

V-87

弾塑性解析による既設RC構造物の現状把握について

大阪市交通局

正員 ○杉原和彦

"

岸尾俊茂

中央復建コンサルタンツ

山口直紀

"

近藤哲也

1. まえがき

既設RC構造物の改造工事では、既設部材の現状がどのような応力・ひずみ状態にあるかを把握する必要がある。一般には、設計荷重作用時の計算応力度と許容応力度とを比較する方法がとられる。一方建設後の荷重変化や不同沈下の影響によりひび割れなどの損傷を受けている構造物も存在し、種々の補強や補修が行なわれている。このような構造物においては、計算応力度が許容応力度を越える場合が多いが使用上不都合な状態に至っていないことが多い。本報告は、建設後約50年経過するRC地下構造物の改造工事において、不同沈下の影響による損傷を受け補強経緯のあるフラットスラブ構造物の現状を把握する目的で、断面のひずみの大きさに着目した弾塑性解析の適用について述べる。

2. 既設構造物の特徴

図-1に示すように、RCフラットスラブ形式の地下構造物は、約6mの直交2方向の柱列帯を有し、地下鉄函型ずい道と同時期の昭和10年に建設されたものである。当構造物は、建設直後からの地盤沈下に伴う大きな不同沈下を生じている。昭和37年の地下水採取規制により、地盤沈下は昭和38年以降ほぼ停まっている。構造物の沈下傾向は、地下鉄で沈下が抑えられ、地下鉄を離れるに従って沈下量が大きくなり、各柱列ともほぼ一様である。①柱と③柱の相対沈下量は約50mmである。この不同沈下の影響により、②、③柱はせん断破壊を、スラブ内面には曲げひび割れが発生したため、昭和38年には柱にRCを巻きたてた補強が、スラブ内面ひび割れには樹脂注入による補修が行われている。

3. 調査結果

材料採取による強度試験、化学分析、中性化試験を行った結果、特に劣化した点は無く、材料としてはコンクリートと鉄筋ともに健全である。

弾性解析による不同沈下の影響を計算した結果、①柱直上の上床版上面にひび割れが生じていることが予測されたので、調査した結果、幅約2mmのひび割れを確認した。(図-2) このひび割れ発生ヶ所は断面が変化した引張鉄筋が半減しているところである。

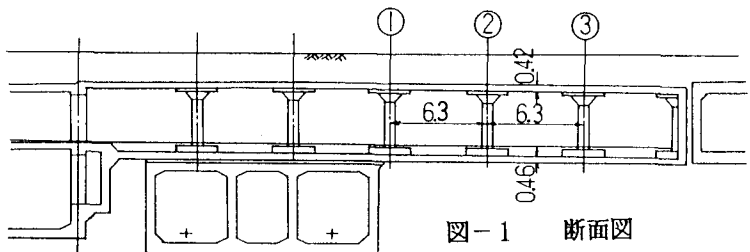


図-1 断面図

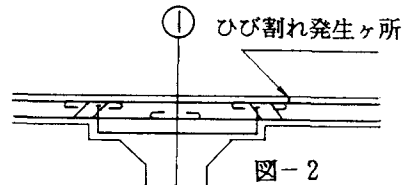


図-2

4. 弾塑性解析

当構造物の不同沈下の影響は、線形解析を適用して得られる部材の応力度で判断できる範囲を越えており、弾性領域だけでなく塑性領域にあることも考慮する必要がある。そこで、材料-コンクリートと鉄筋-の非線形性を考慮した弾塑性解析を行った。

弾塑性解析を用いることにより、塑性領域にある部材の剛性低下とそれに伴う応力再配分を評価できるとともに、断面のひずみ分布も知ることができる。

解析モデルは、地下鉄直上で支持される平面ラーメンを選び、塑性領域にある部材の剛性低下を考慮するために、小要素に分割している。荷重モデルは、上載荷重と不同沈下の影響を考慮した。（図-3）

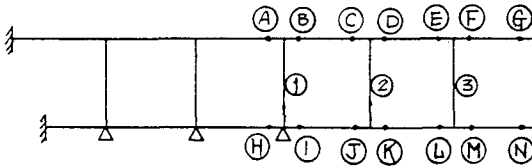
解析に用いた材料特性は、強度試験結果をもとにして、図-4に示す応力-ひずみ曲線を採用した。

弾塑性解析では、軸力と曲げをうける棒部材のトリリニア形のM- ϕ 曲線（曲げモーメントと曲率の関係）を用いた。解析の特徴としては（1）全断面がM- ϕ 曲線上に乗るよう変断面ラーメンの計算を繰返し行い収束値を見出した。（割線剛性法）

（2）②③柱は終局せん断耐力を越えることが判明したので、せん断力の再配分を考えて、柱の上下にピン結合を設け、終局せん断耐力に相当する力を作用させた。

5. 解析結果

③、①部材は塑性領域にあり、②③柱はせん断破壊を生ずる結果を得た。③部材のひずみ分布からひび割れ幅を推定すると約2mmとなり、調査結果と良く合う。現状では終局ひずみに対する比が1/4.5以上ある。（表-1、2）



	部 材	コンクリート		鉄 筋	
		歪 $\epsilon_c \times 10^{-6}$	領 域	歪 $\epsilon_s \times 10^{-6}$	領 域
上床版	③	409 (1/8.5)	弾性域	4419 (1/4.5)	塑性域
	①	152	"	1240	弾性域
下床版	①	461 (1/7.5)	"	1171	弾性域
	①	574 (1/6)	"	3521 (1/5.7)	塑性域
	③	251	"	1327	弾性域

（ ）内は終局ひずみに対する比

表-2 解析結果（ひずみ）

6. あとがき

柱のせん断破壊による影響を考慮した本解析は、実際の挙動をうまく説明しており、定量的にひずみで評価することができた。今後さらに、構造物の調査ヶ所を拡げて、検討を進めてゆきたい。

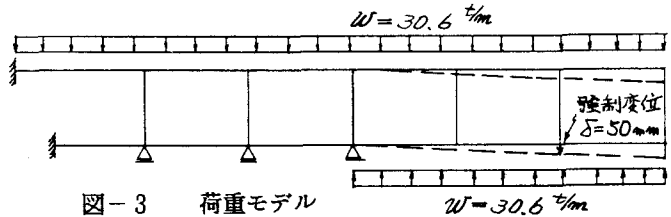


図-3 荷重モデル

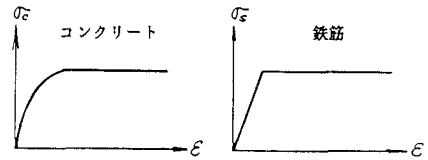


図-4 応力-ひずみ曲線

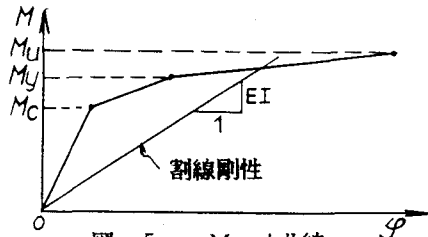


図-5 M- ϕ 曲線

	部 材	鉄筋の降伏 曲 率 ϕ_y (1/m)	コンクリートの終局曲率 ϕ_u (1/m)	現状の曲率
				ϕ (1/m)
上床版	③	4.44×10^{-3}	1.32×10^{-1}	1.62×10^{-3}
	③	"	"	1.39×10^{-2}
	③	"	"	1.45×10^{-4}
	①	"	"	4.00×10^{-3}
	③	5.14×10^{-3}	"	2.44×10^{-3}
	③	5.37×10^{-3}	1.05×10^{-1}	6.90×10^{-4}
	③	"	"	1.62×10^{-3}
下床版	③	4.91×10^{-3}	0.86×10^{-1}	4.42×10^{-4}
	①	"	"	4.21×10^{-3}
	①	"	"	3.90×10^{-4}
	③	4.43×10^{-3}	"	1.67×10^{-4}
	①	"	"	1.05×10^{-2}
	③	4.22×10^{-3}	1.03×10^{-1}	4.07×10^{-3}
	③	"	"	2.60×10^{-4}

表-1 解析結果（曲率）