

地盤調査の密度と杭の周面摩擦力の推定精度について

九州大学大学院 正 安福規之 フェロー 落合英俊
九州共立大学 正 前田良刀

1. はじめに

新北九州空港連絡橋建設に際し、膨大なボーリング調査や物理・化学試験、地層年代分析試験および室内力学試験などの詳細な地盤調査が平成3～7年にかけて行われた。また、地盤調査にあわせて原位置での杭の載荷試験も実施された。本報では、地盤調査の密度に伴う地盤図の変遷を示すとともに、地盤図の精度が杭の周面摩擦力の推定値に与える影響について考察し、地盤調査の重要性を示す。

2. 地盤調査の密度と地盤図の推移

新北九州空港の建設予定地は図-1に示すように周坊灘沖約6kmの地点にある。計画されている連絡橋は、国道10号線から工業用地をほぼ東北東方向に伸び、陸上部約4.5km、海上部約2.0km、空港島アプローチ部約1.0kmの総延長約7.5kmである。平成4、5、7年度の各時点で推定された地盤図の変遷を陸上部、海上部、空港島部に分けて図-2に示した。(a)図に示す平成4年度の結果は、平成3年度までの既往調査資料からの情報に連絡橋ルートに沿った音波探査、基盤層までのボーリング6本の調査情報を加えて推定したものである。(b)図に示す平成5年度は追加ボーリング調査に加えて地質年代分析結果を反映させて描いている。さらに、(c)図に示す平成7年度の結果は、橋脚予定位置のすべてでボーリングを行い、それまでの調査を網羅し、また、火山噴出物の年代判定と珪藻分析結果に基づき、形成過程を推測し、その上で地質学的な判断を踏まえて描いたものである。ボーリング間の平均的な間隔を調査密度とし、それを全区域の平均で見ると、平成4年度、5年度、7年度それぞれ概略、350m/本、180m/本、70m/本であった。

地盤調査で明らかになった事実には次のものがある。まず幾何学情報としては、当該地盤は上部に約7～9m厚の沖積粘土層、その下に判別の難しい粘性土と砂質土の互層からなる約20～60m厚の洪積層、さらにその下に片岩からなる基盤層が存在する。基本的には、3層からなる地盤構成であるが、基盤層は起伏が激しく、当該計画ルートの範囲で高低差が約45m以上もある。洪積層では粘性土、砂質土の判定の難しさに加えて、層構造が極めて複雑で、水平方向の連続性があまりなく、レンズ状の層が散見される。さらに図-2に示すように洪積層部分では、海上部から空港島部にかけて計画ルート断面上に東に約15度の傾斜をもつ不整合面が存在する。

図-3と表-2は、平成7年度までの調査結果に基づいて描かれた最終的なモデル地盤図と各層の主要な土質定数をまとめたものである。地盤図からわかるように、未固結層は、大略、1) 沖積層(Ac)、上部洪積層(DU)、

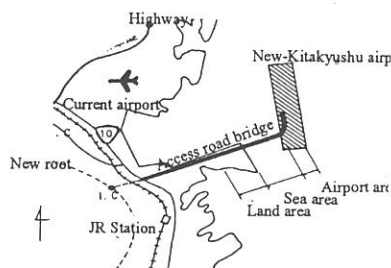


図-1 新北九州空港連絡橋ルート

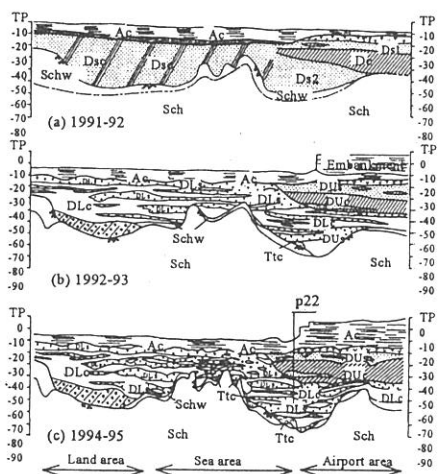


図-2. 地盤図の変遷と実杭の載荷試験位置(p22)

表-1 各層の土質定数

		N-value	γ	Strength parameters			OCR*
				c'	ϕ'	ϕ'_{cv}	
			(t/cm^2)	(t/m^2)	(deg.)	(deg.)	
Alluvial clay	Ac	0.0	0.53	0.29	0.0	33.0	1
	Volcanic Dutf	11.0	0.66	0.6	30.0	33.7	1-6
Diluvial (Upper)	Sandy DUs	30.4	0.90	0.0	37.0	34.6	1-2
	Clayey DUc	0.0	0.53	8.1	24.0	36.9	1-6
	Sandy DLS ₁	17.0	0.90	2.6	35.4	35.7	1-2
	DLS _{2,5}	40.0	0.53	5.5	32.6	35.7	1-2
Diluvial (Lower)	Clayey DLC ₁	27.0	0.94	2.6	34.8	35.5	2-8
	DLC ₂₋₆	32.4	0.97	4.4	29.6	36.4	2-8
	Gravel DLg	47.5	0.99	0.0	36.0	36.0	1
Metamorphic rocks	Sch-w	29.7	0.90	5.7	22.7	-	1
	Sch	98.3	0.90	5.7	22.7	-	1

*: OCR is strongly dependent on the depth

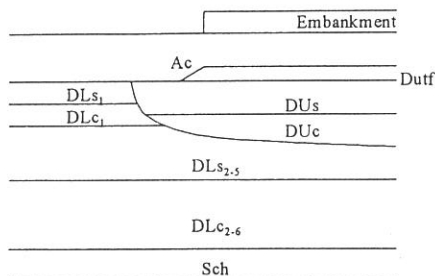


図-3 設計用のモデル地盤図

下部洪積層(DL)の3層に分類された。次いで、地質学的特徴、標準貫入試験により採取された試料の触感を含む詳細な観察から、沖積層は1層の粘土層(Ac)のみ、上部洪積層は1層の火山灰層(Dutf)、1層の砂層(DUs)、1層の粘土層(DUc)に区分された。また、下部洪積層では

砂と粘土が互層状になっており、水平方向の連続性が悪いものの、基盤尾根部を境界として、その陸上部側で3層の粘土層(DLc1-DLc3)と3層の砂層(DLs1-DLs3)、その海上側(東側)でやはり3層の粘土層(DLc4-DLc6)と3層の砂層(DLs1, DLs3, DLs5)に概略、分類された。しかし、砂層と粘土層の区別において、中間的な層も多く存在し各層に分けることの難しさも実感された。

3. 地盤図の精度と支持力推定値

地盤図の精度と支持力の予測値の関係を検討することは、地盤調査の重要性を認識する上で大切である。図-4は、図-2に示した平成4年度、5年度および7年度の地盤図をもとに、先の杭の載荷試験の結果を予測したものである。周面摩擦力の予測には著者らの提案する推定法を用いた¹⁾。また、本来は、設計パラメータの精度も調査に応じて変わるはずであるが、ここでは地盤断面の違いのみが予測結果に与える影響を明確にするために、必要な設計パラメータは基本的には表-2に示したものをを用いている。棒グラフの形で

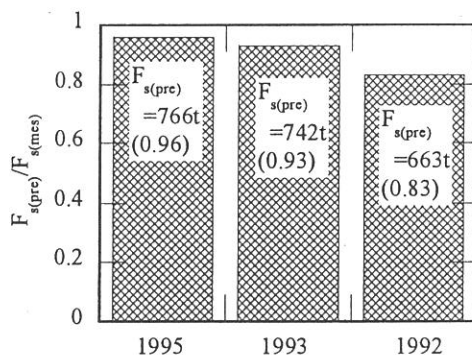


図-4 地盤図の精度と支持力の関係

結果を比較しているが、地盤図の精度、すなわち調査密度が上がると予測精度が向上することが知れ、地盤図を作成するための適切な地盤調査の重要性が示唆される。予測精度は、支持層や杭の本数の決定にも反映され、結果として、このプロジェクトの場合、高密度の地盤調査は建設費の縮減に大きく寄与することとなった。

4. まとめ

1) 新北九州空港連絡橋基礎の設計にかかわる膨大な地盤調査結果に基づいて、洪積互層地盤としての基礎地盤の特色を地盤図の変遷として示した。

2) 地盤図の精度と周面摩擦力の予測精度のかかわりを新北九州空港連絡橋基礎を事例として示した。

参考文献:

1) 安福・落合・前田: 限界状態摩擦角に着目した場所打ち杭の周面摩擦力算定法, 土木学会論文集 No. 617/III-46, 89-100, 1999.