

地盤沈下と構造物の維持・補修を考慮した L C C の検討

中央大学理工学部土木工学科 ○学生会員 田村 大輔
中央大学理工学部土木工学科 正会員 佐藤 尚次

1、研究の目的

一般に土木工事ににおける『ライフサイクルコスト』(以下 L C C)とは、「土木構造物の企画、設計建設、運営・維持・管理、解体撤去、廃棄に至る費用」(土木学会)のことをいう。

初期コストでなく、L C C に注目し、設計代替案や維持・補修計画をすべきであるという考え方が一般化してかなりの時間が経過した。この間、注目されたのは劣化、老朽化対策、地震等の自然災害リスクであるが、構造物の劣化要因の中で、地盤沈下の影響を考慮は比較的少ない。個人建築物の場合、設計施工時に対策を怠った為に、致命的な結果を招く事例が存在するが、土木構造物の場合、規模が大きいため、対策として、少し地盤条件が悪いと杭の施工を講ずるので、さほど意識していない。

本研究では、個人建築物において事例収集、分析を行った後、土木(公共)建築物についてデータ収集に努めた。L C C 研究で用いられる次式における C i、P f、C f の情報を提示することを目標とした。

期待総費用最小化原則

$$C_t = C_i + P_f \times C_f$$

C t : 総コスト

C i : 初期コスト(地盤沈下対策費)

P f : 被害確率(補修不可欠な被害を受ける確率)

C f : 被害時コスト(補修不可欠な被害の補修費用)

2、データについて

個人建築物のデータについては、沈下事故に対する幾つかの事例集¹⁾²⁾³⁾を用いて検討した。

3、基礎形式と地盤沈下の関連について

基礎形式は大きく分けて、『布基礎』、『地盤改良系』、『表層改良系』、『ベタ基礎』、『杭基礎』、『その他』がある。検討した事故事例(全64件)について、図1は基礎形式と沈下の発生時期、図2は不同沈下の発生時期、図3は基礎形式別発生件数を示したものである。

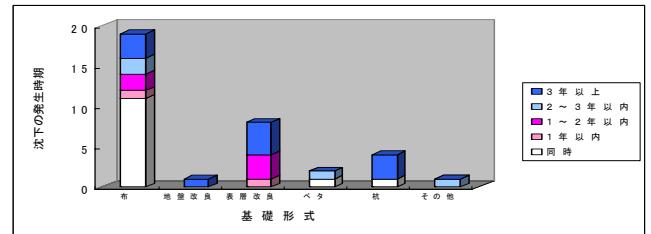


図1 基礎形式と沈下の発生時期

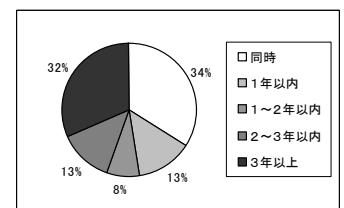


図2 不同沈下の発生時期

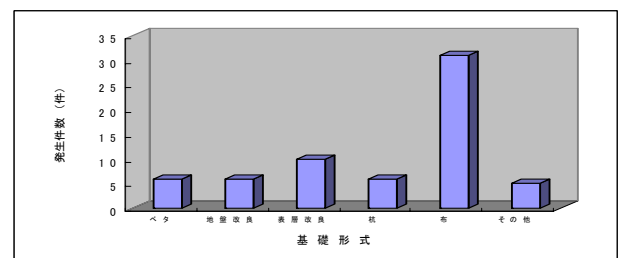


図3 基礎形式別発生件数

図1から不同沈下が同時に発生している事例は、布基礎が著しく飛びぬけているといえる。図3より、基礎形式ごとの発生件数についても布基礎が最多であるが、これを考慮したうえでも顕著な差となった。

また、布基礎のみ、不同沈下の発生時期にばらつきが見られたが、他の基礎形式では発生時期が偏っている。これは、基礎形式によって沈下状態が、ある程度、特徴的であると考察される。

以上より、基礎の破壊形態と沈下状態との関連性が注目される結果となった。これらは、被害状況にも影響を与えと考えられる。

4、被害時コスト(補修費用)の算出について

本研究では、建築物の補修費用について検討する。補修費用について妥当であるとされる工事費と材料費を選定した場合を考え、表1を作成した。ここでは、表1

キーワード：構造物、ライフサイクルコスト、地盤沈下

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科設計工学研究室 : 03-3817-1816

また、補修費算定の為、基準とする建設条件を仮定する。これを表2に示す。

	被害状況	補修方法	単位補修費(円)	単位数	数量	工事費(円)	補修費(円)
初期段階	外壁にヒビ	外壁を塗り替える	4000	m ²		400000	0
第1段階	*★壁紙に亀裂						0
第2段階	*★壁と柱に隙間(縁割)	隙きを修正する	600000	程度			0
	内壁に亀裂	壁(天井)紙を張り替える	1090	m ²			0
	ドアの開閉困難	ドアを替える	163100	個	50000		0
	窓の開閉困難	窓を替える	56000	個	50000		0
	廊下入り	床根を張り替える	3000	m ²	300000		0
	扉の腐蝕・分離						0
第3段階	ドアの開閉不良	ドアを一斬する	163100	個	150000		0
	窓の開閉不良	窓を枠ごと替える	56000	個	150000		0
	床に支障	床を張り替える	5000	m ²	15000		0
	排水不良(トイレ)	便器を交換する	73800	個	300000		0
	排水不良(キッチン)	キッチンを一新する	384000	室	1000000		0
	排水不良(風呂)	浴室を一新する	1150000	室	750000		0
	使用困難	建て替える	3560000	件			0
最終段階							0
総補修費							0

条件			
戸建て、総2階建て		ドア	10
延べ床面積 (㎡)	100	窓	15
外壁面積 (㎡)	140	トイレ	2
壁・天井面積 (㎡)	400	キッチン	1
屋根面積 (㎡)	70	バスルーム	1

一段階前の状態になるものは残りの $1/2$ と仮定

最終沈下量 (mm)

補修費 (円)

図4から補修費と沈下量については相関が見られた。相関からはずれる要素について、その原因はいずれも建物の傾斜が地盤の傾斜に伴っていない傾向にあり、例外の発生する要素が認められる。建物の傾斜が地盤に沿って現れた場合、相関関係を示している。

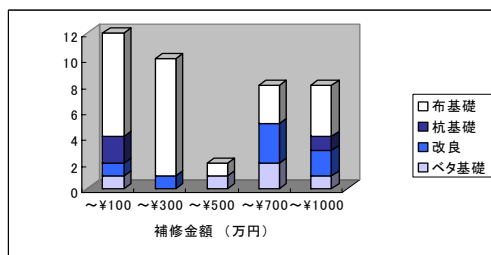


図5では、 C_i が最小であると考えられる布基礎の場合は C_f が大きく、 C_i が大きい改良系の場合は C_f が小さいという傾向が見られた。

学校園舎について、地盤沈下対策費や沈下が原因と考えられる被害、補修費用に関するデータ収集の為、千葉県内 20 の自治体、石油タンクの所有会社等に協力をお願いした。しかし、土木（公共）構造物においては、地盤沈下の影響による被害は他の損傷に比べ重視されていない現状にあり、沈下のみの影響では問題とされる被害はほとんどない為、そのみとされる補修は施されにくくデータとしても残っていないようだった。どちらも基礎形式は杭基礎（学校園舎の場合、初期建設費用の約 4 ～ 7 %）が一般的であり、3 0 0 0 m²程度の学校園舎だと約 2 5 0 0 万円～ 4 0 0 0 万円程度になる。

今回、被害事例を収集するのが大変困難であり、土木（公共）構造物についてはＬＣＣの検討をすることができなかった。

個人建築物については、比較的多くの事例から各要素との関連性を検討することが可能となると同時に、例外となる要素についても示された。今後、ＬＣＣ評価をする為には、より多くの被害事例を検討し、初期コストに關しても、現実的な金額を求める必要がある。

さらに、土木（公共）構造物に置き換えて検討するには、データ収集が可能であれば、同様の手法を用いて検討することにより、初期コストと被害時コストの相関が示されるのではないかと考えられる。

本研究には、中央大学 秋枝真実氏（現東京都北区役所）2003年度卒業研究の内容も含んでいることに感謝の意を表します。

参考文献；1) 住宅地盤品質協会；盛土に関する沈下事故例に学ぶ、2001 年

2) 藤井衛、田村昌仁、後藤年芳、伊集院博：諏訪湖周辺の低層住宅の不同沈下調査事例による基礎の沈下抑制効果について、日本建築学会構造系論文集、2000 年

3) 株ジオテック住宅地盤相談室 <http://www.jiban.co.jp>

4) 豊中市政研究所、豊中市における公共構造物のライフサイクルコストの研究、2000 年