

I-161

天候が塔状構造物の建設時作業性に及ぼす影響

東京大学大学院
労働省産業安全研究所
東京大学工学部

学生会員 庄司 学
正会員 大幢 勝利
正会員 藤野 陽三

1. はじめに

近年、明石海峡大橋主塔や横浜ランドマークタワーなど構造物が高層化してきており、このような傾向はさらに進んでいくと考えられる。現在、中央支間長が約2500m級の長大吊橋や高さが500m級の超々高層ビルが構想段階に入っている。高層塔状構造物を施工する際には通常の構造物に増して、天候（特に風）による影響を大きく受ける。すなわち天候が施工時の作業効率や作業環境に及ぼす影響が問題となり、より高度な建設技術が必要になってくる。同時に現場では天候に左右されず迅速かつ安全な施工が求められる。

本研究は、天候が橋梁主塔や超高層建築物の施工時の作業効率や作業員の作業環境に及ぼす影響を事例的に調査し、問題点を指摘し、改善への指針を提言することを意図して行ったものである。研究にあたっては、1. 天候が施工時の作業に与える具体的な影響、2. 天候に対する施工計画時と施工中の対応、3. 技術開発、4. 作業環境への配慮、という4つの視点からアプローチした。

2. 調査方法

調査方法は、天候（特に風）による影響を受けやすい塔状構造物を調査対象（表1参照）に選び、15箇所の現場の現場関係者に対してヒアリング調査を行った。さらに、表1で○印を記した現場の作業員（とび工、鍛冶工、溶接工、塗装工、クレーンオペレーターなど）に対してアンケート調査を行い、総数204部の回答を得た。また、施工計画書、工事週報、安全管理日誌、工事誌などの資料・文献調査によってヒアリング・アンケート調査結果を補完した。

3. 調査結果並びに考察

3. 1 天候に対する施工計画時の対応

表2は、施工計画時における天候に対する見積もりについて橋梁架設と超高層ビル施工ごとにまとめたものである。施工計画時には最寄りの気象官署の数年分の気象記録を用いて、強風と降雨について中止基準を仮定し、計画時稼働率の算定に反映させる。表2において注目すべき点は2点ある。第1点目は、強風中止基準は10分間平均風速10m/sで見解が一致しているのに対し、降雨中止基準は橋梁の場合、不統一であるという点である。第2点目は、超高層ビルの方が降雨中止基準や季節変動に対する考慮などに象徴されるように、施工計画が全般的に緻密であるという点である。

3. 2 天候が施工時の作業に与える具体的な影響

次に、7つの作業現場に対して計画時稼働率と実績稼働率とを比較する。比較結果は図1の通りで、橋梁の場合は主塔架設時、超高層ビルの場合は鉄骨建方時の延べ日数に対する作業日、休日、天候不良による作業中止日の比率を示したものである。上段が計画時のグ

表1 調査対象

土木系（橋梁主塔を中心に）		
関門橋	○鶴見航路橋	○白鳥大橋
レインボーブリッジ	東神戸大橋	○明石海峡大橋主塔
○明石海峡大橋ケーブル	多々羅大橋下部工	来島大橋
○名港中央大橋	名港東大橋	
建築系（高層ビル、タワー）		
霞が関ビルディング		
MM21横浜ランドマークタワー		
○大阪ワールドトレードセンタービルディング（コスモタワー）		
聖路加国際病院再開発計画第三街区（聖路加ガーデン）		

表2 施工計画時の天候に対する見積もり

	橋梁	超高層ビル
強風	10分間平均風速10m/s	
降雨	ばらばら	日降雨量10mm以上
気温、湿度	なし	
季節変動に対する考慮	特に行わない	行う
全体的な姿勢	やや緻密さに欠ける	緻密

ラフ、下段が実績を反映したグラフである。Bの計画時における休日と天候不良による作業中止日の比率については調査しきれなかった。図1からわかることは次の2点である。まず、7現場中の3現場で天候不良による中止日の比率が計画時と実績とで大きくかけ離れている点である。第2点目は、超高層ビルの場合、3現場中の2現場で計画時と実績がほぼ一致していることである。施工計画時の対応が緻密であるためと考えられる。さらに、気象要素ごとの天候不良による作業中止日の比率を図2に示す。風と雨の両要素による中止日の比率は重複率として図中に示した。現在における高層化の最も高いレベルであるDとGは、いずれも天候不良による影響が他の現場に比べて大きい。Dは風による影響が他の現場より顕著で、また足場の組立解体作業日の4割が天候不良による影響を受けていた。Gの場合は雨による影響が他の現場より顕著で、溶接作業日の4割弱が天候不良による影響を受けていた。

3. 3 技術開発について—クレーン揚重を具体例に挙げて

クレーンのつり荷の揚重速度の問題と強風によるつり荷の揺れや回転という問題が、多くの現場関係者から指摘を受けた。明石海峡大橋主塔の場合は約300m揚重するのに1時間弱を要し、急激な気象変化によるつり荷の揺れや回転の制御が非常に困難となる。また、アンケート調査¹⁾より強風によるクレーンのつり荷の揺れによって、「作業ができない」と感じたことが「よく起こった」、「たまに起こった」と回答している作業員が77%に達し、さらに59%の作業員がそのような場合に「よく中止になった」、「たまに中止になった」と回答している。この問題が作業効率に与えている影響は大きいと考えられる。橋梁主塔架設の場合は、クレーンのつり荷の揺れや回転に対し介錯ロープによって制御する方法が、関門橋以来ほとんど変化していない。一方で超高層ビル建方の場合には、ランドマークタワー建設時のようにつり荷の姿勢制御装置の開発など技術開発に積極的な姿勢が見られた^{2, 3)}。

4. まとめ

施工計画時の天候に対する見積もりは橋梁架設時よりも超高層ビル施工時の方が全般的に緻密であり、かつ超高層ビル施工の方が計画時稼働率は実績稼働率によく合致していた。天候に対する見積もりが甘いと、しわ寄せが休日の減少に波及する場合があるために算定の精度を上げることは必要であろう。また、今後さらに高層化していく際に現在の施工技術レベルのままでは、橋梁主塔架設時には足場の組立・解体作業が、超高層ビル鉄骨建方時には溶接作業が天候によって大きな制約を受けることが予想される。さらにクレーンの揚重速度並びにつり荷の揺れについては、技術的な解決を模索していく必要があると考える。

謝辞 本研究のヒアリング調査に御協力いただき、また貴重な御意見をいただきました各現場関係者の方々に、心から感謝いたします。

<参考文献> 1) 大幡、庄司、藤野；「天候が塔状構造物を建設する作業員の作業環境に及ぼす影響」、土木学会第49回年次学術講演会講演概要集第6部、1994.9。 2) 西村、坂本、吉浜、藤井；「吊荷姿勢制御システムの研究開発（その1）システムの構築及び基礎実験」、日本建築学会大会学術講演梗概集A、pp.843-844、1992.8。 3) 藤井、西村、腰越、寺尾；「吊荷姿勢制御システムの研究開発（その2）実用機の開発」、日本建築学会大会学術講演梗概集A、pp.845-846、1992。

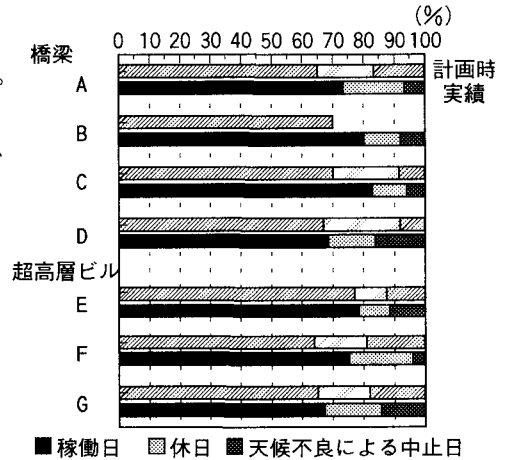


図1 計画時稼働率と実績稼働率との比較

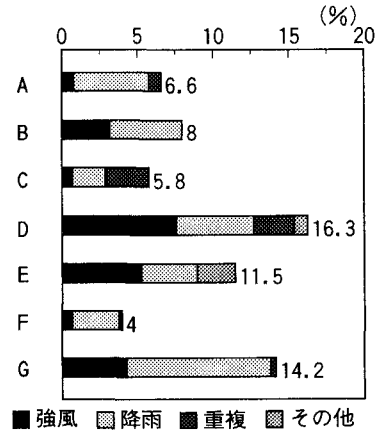


図2 塔施工日数に対する作業中止日数の比率