

Ⅲ - B111

滑走路下および誘導路下のシールドトンネルの動態観測について

ハジフィクコンサルタンツ株式会社 正会員 木下 俊男*

運輸省第二港湾建設局

野澤 良一**

運輸省第二港湾建設局

佐々木 誠**

1. はじめに

東京国際空港京浜急行シールドトンネルは、羽田空港沖合展開事業に基づき京浜急行延伸工事の一部をシールドトンネル工法にて施工されているトンネル(外径φ 7,000mm, 平板型 RC セグメント)である。このトンネルは航空機の離発着時の衝撃荷重を受けるとともに、荷重が長年にわたり繰り返し作用することになる。そこで、航空機離発着時の活荷重および衝撃荷重によるトンネル断面変形を把握することを目的とする動態観測を実施したので、その概要とその結果について以下に報告する。

2. 計測項目

計測は、航空機離発着時の活荷重および衝撃荷重によるトンネル内空断面変形を把握するため、現C滑走路・新A滑走路およびO誘導路直下のトンネル内空鉛直方向および水平方向の変位を高感度変位計を用いて実施した。表-1は各計測地点における機種別計測回数を示したものである。また、図-1に変位計の設置図を示す。なお、着陸地点および離陸地点の判定についてはトンネル直上を基準として図-2に示すように判別した。

3. 計測結果と考察

(1)現C滑走路について(着陸時の変位)

航空機通過時にトンネル断面は、鉛直方向に潰れ、水平方向には広がる傾向が見られる。(図-3) また、航空機通過直後には数値としては小さいが、トンネル断面は鉛直方向に広がり、水平方向に潰れる傾向が見られる。この現象は覆工変形のリバウンドと考えられ、航空機機種に関係なく発生している。また、航空機の着陸地点と計測位置との関係から、トンネル断面内空変位量は、B747で0.015mm~0.075mm, B767で0.010mm~0.080mm, A300で0.010mm~0.070mmの範囲でばらつきが見られる。このばらつきの範囲は、航空機の重量によるものよりも航空機の着陸地点の影響が大きいと考えられる。ここで各航空機ともに計測地点より手前のA地点およびB地点に航空機が着陸した時にトンネル断面内空変位は大きくなる傾向が見られる。(表-2) また、測定値は着陸時のものであり、航空機荷重も軽くなっていることから、後述する新A滑走路およびO誘導路での測定値よりも小さな値になっている。

表-1 機種別計測回数一覧表

	B747	B767	A300	その他	合 計
現C滑走路	35	31	33	23	122
新A滑走路	28	23	22	16	89
O誘導路	29	28	29	19	105
合 計	92	82	84	58	316

※その他: B777, B737, MD87, DC10, YS11

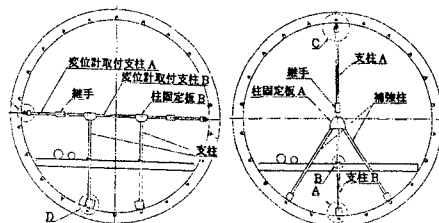


図-1 トンネル断面内空変位計測設置図

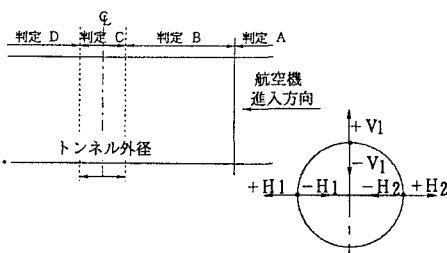


図-2 着陸・離陸地点の判定図

表-2 着陸地点別トンネル断面内空変位平均値一覧表(現C滑走路)

着陸地点	航空機名	鉛直方向変位 V(mm)	水平方向変位 H1(mm)	水平方向変位 H2(mm)
A地点	B747	-0.059	0.054	0.055
	B767	-0.035	0.031	0.033
	A300	-0.037	0.031	0.034
B地点	B747	-0.046	0.047	0.047
	B767	-0.043	0.038	0.038
	A300	-0.031	0.027	0.029
C地点	B747	-0.037	0.031	0.030
	B767	-0.017	0.016	0.013
	A300	0.024	0.019	0.017
D地点	B747	-0.028	0.020	0.015

表-3 離陸地点別トンネル断面内空変位平均値一覧表(新A滑走路)

離陸地点	航空機名	鉛直方向変位 V(mm)	水平方向変位 H1(mm)	水平方向変位 H2(mm)
B地点	A300	-0.017	0.010	0.010
	B747	-0.086	0.055	0.059
C地点	B767	-0.016	0.010	0.012
	A300	-0.033	0.020	0.024
	B747	-0.124	0.085	0.086
D地点	B767	-0.042	0.027	0.033
	A300	-0.057	0.039	0.045

キーワード: シールドトンネル, 航空機荷重, 動態観測, 変位

*〒163-07 東京都新宿区西新宿2丁目7番1号新宿第一生命ビル

TEL 03-3344-0575 FAX03-3344-1366

**〒231 神奈川県横浜市中区仲通5丁目57番地

TEL045-211-7459 FAX045-211-1238

(2)新A滑走路について（離陸時の変位）

航空機通過時のトンネル断面は、現C滑走路の場合と同様の变形モードを示す。（図-4） また、各航空機ともに計測地点を通過して離陸した場合にトンネル断面内空変位が大きくなっていることがわかる。（表-3） 次に、トンネル断面内空変位と航空機荷重との関係を見ると、B747のトンネル断面内空変位がB767およびA300より大きくなっていることがわかる。表-4に示した航空機重量を見るとB747はB767およびA300の約2倍の重量がある。これらより、計測地点を通過してから離陸した場合（D地点）のトンネル断面内空変位量は鉛直方向および水平方向ともに、B747の方がB767およびA300より約2倍程度大きくなっている。

以上のことから、トンネル断面内空変位に及ぼす航空機荷重の影響は、航空機の離陸地点の影響もあるが、航空機重量の影響も大きく、航空機重量に比例した変位が発生することが考えられる。

(3)O誘導路について（離陸前の移動時）

O誘導路での計測は、航空機が低速度でトンネル直上を通過する時のトンネル断面内空変位を測定した。（表-5） 現C滑走路および新A滑走路でのトンネル断面内空変位の最大値は、鉛直方向および水平方向ともにほぼ同時に発生しているのに対して、図-5よりO誘導路でのトンネル断面内空変位最大値は測定点により発生する時間にズレが生じていることがわかる。

ここで、現C滑走路および新A滑走路では航空機は高速度で通過しているのを見かけ上、鉛直方向と水平方向の内空変位のピーク時がほぼ同じになる。しかし測定結果から分かるように厳密には航空機がトンネルに近づくにつれトンネルは航空機進行方向に若干移動し、トンネル直上に航空機が近づくにつれトンネルの变形は鉛直方向に潰れ、水平方向に拡がり楕円形に変形し、その後航空機進行方向後方に移動し、航空機がトンネルから十分離れたとトンネルは当初の位置に戻る傾向が見られる。

4. あとがき

本報告は航空機荷重によるシールドトンネルの動態観測の測定及び結果について述べたが、内空変位量の絶対値が小さく、コンクリートにひび割れも発生せずにセグメントリングが弾力的な挙動を示したことがわかった。これは本トンネルの土被りが15m程度あり荷重が十分に分散されていることを示すものである。

参考文献

- 1) 「空港アスファルト舗装構造設計要領，運輸省航空局監修，（財）航空振興財団，1995」

表-4 航空機重量一覧表¹⁾

	総重量 (t)		脚重量 (t)	
	満載時	着陸時	満載時	着陸時
B-747-400	396.0	285.8	92.8	67.0
A-300-B4	150.9	134.0	68.7	61.0
B-767-300	143.0	136.1	67.9	64.2

表-5 トンネル断面内空変位平均値一覧表（O誘導路）

航空機名	鉛直方向変位 V(mm)	水平方向変位 H1(mm)	水平方向変位 H2(mm)
B747	-0.114	0.167	0.016
B767	-0.052	0.083	0.006
A300	-0.051	0.081	0.006

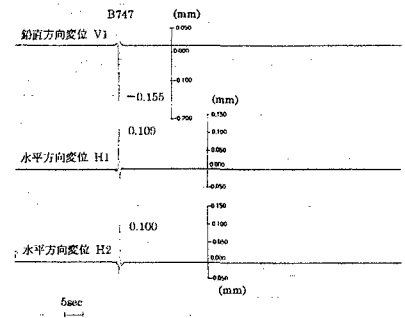


図-3 内空変位時系列図(現C滑走路)

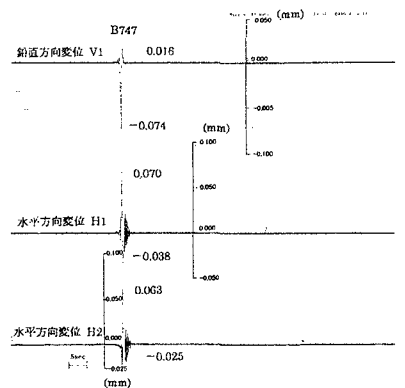


図-4 内空変位時系列図(新A滑走路)

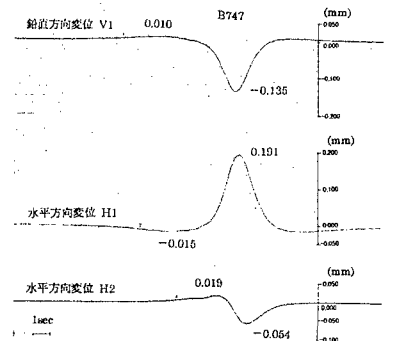


図-5 内空変位時系列図(O誘導路)