

河川工事における気象データの解析と安全の確保

宮崎県土木施工管理技士会
 湯川建設株式会社
 土木部長
 田中輝彦
 Teruhiko Tanaka

1. はじめに

近年の異常気象による被災件数は国内外を問わず増加する一方である。これら予測のつかないような気象の変化については学識者や研究者により様々な説が唱えられている。例えば温室効果ガスの増加や森林破壊による人為的要因、または南極、北極振動等のテレコネクションや海洋の温度上昇等である。

これら一般に異常気象と称される、気象擾乱が発達・退化しながら刻々と変わってゆく中で、悪条件が重なって起こる事は広く知られる所である。そこで、このような気象条件の下、如何に工事を竣工に導くかが重要な課題となってくる。

今回は一級河川大瀬川の河口付近を広範囲に渡り浚渫するものであり、施工にはフロート組立式の揚土台船にバックホウ0.7m³級を搭載し施工を行うものであった(写真-1)。現場の特筆すべき特徴として河口付近という事もあり高波の影響を受け易かった。

また、特殊な三角波の発生地点であり、(写真-2)出水時期の工事であった為、安全な施工の開始時期、更にフロート組立式台船等、施工用船舶の避難場所、避難方法について特に明確にする必要があった。



写真-1 施工状況

工事概要

- (1) 工事名：方財地区掘削工事
- (2) 発注者：国土交通省九州地方整備局
延岡河川国道事務所
- (3) 工事場所：宮崎県延岡市浜砂町地先
- (4) 工期：平成20年7月1日～
平成21年3月30日

フロート組立式台船とは、鉄板により箱型に作製されたフロート同士をジョイントさせた構造のもので高低差が50cm以上の波や局所的な応力を受けるとジョイント部分が破壊されてしまう等、脆弱な構造のもので、主に静水面上で使用されるものである。

河川の特徴や地域特性などの様々な条件を綿密

に調査し、また気象の変化を事前に掌握することも必要となる為、気象庁が公開している過去16年間の気象観測データを収集し、細かく分析を行った。施工計画にこれらのデータを反映し、施工を行った結果、工程を遅延させることなく、安全且つ円滑に工事を完了する事が出来た。



写真-2 施工範囲

2. 現場における課題

当初予定されていた計画では台風等気象の影響を受ける場合、施工に関わる全ての船舶・台船などの解体・撤去が予定されていたが、そのコストを検討した結果、一回の解体撤去に数千万の経費が必要となり、また施工の再開時にも更に数千万円の経費が掛かる事となる為、解体・撤去を極力行わず安全な施工方法について次の①～③の様に検討を行った。

①大瀬川の全流域に施工船舶等の退避可能な箇所、入り江若しくは湾がないか調査した。

その結果、施工箇所から右岸側300m程度の箇所に小さな小型船舶用係留場の存在が浮上した。

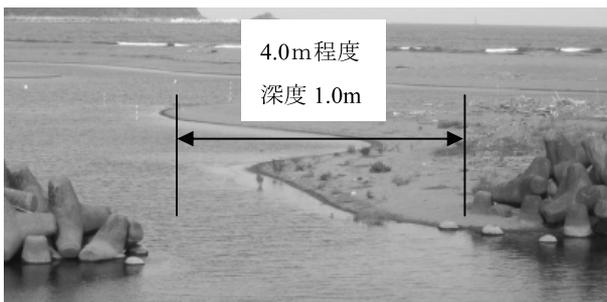


写真-3 係留場出入口

そこで詳細な調査を行ったが(写真-3)係留場自体が非常に狭く、更に係留場入り口が狭小であり施工船舶の喫水が確保出来ない程浅く(写真-3)仮に施工箇所中心からここまでの航路を確保する為、出入口を広げようとするれば掘削量だけでもゆうに約3,000m³を超えてしまい、工事費が掛かり過ぎる。

また、この箇所は延岡地区でも有数のシラスウナギの漁場となっており、河床の地形を大幅に変化させれば漁獲量に影響をおよぼす事も懸念された。

これらの件から、①案は断念せざるを得なかった。

②全船舶の解体・撤去を行うのに要する所要時間が一週間程度掛かる事から、仮に台風が発生してから、解体・撤去を行ったとしても、台風の接近により被災する可能性が十分考えられる。

そこで発注者からの提案でフロート台船を大型クレーンにて一気に引上げ、陸上で解体を行うといった方法について検討を行う事となった。

この件についてはフロート台船の設計者と綿密に協議を行った結果、次の結論に至った。

台船の構造上、フロートと呼ばれる薄い鉄箱同士を箱間で二箇所連結しているだけであり、今回組立られた台船一艇の総重量が65t以上となっている為、無理に引上げ、或いは吊り上げを行った場合、この連結部からの破壊が十分考えられる。

仮に、この連結部分を溶接等により補強した場合全体重量の大幅な増加、更に可とう性の低下による振れが発生し、フロート個体の破壊が考えられた。よって②案についても採用する事が出来なかった。

③台風の発生と同時に大瀬川河口より外海へ脱出、左岸側に位置する方財町内漁港への退避は可能かについても検討を行ったが、前述にもあるように河口には特殊な三角波が絶えず発生しており、また外海を航行する際、0.5m以上の波によりフロート台船が破壊されてしまう恐れがあり、河川内からの脱出も不可能であるという結論に至った。

ここまで①～③について検討を重ねたが可能な退避方法を見出せなかった為、当現場における被害を最小限に食い止める為の対策へと基本的計画から抜本的に見直す事となった。

3. 対応策と適用結果

ここで、「敵を知り、己を知れば百戦危うからず」という古典的な方法をとる事にした。即ち、発生する台風を予め知る事により、対策を練る足掛りを掴み、十分な対策を講じようとするものである。

先ず気象庁が公表している過去の気象データ(1991年～2007年)の次の項目について調査を行った。

- 1) 台風の発生数について
- 2) 台風の接近数について
- 3) 台風の上陸数について (国と九州地方)
- 4) 台風の発生日時について
- 5) 中心気圧の低い台風について
- 6) 長寿台風について
- 7) 災害をもたらした気象事例について
- 8) 降水率の的中率と年間推移について
- 9) 台風の移動経路と影響範囲 (図-2)

(※ 資料については膨大である為割愛させていただきます。)

これら調査の結果、次の事(図-1)が解った。

またこの調査結果により、近年の台風発生時期が、2001年から2003年までの三年間では7～9月が最も多かったのに対し、2005年から2007年までの三年間では8月～10月の3ヶ月間が最も多く、ここ数年間で台風の発生時期に推移が見受けられた。

この推移結果ならびに気象予測精度の推移を考慮し、2005年から2007年までの全ての台風移動進路を分析し、九州地方に再接近する台風の「発生エリア」を特定(図-2)、またこれらの台風が再接近するのに要する移動時間を解析する事が出来た(図-3)。

1) 台風の発生数について	2001～2003年迄の三年間では、7月～9月が最も多いが、2004～2007年迄は7月～10月の三ヶ月間が多く、また2005～2007年迄の三年間だけみれば、8月～10月の三ヶ月間と、多少発生時期に推移が見受けられる。
2) 台風の接近数について	1991～2006年迄のデータと、2001～2007年迄の(7月～9月の三ヶ月間)データを比較してみると過去17年間で大きな変化は見受けられない。但し、2004年の八月に4回、十月に6回と、特に稀なケースで多くなった事がある。
3) 台風の上陸数について	1991～2006年迄の十年間及び、2001～2007年迄の七年間における台風の上陸は、主に7月～9月迄の三ヶ月間であり、過去～近年(2007年)迄のデータにおいて特筆すべき上陸数の変化等は見受けられなかった。しかし、例外として、2004年については8月～10月迄の五ヶ月間と、長期に亘り多くの上陸を記録している。
4) 台風の平年数について	過去10年間の平均値をみると、8月～9月の二ヶ月間が最も多く本土に接近しており、また、九州地方への接近数については7月～9月迄の三ヶ月間が最も多い。
5) 台風の種類	<ul style="list-style-type: none"> ①発生数 <ul style="list-style-type: none"> ・最多 1994年(36回) ・最少 1996年(16回) 2002年(21回) ※ 発生数は多少減少。 ②接近数 <ul style="list-style-type: none"> ・最多 2004年(19回) 2000・1997・1994年(16回) ・最少 1995年(9回) 1998年(8回) ※ 接近数は増加傾向。 ③上陸数 <ul style="list-style-type: none"> ・最多 2004年(16回) 1993年(8回) ・最少 2005年(6回) 1995年(3回) ※ 推移は予測不可。 ④発生日時 <ul style="list-style-type: none"> ・最速 2005年1月6日………(注)1989年以前の記録となっている。 ・最遅 2004年10月20日 1999年10月11日 2004年10月9日 ⑤上陸日時 <ul style="list-style-type: none"> ・最速 2002年6月30日 2004年6月11日 1967年6月20日 2004年6月21日 ・最遅 2004年10月20日 1968年10月17日 2004年10月9日 ⑥中心気圧が低い台風 <ul style="list-style-type: none"> ・1993年6月2日(920hPa) ・2004年6月7日(948hPa) ・1991年9月27日(940hPa) ・2007年7月14日(945hPa) ⑦長寿台風 <ul style="list-style-type: none"> ・1991年6月16日～10月2日(1575日) ・1997年12月7日～12月22日(1476日) ・1994年10月16日～11月1日(146日) ・1992年11月16日～11月30日(1425日) ・2001年6月6日～9月20日(11425日) ⑧相対的見方 ⑨災害をもたらした気象事例 <ul style="list-style-type: none"> 2001～2007年迄の7年間、台風により災害が発生した件数も平均二回にも満たない。しかし、2004年については、災害の発生が年間三回と、1991年以降の26年間でも過去最多であった。 ⑩天気予報の精度検証結果 <ul style="list-style-type: none"> 2001年以降、124時間(48時間/72時間)における天気予報の精度は年々上昇傾向にあり、特に2005年以降の予報精度については更に正確さを確している。

図-1 気象観測データ調査結果

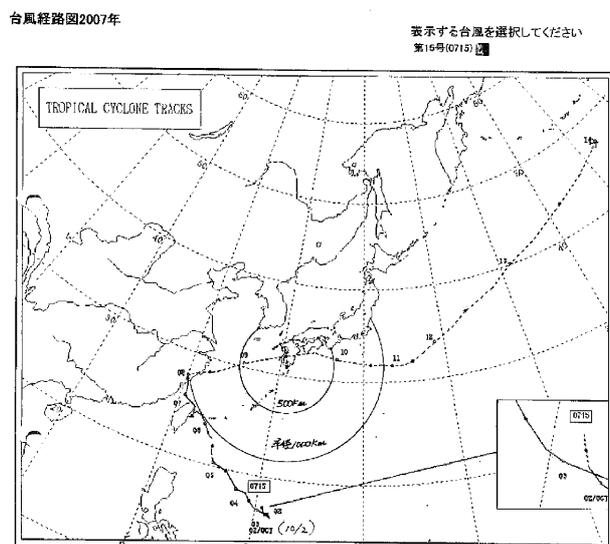


図-2 台風の移動進路

過去のデータを解析した結果から、台風の発生が緯度30° 30' 0N～22° 0N、経度120° 3E～160° 0Eに位置した場合、発生してから「4.0日以内」に退避を完了させれば被害を免れるという結論を得た。

これらの結果から、台風発生が予測される期間は、仮設程度の作業のみに留め、台風の接近が少

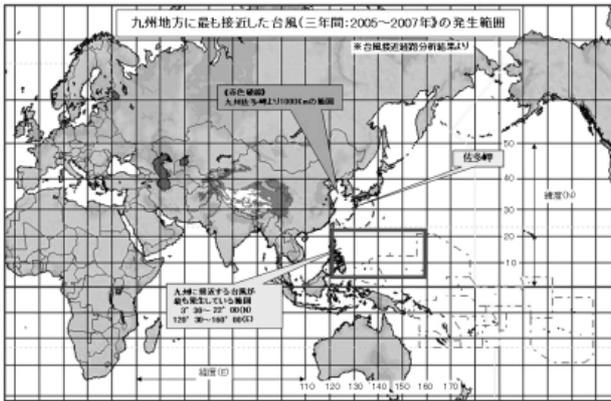


図-3 九州に最も接近する台風の発生エリア

なくなる10月中旬を過ぎてから工事を開始する事とした。但し、異常気象と言われる昨今、台風がデータ以外の時期に発生し、接近する可能性がゼロではない事を前提に考えておかなければならない為、台風の接近に備え、施工船団の解体・撤去を4.0日以内に行える様、作業従事者全員と綿密な打合せを行い、迅速な解体・撤去が可能となる工程計画を行った(表-1)。

ここで、工事開始からここまでの2ヶ月間に及ぶ工程の遅れを取り戻す必要があり、次の計画を立案した。

1) 当初より計画されていた浚渫作業は2パーティーにより行うものであり、揚土場は一箇所であった為、施工サイクルタイムの見直しを図った。その結果、一回の揚土待ち時間に15分程度のロスを見つけた。

そこで、揚土場を二箇所設け、作業の分散化を行なう事が可能となれば、約3割程度のサイクルロスを軽減する事が可能であるとの結論に至った。

表-1 解体・撤去突貫作業工程表

台船等(解体・運搬)突貫作業工程表		作業工程						備考(工程計画案件)		
作業区	台船名	工事	数量	1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	
船団(A)	台船A	解体	9隻							※本工事は「台船解体」等緊急事業に取組むものである。 1) 揚土機が二箇所と増設し、計画と異なり、(船団のある場所)・クレーン・トレーラーの設置・撤去が可能な場所である事。 2) 揚土機が船団作業終了後、速やかに撤去作業。 3) 緊急事態発生時の作業は、交代制で行い、急激な作業を行なう。 4) 緊急時の解体・撤去作業に要する時間は(4日)とする。
		運搬								
	土運船A	解体	12隻							
		運搬								
		解体	12隻							
船団(B)	台船B	解体	9隻							
		運搬								
	土運船B	解体	12隻							
		運搬								
		解体	12隻							
船団(C)	台船C	解体	9隻							
		運搬								
	土運船C	解体	12隻							
		運搬								
		解体	12隻							
船団(D)	台船D	解体	9隻							
		運搬								
	土運船D	解体	12隻							
		運搬								
		解体	12隻							
船団(E)	台船E	解体	9隻							
		運搬								
	土運船E	解体	12隻							
		運搬								
		解体	12隻							

また、(表-1)の工程表も揚土場を二箇所設置することで初めて可能となるものでもある。

2) 当初計画の揚土場は施工箇所から300m以上離れており、更そこから市道迄の間は砂浜で(写真-4)、400m程に渡り走行路面の養生が必要となる。そこでこの揚土場を大瀬川中洲に設置する(写真-5)。これを行う事によって、施工箇所中心から揚土場までの離隔が100m程度となり、施工サイクルの大幅な短縮が可能となる。

また、ここから残土置場までの走行路面は川砂利である為、走行路面に敷鉄板等の養生を行う必要も無く、大幅なコストの削減も可能となる。

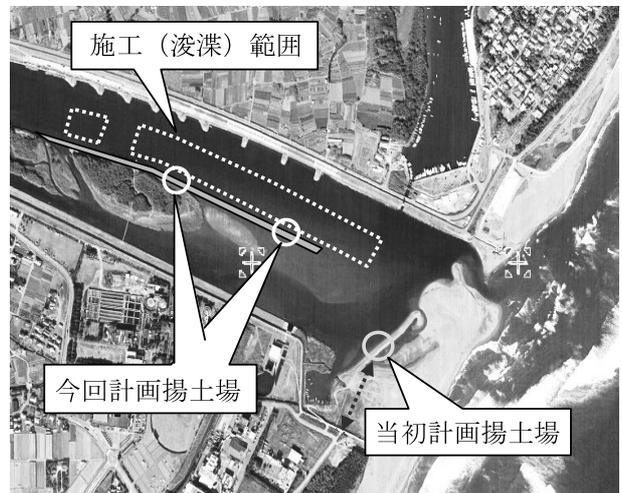


写真-4 揚土場

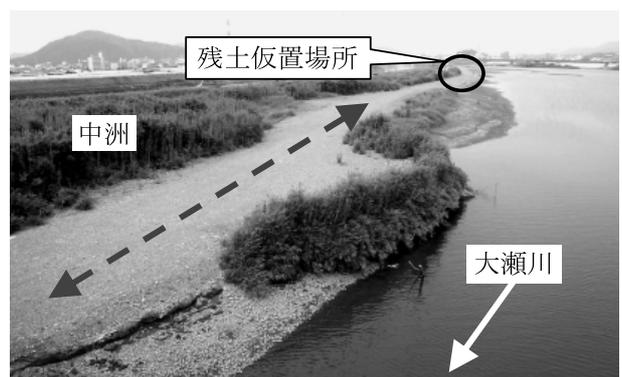


写真-5 大瀬川中洲

ここまでの計画を確実に行った結果、当初予定していた浚渫土量500m³/日を大きく上回る900m³/日の浚渫土量を達成する事となり、施工中のタイムロスも発生せず、事故のリスクも軽減された事から、非常にスムーズな施工を行う事に成功し

た。また、付け加えるならば、早期竣工を達成した結果、シラスウナギ漁に影響を与えることもなく、地域関係者とのコミュニケーションも非常に円滑であった。

今後の課題として

継続的なデータの分析を行う必要がある。これは類似した条件下の業務を受注した際に、より確実な施工計画の立案が求められるからである。

台風の発生や接近時期、上陸時期に若干の推移が見受けられる等、刻々と変化する気象の変化に対し、常にデータの収集や分析等を行い、技術者として迅速に対応できる体制を確立しておく必要がある。

4. おわりに

今回工事を受注した時点で出水期における浚渫工事を如何に行うか、また気象の影響等、特に台風による被災をどのように回避するかなど、難問が山積でした。

しかし、より思考を廻らせる事によりどんな難問でも必ず打開策を見つけられる事を実感させられました。

そもそも今回立案しました抜本的計画の見直し

案は当現場内作業従事者全員と我々管理者側の人間が一丸となって議論を重ね、問題点を一つ一つ丁寧に潰し、経験値をアップさせて行く事で生まれたものでした。

実はこれこそが最大のリスクアセスメントであり、技術と経験が上手く融合した結果ではないかと感じます。

通常の工事であれば事前調査や計画の立案に相当の時間を費やそうとする場合、工事開始時期を遅延させてしまう為、この部分が多少疎かにされがちですが、特に気象の変化等、ダイレクトに影響を受け易い特性をもつ工事における事前調査や計画立案についてはハッキリとした意識を持つことが重要であり、また工事の持つ特性を瞬時に理解する能力が必要であると実感しました。今後、この経験や知識を当社の技術者全員で共有し、より安全で確実な施工に繋げる所存です。

※ 補足として

経験（けいけん、英：experience）とは、想像や、情報を知識として知っているだけではなく、実際に単一あるいは複数の行為に参加あるいは行動を実践することにより物事を理解する、技術を習得すること。