に役立つ技術的な研究を大学と連携し、行っています。私はこれらの業務に関して、まだまだわからないことが多いのですが、これから勉強して頑張っていこうと思います。

また、海にも魅力的な生物が生息していると思うので、楽しみです。

- 連載 - NEW

【第1回】広島県における沿岸部の埋

広島大学大学院 工学研究科 土田 孝 教授

広島県における沿岸部の埋立は、昭和30年代の前半から主に工業構造を高度化、多角化することを目的としてスタートした。この時期に造成された広島港東部地区、西部地区や日本鋼管(株)福山製鉄所(現JFEスチール(株))埋立地は、約45年を経た今日も県民の生活を支える産業の中心として、多くの資産・設備が集積している。その後も沿岸埋立地の用途は、昭和40年代後半から下水処理場(浄化センター)や産業廃棄物等の広域的処分地、内外貿易埠頭用地、住宅用地、都市再開発用地として活用されている。

沿岸部土地造成事業名	昭和31	36	S41	S46	S51	S56	S61	平成3	H8
	1956	61	66	71	76	81	86	91	96
東部地区10万坪	—								
東洋工業(-4m岸壁)		—							
東部地区30万坪		—							
西部地区20万坪		—							
日本鋼管福山製鉄所		—							
大竹地区		—							
福山港箕島地区			—						
向洋(東部浄化センター)			—						
三原地区			—						
広島市西部開発			—						
西部浄化センター			—						
箕島地区かさ上げ			—						
大野地区			—						
五日市埋立			—						

図-1 埋立地の建設時期

広島県における代表的な埋立による造成事例14例の時期をまとめたのが図-1である。図のように、広島港の東部地区30万坪(現マツダ宇品工場)、広島港西部地区、大竹港大竹地区、福山港箕島地区、福山港日本鋼管地区(現JFE)など昭和30年代に次々と大規模埋立が実施された。これらの埋立はいずれも非常に軟弱な粘土地盤上で施工されており、造成には当時の先端的な軟弱地盤対策技術が用いられている。

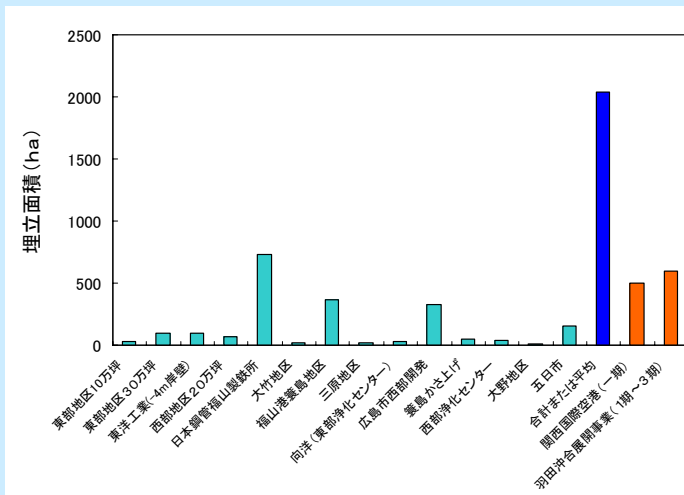


図-2 埋立地の面積の比較

図-3は埋立地の水深の比較である。図からわかるように、県内合計では平均値で水深3mと非常に水深が浅く、効率の良い個所が広島沿岸域の埋立地として採用されたといえる。特に、昭和30年代の埋立地は水深が±0mの浅い箇所が造成費も安く埋立工事の適地であった。昭和40年代の後半以降になると広島市西部開発や五日市地区のように水深が5.0mから8.0mと深くなり、造成費が高価となる一因になった。埋立に用いた土は昭和40年代末までは航路浚渫土や地盤改良で発生した床堀土が大半であるが、昭和50年代以降は山土、建設残土が用いられた。

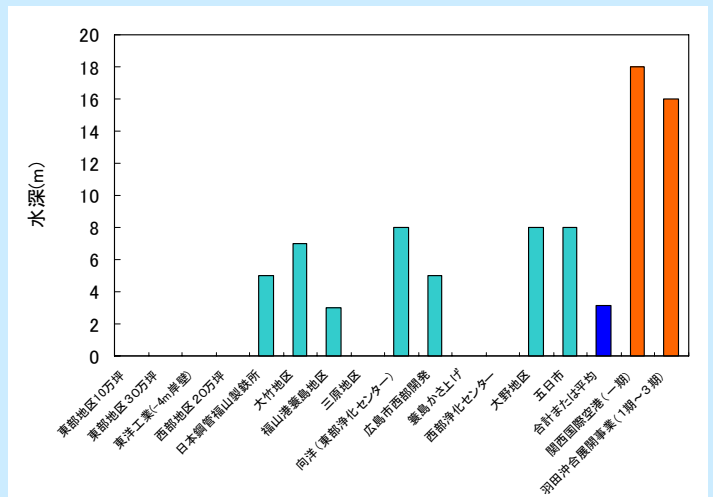


図-3 埋立地の水深の比較

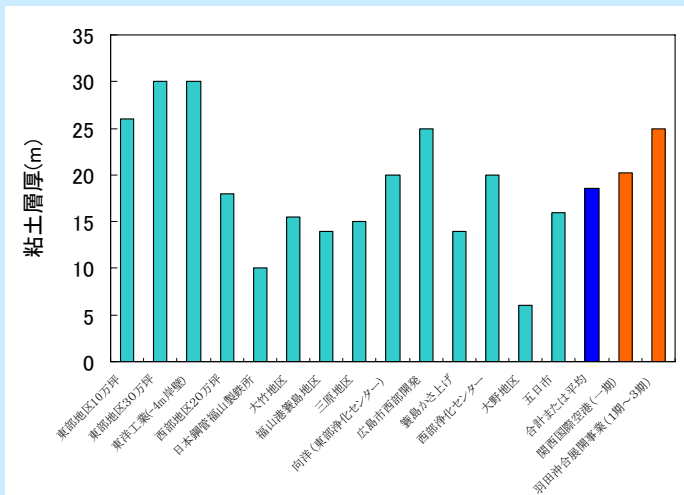


図-4 沖積粘土層厚(平均)の比較

図-4は埋立地における沖積粘土の平均層厚であるが、平均18.5m、最大30mである。最初の埋立事業である広島港東部地区においてすでに粘土層厚26mとなっており、当初から粘土層厚が非常に大きい箇所での埋立工事であったことがわかる。同様に臨海部の土地造成が活発であった東京湾や大阪湾の場合、昭和30年代の工事は大半が軟弱粘土層厚10m未満であり、層厚20mを越える箇所は昭和50年以降に出現している。

このように、広島における土地造成では軟弱地盤の克服が常に大きな問題であり、代表的な地盤改良工法であるサンドドレーン工法やサンドコンパクション工法は広島でもっとも早く採用され、その後の技術の改良と普及のさきがけとなっている。

一般に、埋立地の全面積に地盤改良を行うことは大変な工事費を必要とするので、昭和40年までの埋立では護岸の基礎や重要な建物の基礎のみ地盤改良を行うのが一般的であった。昭和40年代の後半、向洋地区(東部浄化センター)、広島市西部開発のように、埋立の前に海底地盤をサンドドレーン工法で改良するようになった。特に広島市西部開発では330haの埋立地の7割を改良しているが、これは地盤改良として当時他に例をみない規模で、その後の東京国際空港沖合展開事業、関西国際空港に先立つ事例である。埋立地内の土地利用が工場用地から、下水処理場、住宅・都市・教育施設用地に変わり、より良質の地盤造成が必要となったことによるものである。

多くの県が地域を支える産業の誘致・育成に努力しているが、海外との厳しい競争の中でなかなかうまくいっていないのが現状であろう。戦後いち早く軟弱地盤を克服して工業用地の造成に着手し、地域を支える多くの優良企業を誘致・育成した広島の見聞は、あらためて評価されるべきではないだろうか。

- もたれ式護岸の安定性の検討 -

【設計グループ】

平成19年度 全建賞授

広島港海岸は、南方向に開口部を持ち、地盤高も低いことから、台風の接近に伴う高潮の発生による被害を頻繁に受けており、最近では、平成16年に大規模な台風が接近し、広島港海岸の護岸はパラペット部の倒壊、護岸の変位等を生じ、浸水による大きな被害を受けた(写真-1)。



写真-1 被災状況

このような状況を踏まえ、広島港湾岸で多く用いられているもたれ式護岸の改良や、今後の護岸整備を行うにあたって護岸の破壊メカニズムを把握する必要があると考えられる。そこで、護岸に作用する主要な外力及びその影響の程度を確認するため護岸の安定性に関する検討を行った。この時、護岸の設計において考慮されていなかった引き波による負の波圧について検討した。また、被災状況再現実験を行うことにより護岸の破壊メカニズムについて検討を行った。

引き波による負の波圧が堤体の安定性に強い影響を及ぼしていると推察された。そこで、引き波時の滑動および転倒における安全率に対する波高及び潮位の影響について分析した結果、引き波時は潮位及び波高が高いほど、安全率が低下する傾向が示された。また、引き波を考慮した場合の安定計算では、高潮時に滑動に対する安全率が1よりも低い値を示した(表-1)。

表-1 安定計算の比較

内容	従来設計手法	引き波を考慮した場合
設計条件	地震時 (H.W.L.)	引き波 (高潮時 C.D.L.+6.06m)
滑動	1.069 ≥ 1.00	0.893 < 1.20
転倒	2.435 ≥ 1.10	1.698 ≥ 1.20
支持力	1.842 ≥ 1.00	1.820 ≥ 1.00

被災状況再現実験により、護岸の破壊メカニズムが明らかになった(写真-2、写真-3)。最終的な堤体の変位量は堤体天端背後端から陸側に30mm(実際のスケールに戻すと60cm)、鉛直下向き方向に38mm(実際のスケールに戻すと76cm)であった。ただし、実験における裏込石の弾性定数は現地より大きくなるため、現地の初期動揺が1回の台風のみで発生したとは考えにくい。つまり、経年の波作用の繰り返しにより微少ではあるが、同様の変位やメカニズムが働き、また蓄積されることにより、その後の高波浪により実験で見られた被災状況に至ったものと推察される。



写真-2 実験前

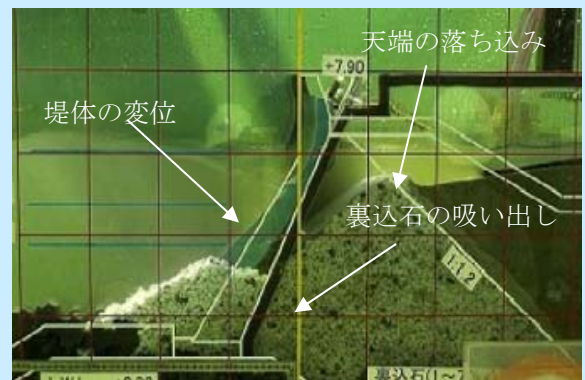


写真-3 実験後

本調査の結果、引き波は、潮位及び波高が高いほどもたれ式護岸に与える影響が大きくなることが確認されたため、今後高潮による被害が想定される場合、引き波による負の波圧についての検討が重要になると考えられる。また、もたれ式護岸の破壊は、経年的に押し波及び引き波が繰り返し作用することで、背後地盤に生じる緩みが引き金となって発生することが推察された。今後は、このような経年的な堤体の安定性についてどのように評価し、今後の設計に取り入れるかという点が課題として挙げられる。

- 港湾における地震動の設定について(その3 観測データの概要について) -

【技術開発課】

今回は広島技調での地震観測の状況について説明しました。今回は、地震観測データの概要について説明します。

地震観測を行うにあたっては、目的や取得するデータに応じて、観測方法や用いる地震計を選びます。広島技調では、耐震設計に使用する地震動を設定するための強震観測(強い地震動でも振り切れない地震計を用いて、地震の揺れを正確に測定する方法。設計などに使う地震の強さを推定したりする場合などに行われる)を行っています。強震観測では、主に加速度型地震計がよく使われていますが、比較的短い期間に多くの地震観測データを取得する場合などは、速度型地震計などを使用する場合があります。広島技調は後者の速度型地震計を使用しています。

地震計によって計測できる加速度は、一秒間にどれだけ地震動の速度が変化したかを表すもので、単位はgalガル(1gal=1cm/sec²)と表記します。同じく、地震動の速度は一秒間にどれだけ変位したかを表すもので、単位はkineカイン(1kine=1cm/sec)と表記します。

図-1に、実際に観測したデータの一例を示します。強震観測により南北方向・東西方向・上下方向の揺れをそれぞれ計測しています。グラフの横軸が計測時間、縦軸が揺れの大きさを表しています。

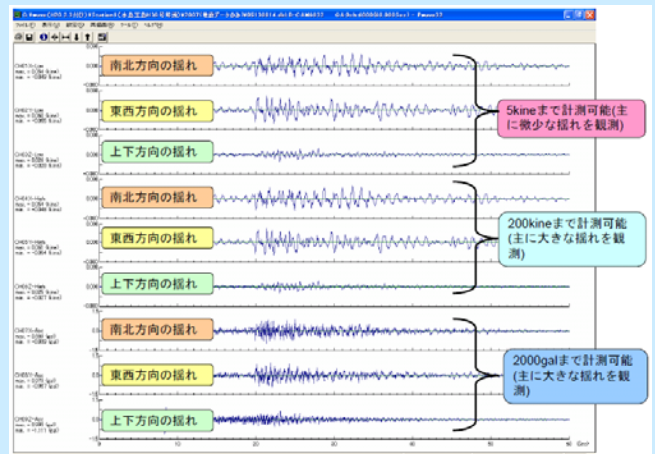


図-1 観測データ一例

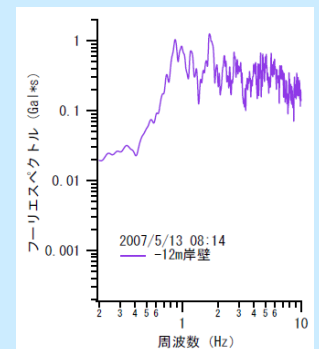


図-2 フーリエスペクトル

気象庁の記録によると、阪神・淡路大震災では、最大加速度818ガル(南北方向)、617ガル(東西方向)でした。一方で、広島技調が設置した地震計では、2000ガルまでの地震動を計測することが可能であり、阪神・淡路大震災クラスの大きな地震動も計測できます。

次に、地震観測データを変換して、周波数ごとの揺れの大きさを表したグラフを図-2に示します。これをフーリエ変換と呼びます。このグラフにおいては、周波数成分ごとの揺れの大きさが示されているため、地盤が最も揺れる周期である卓越周期を把握することができます。また、構造物にも、その材質や重量などによって、それぞれ最も大きく揺れる周期があります。これを固有周期と呼びます。構造物が最も大きく揺れるのは、構造物の固有周期と地盤の卓越周期が一致したときに現れる共振現象を起こしたときです。耐震設計では、固有周期や卓越周期も考慮したうえで、地震の揺れに耐えうる構造物を設計していきます。

次号より、地震動の設定方法について説明していきます。

- 雑記帳 -

立夏を過ぎ、暦の上ではもう夏。さらに夏至、小暑、大暑を迎え、いよいよ夏本番となりますね。しかし、ここ最近の夏の暑さは半端なものではなく、「地球温暖化」を通り越して、「地球熱帯化」と思えてならないのは私だけでしょうか・・・

ところで、夏といえば、瀬戸内海ではアナゴ・スズキ・小イワシ・キス・ギザミが旬を迎えます。特に、アナゴは牡蠣と並んで、広島の名物となっています。旬を迎えたアナゴを使ったアナゴ飯は、また格別なものです。特に広島湾は、瀬戸内海でも有数のアナゴの漁場となっています。これも、牡蠣とアナゴの共生のおかげなのでしょう。アナゴの生態については不明なことがまだ多いようですが、冬の牡蠣・夏のアナゴともに、味を左右するのは水質だとも言われています。

海水浴シーズンも間もなく到来です。今年の夏も、きれいな瀬戸内海であってほしいですね。



発行: 国土交通省 中国地方整備局 広島港湾空港技術調査事務所
〒730-0029 広島市中区三川町2-10 愛媛ビル6F
【TEL】082-545-7015 【FAX】082-545-7019
【URL】<http://www.pa.cgr.mlit.go.jp/gicyo/>
【e-mail】info-hg87s3@pa.cgr.mlit.go.jp



ご意見、ご感想をお待ちしております。