

電電公社 関東電気通信局 正員○真道悦郎

同 上 佐藤幸男

同 上 由井 計

1. まえがき

地盤沈下地域において建物ととう道を接合する場合、通常建物だけは支持杭などで支持されているため接合部においてとう道の沈下は固定されるが、その他の点では沈下する。そのためとう道は不同沈下しひび割れ、耐力の低下、接合部の離脱といった構造的障害が発生する。そのような障害を未然に防止するため市川市行徳駅前地先で実施した第三行徳電話局前とう道工事において、周辺地盤の沈下傾向を調査しとう道の変動を予測するとともに、それに対応可能な接合工法を適用したものである。

2. 地盤沈下の傾向

(1) 現況 工事場所は旧江戸川と江戸川放水路に挟まれた潮汐平地に位置し、地層は図-1に示すように深さ40mまでが沖積層でそのうち軟弱沖積シルト層が30m厚を占めている。千葉県水準測量調査結果によると本地域の地盤沈下は著しく昭和38～54年の16年間で85cm、また最近でも年間2～3cm沈下している。沈下の原因は地下水の汲み上げによる沖積シルト層の圧密であり、それは東京湾岸の軟弱地盤地域に共通な広域にわたる現象である。

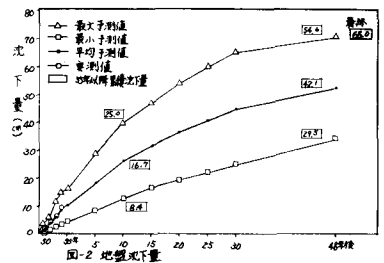
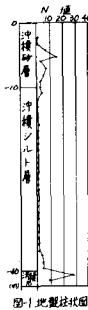


図-1 地盤状況図

図-2 地盤沈下量

(2) 将来沈下量 昭和50年に実施した土質調査の諸常数を用いて予測した将来沈下量および50～54年の実測値は図-2に示すとおりである。実測値の傾向にもっとも近い平均予測値でとう道を建設する55年を基準として、それ以降の沈下量を見ると10年後16.7cm、48年後42.1cm、最終65.0cmである。

3. とう道の挙動

(1) 沈下と傾斜 地盤沈下にとまなうとう道の沈下量は建物から最遠の図-3に示すC点でもっとも大きく建物との接合部で0であるため、とう道は接合部のE点を支点としてC点方向に傾斜する。解析の便宜上それを接合面に直角な方向(以下X方向という)と平行な方向(以下Y方向という)に分けて考えると、C点の沈下量はX、Y方向の成分をもつこととなる。一方、地盤沈下にとまなうとう道を傾斜させる力はどう道本体とその上に載荷する土の質量に比例し、傾斜の割合はそれらのE点に対するX、Y方向のモーメントの比により決まると考えて計算するとその比は3:7となる。したがってC点沈下量のX、Y方向成分は次のように表わすことができる。また平均予測値を用いて計算したC点沈下量は表-1のとおりである。

表-1 C点沈下量(cm)

沈下量	10年後	48年後	最終
S	16.7	42.1	65.0
Sx	11.7	29.5	45.5
Sy	5.0	12.6	19.5

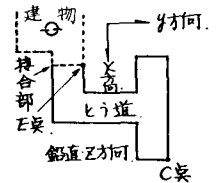


図-3 とう道平面状況

一方、地盤沈下にとまなうとう道を傾斜させる力はどう道本体とその上に載荷する土の質量に比例し、傾斜の割合はそれらのE点に対するX、Y方向のモーメントの比により決まると考えて計算するとその比は3:7となる。したがってC点沈下量のX、Y方向成分は次のように表わすことができる。また平均予測値を用いて計算したC点沈下量は表-1のとおりである。

$$S_x = S \times \sum M_{Ex} / (\sum M_{Ex} + \sum M_{Ey}) = 0.3S \quad M_{Ex}, M_{Ey}: E点に対するX又はY方向モーメントの総和$$

$$S_y = S \times \sum M_{Ey} / (\sum M_{Ex} + \sum M_{Ey}) = 0.7S \quad S_{x,y}: C点沈下量のX又はY方向成分 \quad S: C点の全沈下量$$

(2) 傾斜と変位 とう道は鉄筋コンクリート構造の剛体であるため、躯体の傾斜にとまなう接合部において移動と回転による水平、鉛直変位が生じる。X方向について傾斜と変位の関係を見ると躯体の回転角 θ は図-4に示すC点の沈下量 S_x と、C点と支点Eとの距離 l_{CE} 、 l_{XE} により決まり任意の点NのX、Z方向の変位は回転角 θ と、C点と点Nとの距離 l_{CN} 、 l_{EN} から求められる。回転角、変位の一般式は(1)、(3)、(4)式に示すとおりである。

Y方向の傾斜と変位の関係もX方向と同様であるが、この場合支桌Eが移動するため回転角の求め方が異なる(2)式となる。

$$\text{回転角} \quad \theta_x = \cos^{-1}[(l_0^2 + l^2 - S_x^2)/2l_0l] \quad \text{----- (1)}$$

$$\theta_y = \sin^{-1}[(S_y + l_z E)/l_0] - \sin^{-1}(l_z E/l_0) \quad \text{----- (2)}$$

$$X, Y \text{ 方向変位} \quad \Delta x, y = l_{xn}, y_n(1 - \cos \theta_{x, y}) + l_{zn} \sin \theta_{x, y} \quad \text{----- (3)}$$

$$Z \text{ 方向変位} \quad \Delta z = l_{zn}(1 - \cos \theta_{x, y}) - l_{xn}, y_n \sin \theta_{x, y} + S_{x, y} \quad \text{----- (4)}$$

但し、(3)(4)式においてはX方向には l_{xn}, θ_x, S_x を、Y方向には l_{yn}, θ_y, S_y を適用する。

(3) 接合部の変位 表-1に示すC桌の沈下量に対して(1)~(4)式を用いて計算した接合部におけるとう道躯体の変位は表-2に示すとおりである。48年後を例にとると図-5から明らかなように側壁のY方向への変位が14.3cmで、もっとも大きく、次にE桌が支桌となるために生ずるスラブおよびベースのZ方向への跳ね上がりが8.8cmで続き、接合部の離脱を生じさせるX方向への変位は6.9cmと比較的小さい。

4. 接合法

地盤沈下にとむなうとう道の構造的障害を防止する方法としては地盤の沈下を防止する薬液注入工法やとう道本体を鋼管杭で支持し沈下させない工法なども考えられるが、いずれも効果、経済性、施工性および周辺への影響等を総合的に検討した結果適当でないこと、またとう道の変位が比較的小さい接合部での対応が可能であるとの判断から接合法により対処することとした。

(1) 構造 接合部におけるとう道躯体の変位にとむなう応力集中により発生する構造的障害を防止するため、接合部に変位に対応できるスペースを確保することとした。しかし接合部の既設部分は建物との関連で破壊し再構築することが困難であるため、構造上問題のない図-6に示す新設とう道接合部外壁の無筋部分をカットした。それにより生じるスペースは側壁で10cm、スラブ・ベースで各10cmあるが、Y方向の変位に対してもっとも余裕がないためY方向のスペース10cm(25年後見合設計)を設計上の基準値として、それに対応するZ方向の変位を計算しそのスペースを7cmとした。X方向については接合部の重ね合わせ長30cmに比較して変位が小さいことから離脱の危険はなく、またもとより変位に対応できる構造となっているため何の措置しなかった。なお、Y方向については側壁の両側各5cmをカットして10cmのスペースを確保するため、とう道全体の位置を変位と反対方向に5cm移動した。

(2) 止水措置 とう道が変位した場合現在行っている方法では止水板が破壊し漏水する。したがってその場合の補助的手段として本工事への適合性に優れ、信頼性もある図-7に示すフレキシブルな止水板を使用した。この止水板はネオアレンを基材とする合成ゴム性で、構造物の一方が不同沈下により変位し接合部に段差や開きが生じても止水性を保持できる構造となっている。

5. 今後の問題

地盤沈下地域における建物ととう道との接合については現時点では有効な工法がなく、また地盤沈下にとむなうとう道の挙動についても不明確な点が多い。将来的にはフレキシブルな接合装置の開発が有効な方法の一つと考えられる。そのため、本工事では建設後のとう道の変動と長期継続計測し追跡調査することとしている。

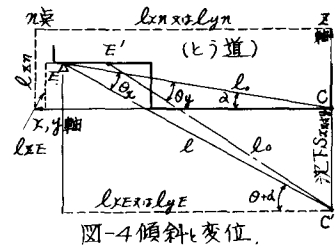


表-2 接合部の変位量 単位: cm

変位	10年後			48年後			最大		
	ΔK	Δy	Δx	ΔK	Δy	Δx	ΔK	Δy	Δx
A ₁	2.6	5.2	-3.3	6.9	14.3	-8.7	10.7	22.6	-13.2
A ₀	2.6	5.2	-0.1	6.9	14.2	-0.1	10.7	22.3	0.1
B ₁	0.5	1.0	-3.3	1.3	3.1	-8.8	2.1	5.2	-13.4
B ₀	0.5	1.0	-0.1	1.3	3.1	-0.3	2.1	4.9	-0.3
最大	2.6	5.2	-3.3	6.9	14.3	-8.8	10.7	22.6	-13.6

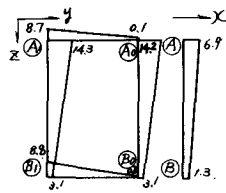


図-5 接合部の変位(48年後)

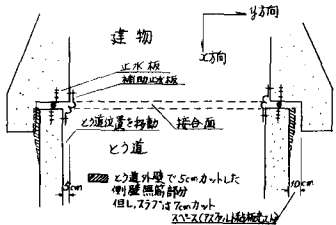


図-6 接合構造(平面図)

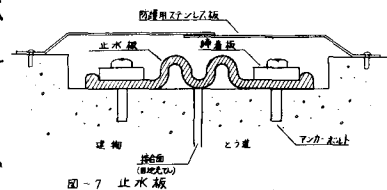


図-7 止水板