

私の心に残る好きな PC 構造物

— 空港エプロン舗装 —

福手 勤*

1. プレストレストコンクリート舗装との出会い

大学卒業後、私が当時の運輸省に入った1974年は、折しも1972年から始まった第2次空港整備5カ年計画の最盛期で、成田空港の第1期工事が完成して供用開始が間近となり、また関西空港の建設計画が本格的に動き始めた頃であった。

空港舗装のうち、エプロン舗装はコンクリート舗装である。ところで通常のコンクリート構造物はRCかPCであるが、舗装コンクリートは無筋コンクリートであることが一般的である。つまり舗装では、航空機荷重や温度変化によってコンクリート版に発生する曲げ応力が、コンクリートの曲げ強度を安全率で除した値を上回らないように設計される。

一方、不同沈下が生じる軟弱地盤上のコンクリート舗装では話は複雑になる。不同沈下による版の変形は予期せぬひび割れにつながる。また版が不同沈下に追従しないと、版と路盤との間に空洞が発生して路盤の支持条件が変わり、その結果コンクリート版には大きな応力が発生して予期せぬ破壊につながるおそれがある。

昭和50年代は羽田空港の沖合展開や関西空港の建設など、軟弱地盤上の大型空港建設プロジェクトを控え、耐荷力に優れるPC舗装の利用が考えられ始めた頃で、採用されて間もない当時の私に与えられた課題の一つが「新しいPC舗装の開発」であった。

2. ひび割れを許す PC 舗装¹⁾

学生時代の不勉強のせいで、一からのスタートとなった。PC舗装の空港への適用例として、オランダのスキポール空港の例が有名であることがわかった。スキポール空港は、干拓地の軟弱地盤上に作られたヨーロッパの代表的なハブ空港である。当時のこの空港を空から見ると、PC舗装の白

とそれに隣接するアスファルト舗装の黒のパターンがデザイン的にも素晴らしく、舗装技術者として1度は訪れてみたい空港であった。

無筋コンクリートでエプロン舗装を設計すれば45cm以上の版厚が必要であるのに対し、PCで設計すれば20cm以下で済む。しかも舗装の構造的弱点である目地の数を大幅に減らすことができる。しかしながら、高価なPC鋼材を使用したり、緊張作業などが必要となるため、PC舗装の普及を図るためにはコスト縮減が大きな課題であった。荷重や温度による応力をもっとも厳しい状態で重ね合わせた場合にはひび割れの発生を許し、それらが除荷されたときにひび割れが閉じればよい、いわゆる「第3種設計法」を適用すれば鋼材量を減らすことができ、コスト縮減に繋がるものと考え、空港舗装への実用化を図るために試験舗装と実荷重の載荷試験を計画した。

試験舗装は当時私が所属していた港湾技術研究所の屋外試験ヤードに製作した。舗装には沈下計や土圧計などを埋設し、約80トン(約800kN)の大型航空機の脚荷重を走らせて、舗装の挙動を調べ、理論と比べるものであった。

舗装の製作はもちろん専門の会社をお願いしたが、ひずみゲージの貼付けなどにはできるだけ自分たちも参加するようにした。1978年3月の半ドンのある土曜日、朝から数人でゲージ貼り作業を開始したものの夕方になっても終わらず、ランプで手元を照らしそのまま作業を続けた。夜中にはラジオの深夜放送を聞きながら、ラーメンを食べながらの作業となった。試験舗装を作ったヤードは、三浦半島の海岸沿いの直線道路脇にあったため、土曜夜ということもあって、夜半からは時折暴走族のエンジン音を聞きながらの作業だった。結局徹夜で作業を続けた結果、日曜の朝にはようやく作業も一段落したので、その日はそのままフェリーで房総半島にわたり山登りをしたことを、30年近くも昔のことでありながら鮮明に覚えている。

走行試験の準備が完了し、いよいよ荷重車による走行試験が始まる日となった。緊張しながら見つめた第1走行目。厚さ18cmのPC版は、アスファルト舗装のようにたわみながらも、80トンを支えた。このような舗装を目のあたりにして、ホッとするとともに、PC技術の素晴らしさを実感することができた。

数箇月に及んだ一連の走行試験の結果、PC舗装は空港舗装として十分適用可能であることが明らかとなって、わが国の空港舗装の設計基準にも正式に取り入れられた。

3. 補修性能を高めたプレキャスト PC 舗装²⁾

このようなPC舗装の技術開発は、その後コンクリート



* Tsutomu FUKUTE

東洋大学 工学部 環境建設学科
教授

舗装の補修性能を高めたプレキャスト PC 舗装の開発につながった。これは破損したコンクリート版を 1 枚単位で取り外し、その後プレキャスト PC 版をはめ込んで補修する工法である。もちろんそれ以前にもプレキャスト版による補修工法はあったが、既設の版と新たに据えつけた版の間にスリッパーなどの荷重伝達装置を設けることができなかったため、たわみや応力が大きくなって、短時間のうちに再補修が必要になることがあった。

プレキャスト版工法のこのような欠点を解決するために、新たな「ホーンジョイント」を開発した。この技術も試験舗装による試行錯誤を経て実用化にこぎ着けたものである。この工法によって、既設版と新たに据えつけたプレキャスト版の力学的連続性を確保でき、結果的に耐久性の向上を図ることができるようになった。この技術は、その後空港だけでなく、港湾のコンテナヤードの舗装にも広く使われていった。

その後スイスのジュネーブ空港でコンクリート舗装の補修にプレキャスト版が使われていることを知ったが、調査の結果、無筋コンクリートのプレキャスト版が用いられ、しかも荷重伝達装置がないため版厚は 60 cm と厚くなり、施工性は悪く、作業時間の制約もあり、一晩で 1 枚ずつの施工が精一杯であることがわかった。これと比べても、わが国が開発したプレキャスト PC 版を用いた補修工法は構造型態、施工性能の面からわが国が世界に誇れる技術だと思っている。

4. ジャッキアップ工法³⁾

PC 舗装の利点のひとつに、その薄さから「たわみ性コンクリート舗装」とよばれる挙動を示すことがあげられる。浚渫土で埋め立てられた地盤上に作られた羽田空港、さらには厚い沖積粘土層の上を埋め立てて建設された関西空港では大きな不同沈下が予想された。不同沈下に追従して変形する PC 版には、有害なひび割れは発生しにくいものの、舗装表面の凹凸は舗装の基準勾配逸脱の原因となったり、雨水の表面排水を妨げたりして、航空機の運航の支障につながるおそれがあった。このような課題を一気に解決する手段として、「ジャッキアップ (リフトアップ) 工法」を考案した。

これは、不同沈下が予想される箇所の PC 版にジャッキを挿入するための穴を開けておき、路面勾配が管理勾配を越えたら、その穴に油圧ジャッキを挿入し、路盤に反力をとらせて PC 版をジャッキアップすることによって PC 版を所定のレベルに修正する工法である。ジャッキアップの結果発生する PC 版下の空隙にはグラウトを充てんすることにより、舗装構造として一体化を図ることができる。この方法によれば、不同沈下によって損なわれた PC 版の平坦性を短時間で修正することができ、施設に余裕がないわが国の国際空港の維持管理に対する朗報となった。その結果、この工法は羽田空港 (写真 - 1) や関西空港のエプロンに大規模に採用されることになった。



写真 - 1 羽田空港の PC エプロン舗装

5. 土木技術の素晴らしさ^{4), 5)}

私が空港 PC 舗装に取り組みはじめてから約 30 年が経過した今も、羽田空港や関西空港とは仕事上の関係が続いている。また出張や旅行で両空港を使う時にはいつも窓側に席を取って、エプロン舗装を眺めたり、カメラを構える習慣をずてることができない。

これらの PC 舗装に関する一連の研究、技術開発は、私が運輸省に採用された直後から約 9 年間私の上司であった故・佐藤勝久氏によるところが大きい。2004 年 6 月には、NHK プロジェクト X で佐藤さんの PC 舗装への情熱がメインテーマとして紹介された。縁あって私も番組作りのお手伝いをしたが、その番組収録時には、昔佐藤さんから転勤祝いいただいたタイピンを身につけ、当時の思い出を胸に秘めて行った。佐藤さんをはじめとする多くの先輩・仲間の PC 舗装への情熱と心意気が、後世の多くの人々の役に立つ技術の開発につながり、私もその場にいたことに土木技術者としてこの上ない喜びを感じる。そして教職についている現在、その経験を生かして土木技術の素晴らしさを学生達に伝え、技術に楽しさを感じる若者を一人でも多く育てることが今の私の使命と考えている。

参考文献

- 1) 福手 勤, 佐藤勝久, 犬飼晴雄: 下面ひびわれを許すプレストレストコンクリート版の空港舗装への適用性, 土木学会論文報告集, 第 343 号, 1984.3
- 2) 佐藤勝久, 福手 勤, 山崎英男, 犬飼晴雄: ホーンジョイントによる PC プレキャスト版舗装の開発, 港湾技術研究所報告, Vol.19, No.4, 1979.12
- 3) 佐藤勝久他: 沈下したプレストレストコンクリート舗装版のリフトアップ工法の開発, 港湾技術研究所報告, Vol.28, No.2, 1989.6, pp.49-76
- 4) NHK プロジェクト X 制作班編: プロジェクト X 挑戦者たち 24 創意は無限り, NHK 出版, 2004.10, pp.275-325
- 5) 上之郷利昭: 羽田空港物語・極限に挑んだ技術者たち, 講談社, 1997

【2006 年 10 月 3 日受付】