

長期沈下が生ずる地盤でのコンクリート製地下施設の設計・施工

国土交通省九州地方整備局 正会員 ○中道正人

早稲田大学 フェロー 清宮 理

国土交通省中部地方整備局 土井豊照

関西国際空港用地造成株式会社 フェロー 田端竹千穂

関西国際空港株式会社 正会員 神田尚樹 宇戸寿一

中央復建コンサルタンツ株式会社 正会員 畔取良典 吉田晋暢

1. 概要

関西国際空港では2期島滑走路を2007年8月に供用開始したところである。関西国際空港2期島は、その埋立による沈下が長期的に生ずると予想されている。滑走路供用開始にあわせて築造された、誘導路直下の2期島南側アンダーパスは、埋立造成中の大きな地盤沈下を考慮して、合理的に整備する工法を採用している。本報告は、この躯体の横断方向設計に関し、側部埋め戻しによるアンダーパスへの影響について考察するものである。

2. 構造・工法等の概要

(1)構造・工法等概要

本アンダーパスは、一般車両や空港関連車両(GSE)の通行を目的としており、直上を航空機が誘導路として利用する(図-1)。本施設は特徴のある工法を採用している。地盤沈下が進んでいない2期島造成当初に、地下水位上、ドライワークにより止水工を省略して、設計深度までの本体部分掘削および側部を5m程度法切掘削し、構築を築造して周辺地盤を埋め戻すものである。そして、地盤沈下が進み、構造物完成時には、地下水位以下の所定の位置にあるというものである(図-3)。構造形式としては、一般的なRCボックス形式ではなく、PC蓋掛けによる橋梁構造を採用している。これは、施設高さを低減できるため、地下水位以上での施工が可能となり、止水工が省略できる利点を考えたものである。構造規模としては、道路横断方向(誘導路縦断方向)約25m、側壁高さ約6m、道路縦断方向のブロックは誘導路直下では最大60mで、他ブロックは20~40m程度である(図-2)。

(2)アンダーパス本体設計の概要

アンダーパス本体の設計は、横断方向および縦断方向について、常時設計及び地震時の設計を実施している。いずれも部分安全係数法を用いた限界状態設計法としている。

3. 横断方向の当初設計

横断方向設計は、鉄道構造物等設計標準に準拠した限界状態設計法としている。設計当初における考慮荷重としては、土水圧、航空機荷重(または路面活荷重)、長期不同沈下荷重および地震時荷重を考慮した。

長期不同沈下荷重は、旧海底面下の地盤沈下に対し予測値のバラツキを考慮するもので、関西空港独特の荷重である。ここで、地盤沈下量としては、構造物完成時まで約2m、50年後までには約5.5mの地盤沈下量が予測されている。

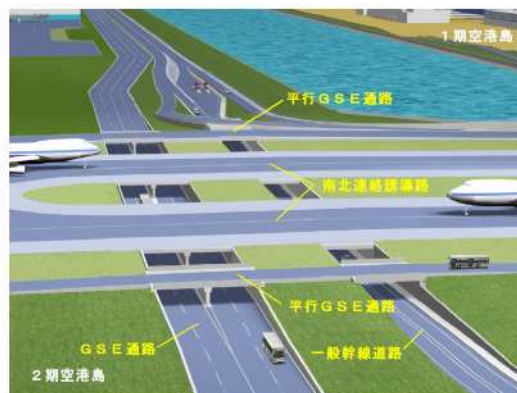


図-1 アンダーパスの概要

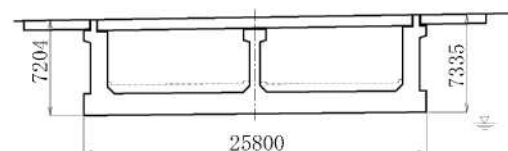
横断面構造図
(2007年8月)

図-2 構造概要図

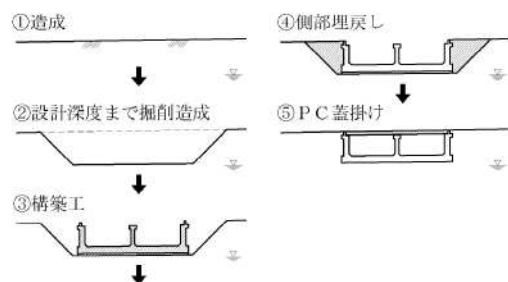


図-3 施工法の模式図

キーワード 開削トンネル, 限界状態設計, 鉄筋コンクリート, 地盤沈下, 埋め戻し

連絡先 〒549-0001 大阪府泉佐野市泉州空港北1番地 関西国際空港株式会社 TEL(072)455-4022

地震時荷重としては東南海地震動を含めたレベル2地震動を考慮したが、地震時荷重の影響は結果的に小さく、常時荷重で断面がすべて決定されることとなった。

4. 側部埋め戻しによる影響

当初設計に対し、構築工施工後に側部を埋め戻したところ、下床版道路縦断方向にクラックが発生した。そのひび割れ幅は0.1～0.3mmで、最大で0.4mmである。発生箇所については、径間中央部に比較的大きなクラックが集中して、他の部分では小さくなっている傾向が認められた。クラックの発生原因としては、施工過程における下床版のたわみ計測等の結果より側部埋め戻しの即時沈下による影響が大きいことが推測される。なお、クラックについては補修工を実施している。

5. 安全性評価と今後の管理方法について

下床版のクラック発生に対し、長期安全性を確認する目的で、①現状の再現解析、②長期安全性に対する解析を実施し、③躯体安全性に対する今後の管理方法について考察を加えた。

①計測結果を用いた現状の再現解析

解析モデルとしては、当初設計モデル（地盤ばねを用いた骨組み計算）を用いて、現状（供用開始時2007年8月）の再現計算を実施した。部材剛性については、クラック発生の影響を考慮するため、トリリニア型の非線形性を考慮している。荷重は、死荷重、現状の土圧（いずれも初期荷重）の他、埋め戻しの影響（増分荷重として考慮、以下、即時沈下荷重とする）である。

即時沈下荷重は、現地計測結果から得られた下床版のたわみ量

と、計算結果の下床版たわみ量をフィッティングさせることにより設定した。また、クラックの発生状況と、計算結果でのひび割れ発生状況を比較することにより、計算モデルの妥当性確認を実施している。

②長期安全性評価

表-1 長期安全性に対する照査結果

長期安全性評価では、

①の解析モデルに対し、

今後予想される長期不

同沈下荷重を増分荷重

として考慮した。他の条件は再現解析と同一である。照査は、当初設計に準じて、使用限界状態および終局限界状態の照査を実施した。使用限界状態における曲げひび割れ幅の照査では、現状解析でのひび割れ増加量を求めることにより実施した。判定結果の一部を表-1に示す。同表の結果は、長期不同沈下荷重が最も大きく予想された断面（断面A）と、事前の検討から長期安全性に対し最も厳しくなると予想された断面（断面B）での検討結果を示したものである。これによると、終局限界状態についてはいずれの断面でも安全性が確認され、使用限界状態のひび割れ幅の増加量は微小であることが判明した。

③今後の管理方法について

今回の検討結果から、今後の目開き増加は長期不同沈下によるものとなるが、その量は0.05mm～0.06mm程度と微小であり、今後の長期不同沈下によるひび割れが構造物へ与える影響は小さいと考えられる。今後の管理においては、下床版のたわみ量、鉄筋応力度の計測を実施し、アンダーパス全体の構造物耐久性管理体制を整備する予定である。

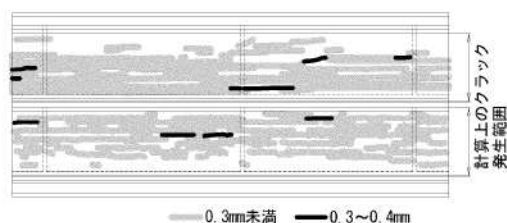


図-4 クラック発生状況の概要

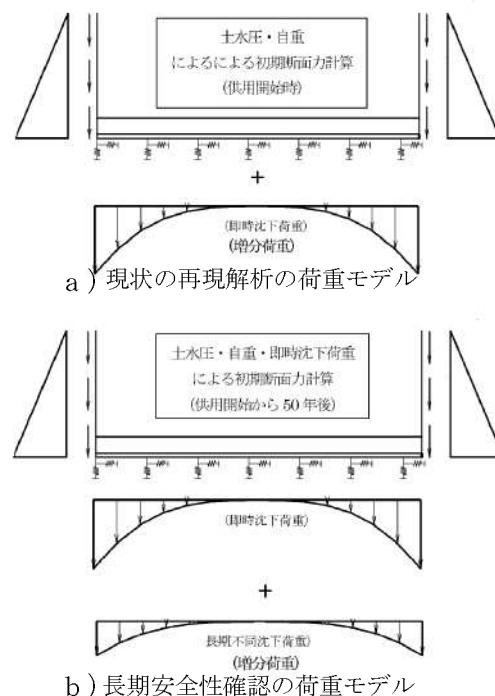


図-5 荷重モデル

照査内容		断面A	断面B
終局限界状態	断面破壊に対する安全性（曲げ）	0.60	0.85
使用限界状態	曲げひび割れ幅の増加量	0.062mm	0.050mm
	鉄筋応力度（SD345、N/mm ² ）	132	209