

建物の許容沈下量

Allowable Settlements for Buildings

芳 賀 保 夫 (はが やすお)

福山大学教授 工学部建築学科

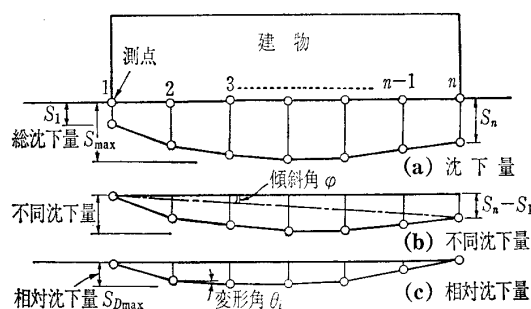
1. ま え が き

筆者らは1956年頃から中国地方を中心に多数の建物について不同沈下と障害の実測を行い、本誌にもその成果を発表して来た。

1988年には日本建築学会から文献1), 2) が新たに刊行された。この2編の許容沈下量に関する項目の原案執筆を筆者が担当したが許容沈下量を設定するための、バックデータとして使用するため過去に筆者らの実施したすべての測定結果のとりまとめを行った。これらは間もなく文献3)として印刷される予定であるが、その内容を中心に建物の許容沈下量に関する最近の情報について報告を行いたい。

2. 各種沈下量と障害

調査建物に1～ n の測点を設けベンチマークより沈下量を測定すると、圧密層上にある建物の場合に建物荷重がほぼ均等であれば図一1(a)のような曲線が得られる。その最大値が総沈下量(S_{max})である。図一1(a)から外端沈下量のうち小さい値を差し引いたものが図一1(b)の不同沈下曲線で、その最大値が不同沈下量である。図一1(b)から傾斜分を差し引いたものが図一1(c)の相対沈下曲線であり、その最大値が(最大)相対沈下量(または単に相対沈下量と呼ぶこともある) S_{Dmax} である。相対



図一1 各種沈下量の定義

沈下曲線の各測点間の勾配が変形角 θ_i (土の符号を持たない)であり、沈下量測定面における θ_i の最大値が最大変形角 θ_{max} 、 θ_i の平均値が平均変形角 θ_{ave} である。

即時沈下を生ずる地盤上の建物や支持杭に支えられた建物では図一1に示すような中くぼれ型以外の複雑な不同沈下を生じることがあるが、各種沈下量等の定義は図一1と同じに扱う。

建物の構造体の亀裂発生と、これに伴う各種の障害(仕上げ材の破断、漏水、建具開閉不良など)の

表一1 調査建物

基礎形式	調査地	支持地盤	調 査 建 物			
			構造	階数	棟数	基礎・杭種別
直接基礎 (一部摩擦杭打ち)	広島市 呉市 福山市 米子市 山口県 (豊北町)	圧密層	RC	1～7	62	独立・布・べた
			RCW	3～4	66	布・べた
			CB	2	39	布・べた
			S	1～3	3	独立・布・べた
			W	1～2	70	布
	広島市 呉市 福山市	風化花崗岩 (まさ土)	RC	3～6	58	独立・布
			RCW	2～4	13	独立・布
			CB	2	2	布
			S	1～2	7	独立
	米子市	砂層	RC	1～4	17	独立
			RCW	4	3	布・べた
			CB	1～2	7	布
			PC	2	31	布
			S	1	1	独立
支持杭	松江市	洪積粘土層	RC	1～4	18	独立
			CB	1	1	布
			S	1	1	独立
	広島市 福山市 島根県 (広瀬町)	洪積礫層 風化花崗岩 (NFなし)	SRC	7～11	16	RC杭, 場所打ち杭
			RC	1～7	38	H鋼杭, 木杭
	広島市 呉市 竹原市 島根県 (福部村)	同 上 (NFあり)	SRC	7～11	13	RC杭, 場所打ち杭
			RC	1～7	34	H鋼杭, PC杭
			S	1	1	

注) そのほか、風化頁岩造成地の地すべりによるS造被害例1件、木杭の杭頭腐朽によるRC造の不同沈下例5件あり

表—2 建物構造形式の略号

SRC：鉄骨鉄筋コンクリート造	PC：プレキャストコンクリート造
RC：鉄筋コンクリート造	S：鉄骨造
RCW：壁式鉄筋コンクリート構造	W：木造
CB：コンクリートブロック造	NF：ネガティブフリクション

原因となるのは主として相対沈下量 (S_{Dmax}) および変形角 (θ_i) である。本報ではこの両者に着目して建物の許容沈下量 (許容相対沈下量) を求める方法について述べる。

3. 不同沈下と障害の程度に関する測定結果

3.1 調査建物・測定方法

筆者らが近く出版を予定している文献³⁾に収録した調査建物の一覧表を表—1に示す。また表—1以下に用いる建物構造様式の略号を表—2に示す。中国地方の各地において様々な支持地盤・構造種別・基礎工法についての調査を行っている。

調査は建物の不同沈下量の測定および外壁面の亀裂の観察を中心に行っている。

不同沈下の測定は光学レベルによりパラペットの上面など建設当初水平に仕上げられた線上において行い、一部の建物では構造体に設置した金属ピンの測点を連通管式の水準器により測定した。光学レベルの場合には水平仕上げ面の施工誤差のほか測点仕上げまでに生じた不同沈下量が含まれていないことが問題となる。この点について、施工誤差は測定結果の統計的处理の際に相殺されること、測点仕上げまでの沈下が許容沈下量の値に与える影響は安全側でありまたごくわずかであることが分かっている⁴⁾。

3.2 相対沈下曲線の傾向

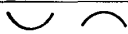
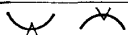
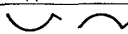
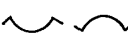
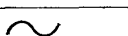
測定された相対沈下曲線の形は表—3のように大別できる。表—1の調査建物について測定結果を分類して表—4に示す。表—4からは次のような傾向を読み取ることができよう。

(直接基礎)

圧密層上の建物は中くぼれ型が多数を占め、上部構造の剛性が低いCB造やRC造独立基礎の建物にはS字型やジグザグ型の沈下も見られる。

即時沈下が主体の地盤 (風化花崗岩、砂層、洪積

表—3 相対沈下曲線のパターン

記号	状況
	下上に凸な弧状
	弧状の一部がジグザグ型となる
	弧状の端部が折れる
	緩いS字型
	全面にわたりジグザグ型

表—4 測定された相対沈下曲線のパターン

支持地盤	構造	基礎	型	型	型	型
圧密層 (広島市)	RC	独立・布・ベタ	43	—	—	1
	RCW	布	56	—	—	4
	CB	布	18	4	—	5
	件数	小計: 138	117 (85%)	4 (3%)	10 (7%)	7 (5%)
圧密層 (その他の地域)	RC・RCW	独立・布・ベタ	33	—	1	—
	CB	布	11	—	—	1
	S	独立・布	4	—	—	—
	件数	小計: 56	48 (85%)	2 (4%)	2 (4%)	4 (7%)
風化花崗岩 (まき土)	RC・RCW	独立・布	57	—	44	—
	CB	布	1	—	—	27
	S	独立	6	—	—	15
	件数	小計: 167	64 (39%)	54 (32%)	34 (20%)	15 (9%)
砂層	RC・RCW	独立・布・ベタ	14	5	17	3
	CB	布	4	1	—	1
	PC	布	6	1	9	2
	S	独立	—	—	1	8
基礎	件数	小計: 97	31 (32%)	33 (34%)	19 (19%)	14 (15%)
	RC	独立	19	5	19	8
	CB	布	2	—	—	15
	S	独立	—	—	1	—
洪積粘土層	件数	小計: 70	26 (37%)	29 (41%)	15 (22%)	0
	SRC・RC	NFなし	85	16	17	3
	件数	小計: 135	101 (75%)	20 (15%)	0	14 (10%)
	SRC・RC	NFあり	39	11	17	7
支持杭	S		2	—	1	—
	件数	小計: 101	52 (51%)	25 (25%)	7 (7%)	17 (17%)

注) ①圧密層(広島市)は建物棟数、他は測定面数
②木造建物は傾斜角だけを測定したのでこの表には掲載していない

粘土層) では様々な形の相対沈下曲線が見られる。地盤の平面的な強度の変動が大きい場合や、造成前地形が複雑な場合などには不同沈下が不規則な形になりやすい。

(支持杭基礎)

支持杭を用いた建物もネガティブフリクション (以下 NF とする) の影響が少ないときには中くぼれ型が多数を占める。しかし各柱下の杭の配置の具合によっては上に凸型の沈下を生じることもある。また杭の変形性状にばらつきのあるときにはジグザグ型の沈下も生じる。

NF を受けると中くぼれ型の割合が減少し、上に凸型またはジグザグ型、S字型の割合が増加する。NF は一般に建物外周の杭に大きく作用することが

原因と思われる。

3.3 相対沈下量・変形角・障害程度

最大変形角($\theta_{\max}$)、平均変形角(θ_{ave})の測定値を(最大)相対沈下量($S_{D\max}$)に対してプロットするとばらつきはあるものの(標準偏差30%位)平均値としてほぼ表—5の値が得られる。相対沈下曲線に

表—5 変形角 $\theta_{\max}$, θ_{ave} と最大相対沈下量, 総沈下量の関係

(単位: cm, ラジアン)

支持地盤		構造	基礎	両者の関係
直接基礎	圧密層	RC	独立	$S_{Dmax} = 750 \theta_{max}$ $= 1\,500 \theta_{ave}$ $S_{max} = 2\,500 \theta_{max}$ $= 5\,000 \theta_{ave}$
		RC	布	$S_{Dmax} = 1\,000 \theta_{max}$ $= 2\,000 \theta_{ave}$
		RCW	べた	$S_{max} = 5\,000 \theta_{max}$ $= 10\,000 \theta_{ave}$
		CB	布	$S_{Dmax} = 750 \theta_{max}$ $= 1\,500 \theta_{ave}$ $S_{max} = 2\,000 \theta_{max}$ $= 4\,000 \theta_{ave}$
	風化花崗岩 (まさ土)	RC	独立	$S_{Dmax} = 750 \theta_{max}$ $= 1\,500 \theta_{ave}$
		RCW	布	
	砂層	RC	独立・布	$S_{Dmax} = 500 \theta_{max}$ $= 1\,000 \theta_{ave}$
		RCW	べた	
CB		布	$S_{Dmax} = 500 \theta_{max}$ $= 1\,000 \theta_{ave}$	
洪積粘土層	RC	独立	$S_{Dmax} = 500 \theta_{max}$ $= 1\,000 \theta_{ave}$	
支持杭	洪積礫層	SRC	NF なし	$S_{Dmax} = 750 \theta_{max}$ $= 1\,500 \theta_{ave}$
	風化花崗岩	RC	NF あり	$S_{Dmax} = 500 \theta_{max}$ $= 1\,000 \theta_{ave}$
すべての地盤・基礎		S	独立 布	$S_{Dmax} = 1\,000 \theta_{max}$ $= 2\,000 \theta_{ave}$

総沈下量 $S_{\max}$ は建物の剛性を無視した計算値

表—6 不同沈下による建物の障害程度

区分	障害の程度
A	沈下の障害なし ・不同沈下による亀裂なし ・仕上材に損傷なし
B	不同沈下の障害なし ・幾分かの亀裂はあっても洩水なし ・仕上材に損傷があっても機能上・美観上支障なし
C	不同沈下の障害あり ・幅1mm以上の亀裂多く洩水の補修を要す ・仕上材に有害な損傷あり
D	不同沈下の障害著しい

注) 説明のうち上段は RC 造・CB 造, 下段は S 造の判別法である

表—7 不同沈下障害の程度と $S_{D\max}$ の限界

(単位: cm)

支 持 地 盤		構 造 種 別	基 礎 形 式	障 害 程 度	
				A	B
直 接 基 礎	圧密層	RC	独立	—	3(15)
		RC	布・べた	—	4(20)
		RCW	布	—	4(20)
		CB	布	—	2(4)
基 礎	風化花崗岩 (まさ土)	RC	独立	1.0	2.0
		RCW	布	1.5	>2.0
	砂 層	RC・RCW	独立・布・べた	0.8	1.5
		CB	布	—	0.8
	洪積粘土層	RC	独立	0.7	1.6
支 持 杭	洪積礫層	SRC・RC	NF なし	1.5	3.0
	NF あり		1.0	2.0	
	急激な NF		—	1.5	
すべての地盤 直接基礎, 杭基礎		S	非たわみ性仕上 げ	1.5	3.0

注) ・() は建物の剛性を無視した $S_{D\max}$ の計算値

・障害程度 C, D に対応する $S_{D\max}(S_{\max})$ の値は設計上許容される限度をこえているためここには掲載していない。

表—8 限界変形角 θ , $\bar{\theta}$

変形角	決定法
下限変形角 θ	亀裂の発生する区間数が発生しない区間数をこえる変形角のことで、亀裂発生率が50%をこえる θ_i , または亀裂発生区間累加数が30% ($\bar{X}-0.5\sigma$ に相当) をこえる θ_i をもってこれにあてて。
上限変形角 $\bar{\theta}$	ほとんど亀裂の出る変形角のことで、亀裂発生率または発生区間累加数が70% ($\bar{X}+0.5\sigma$ に相当) をこえる θ_i をもってこれにあてて。

$\bar{X}$: 平均値, σ : 標準偏差

ジグザグ傾向の著しいものほど同じ $S_{D\max}$ に対して $\theta_{\max}$, θ_{ave} が大きくなる。直接基礎では独立基礎が、支持地盤では即時沈下を生じる地盤が、支持杭基礎では NF の大きいものほどジグザグ傾向が見られる。

圧密層上の測定面については建物の剛性を無視した圧密沈下の計算値(総沈下量 $S_{\max}$)と変形角 θ_{ave} との間には $S_{D\max}$ の場合よりはばらつきが大きいが類似の関係が見られる。

筆者らは主として測定壁面の観察から不同沈下による建物の障害程度を4段階に判別する方法を表—6のように提案した。障害程度と $S_{D\max}(S_{\max})$ の限度の関係もかなりばらつきはあるものの表—7のようになる。相対沈下曲線にジグザグ傾向の著しいものほど、同じ障害程度に対する $S_{D\max}(S_{\max})$ の限界値が小さくなり、上記変形角の場合と同様の傾

表-9 構造別の限界変形角

(単位: 10^{-3} ラジアン)

基礎形式	支持地盤	構造種別	基礎形式, 杭種別	θ	$\bar{\theta}$
直接基礎	圧密層	RC	独立, 布, べた	0.7	1.5
		RCW	布	0.8	1.8
		CB	布	0.3	1.0
	風化花崗岩 (まさ土)	RC RCW	独立 布	0.6 0.7	1.4 1.7
支持杭	砂層	RC・RCW	独立, 布, べた	0.5	1.0
		CB	布	0.3	1.0
		RC	独立	0.5	1.0
	洪積粘土層	RC	独立	0.5	1.0
直接基礎 支持杭	洪積礫層 風化花崗岩	SRC・RC	NF なし	1.0	2.0
			NF あり (地盤沈下 5 cm/年以下)	0.7	1.5
			急激な NF (地盤沈下 5 ~ 10 cm/年)	0.6	1.2
直接基礎	すべての地盤	S	独立, 布 (非たわみ性仕上げ)	2.0	3.5
直接基礎	圧密層	W	布	1.0	2.0~3.0

向を示す。

3.4 亀裂の発生する限界変形角

測定面のコンクリートまたはブロックの壁に有害な亀裂 (おおむね幅 0.2 mm 以上で肉眼で観察可能なもの) が発生する限界角を許容部材角と考える。

地盤・基礎, 上部構造が同じ条件である建物の測定結果から測点間に不同沈下亀裂の見られる区間 (亀裂発生区間) について変形角の対数 $\log \theta_i$ に対するヒストグラムを作成するとほぼ正規分布となる。また測点区間に対する亀裂発生区間の割合 (% , 亀裂発生率と呼ぶ) は θ_i が大きいほど増大する。この両者の関係から限界変形角 $\theta, \bar{\theta}$ を表-8 の方法で求めると表-9 の構造別限界変形角が得られる。

限界変形角は強制せん断変形を受ける壁体の抵抗の度合いを示すものであり, 壁体および仕上げが丈夫であるか, または逆にたわみ性があるほど大きくなる。RC・CB 壁では不同沈下進行速度が小さいほどクリープによる応力緩和の効果が働いて限界変形角は大きくなる。

4. 許容相対沈下量・許容沈下量

測定壁面に有害な亀裂の発生する限界の相対沈下量・総沈下量の最大値が許容相対沈下量・許容沈下量であり, 筆者らは表-10 をもとに決定している。

測定結果をもとに決定された構造別の許容相対沈

表-10 許容相対沈下量および許容沈下量

種別	決 定 法
標準値	1. θ_{max} が $\bar{\theta}$ になる S_{Dmax} または S_{max} 2. θ_{ave} が $\bar{\theta}$ になる S_{Dmax} または S_{max} 3. 不同沈下障害程度が A から B に移る境界の S_{Dmax} または S_{max}
最大値	1. θ_{ave} が $\bar{\theta}$ になる S_{Dmax} または S_{max} 2. 不同沈下障害程度が B から C に移る境界の S_{Dmax} または S_{max}

 S_{max} : 建物の剛性を無視して計算した総沈下量の最大値

標準値: 不同沈下による亀裂がほとんど発生しない限度値

最大値: 幾分か不同沈下亀裂が発生するが障害には至らない限度値

表-11 構造別の許容相対沈下量

(単位: cm)

支持地盤	構造種別	CB	RC・RCW			
直 接 基 礎	圧密層	基礎形式	布	独立	布	べた
		標準値	1.0	1.5	2.0	2.0~3.0
		最大値	2.0	3.0	4.0	4.0~6.0
	風化花崗岩 (まさ土)	標準値	—	1.0	1.2	—
支 持 杭	砂層	標準値	0.5	0.8	—	—
		最大値	1.0	1.5	—	—
	洪積粘土層	標準値	—	0.7	—	—
		最大値	—	1.5	—	—
支 持 杭	洪積礫層	構造種別	NF	NF なし	NF あり	急激な NF
		SRC・RC	標準値	1.5	1.0	0.7
	風化花崗岩	標準値	1.5	1.0	0.7	—
		最大値	3.0	2.0	1.5	—
すべての地盤 直接基礎・杭基礎	構造種別	仕上材	標準値		最大値	—
		S	非たわみ性仕上げ		1.5	3.0
		W	非たわみ性仕上げ		0.5	1.0

下量・許容沈下量をそれぞれ表-11, 表-12 に示す。

許容即時沈下量は許容相対沈下量をもとに地盤強度の変動についての現地調査結果と上部構造の剛性による不同沈下の低減効果のシミュレーション結果から推算した値である。

以上の結果をとりまとめ文献1)には許容相対沈下量・許容沈下量の値として表-13, 表-14 が示されている。

5. 建物の傾斜角の限度

建物の傾斜角 φ が増すと, それに伴い相対沈下量や変形角も増加することが多く, また機能上・美観上の障害も生じる。大きな傾斜を生じた測定建物の実例から障害の程度と傾斜角の限度の関係を示すと

表-12 構造別の許容沈下量

(単位: cm)

支持地盤		構造種別	CB	RC・RCW		
直接基礎	圧密層	基礎形式	布	独立	布	べた
		標準値	2	5	10	10~(15)
		最大値	4	10	20	20~(30)
	風化花崗岩 (まさ土)	標準値	—	1.5	2.5	—
		最大値	—	2.5	4.0	—
	砂層	標準値	1.0	2.0	—	—
		最大値	2.0	3.5	—	—
	洪積粘土層	標準値	—	1.5~2.5	—	—
		最大値	—	2.0~4.0	—	—
支持杭	洪積礫層	構造種別	NF	NF なし	NF あり	急激な NF
	風化花崗岩	SRC・RC	標準値 最大値	2.5 5.0	1.5 3.0	1.5 2.5
直接基礎	圧密層	構造種別	基礎形式		標準値	最大値
		W	布 べた		2.5 2.5~ (5.0)	5.0 5.0~ (10.0)
	即時沈下	W	布		1.5	2.5

注) 圧密層については圧密終了時の沈下量(建物の剛性無視の計算値), その他については即時沈下量
()は2重スラブなど十分剛性の大きい場合
W造の全体の傾斜角は標準で1/1 000, 最大で2/1 000~
(3/1 000) 以下

表-13 文献1)における許容相対沈下量

(単位: cm)

支持地盤		構造種別	CB	RC・RCW		
直接基礎	圧密沈下	基礎形式	布	独立	布	べた
		標準値	1.0	1.5	2.0	2.0~(3.0)
		最大値	2.0	3.0	4.0	4.0~(6.0)

注) () は基礎の剛性の大きいとき
S造で非たわみ性の仕上材を用いるときは RC・RCW にならう

表-14 文献1)における許容総沈下量

(単位: cm)

支持地盤		構造種別	CB	RC・RCW		
直接基礎	圧密沈下	基礎形式	布	独立	布	べた
		標準値	2	5	10	10~(15)
		最大値	4	10	20	20~(30)
	即時沈下	標準値	1.5	2.0	2.5	3.0~(4.0)
		最大値	2.0	3.0	4.0	6.0~(8.0)

注) () は基礎の剛性の大きいとき
支持杭は即時沈下の値による
S造で非たわみ性の仕上材を用いるときは RC・RCW にならう

表-15のようになる。表-15には文献2)に示された木造建物の限度値ならびに筆者らによる阪神地区の

表-15 建物の傾斜角と障害の程度

段階	RC造・CB造・S造	木造(文献2)による)	傾斜角の限度
初期	壁に幾分かの亀裂が発生するが使用上の障害とはならない	モルタル外壁・コンクリート犬走りに亀裂発生	1/1 000
第1期	壁の亀裂, 仕上材の障害起こる。天井クレーンの走行障害起こる*	束立床に不陸を生じ, 布基礎土間コンクリートに亀裂発生	3/1 000
第2期	非たわみ性仕上材の変形の限界。外見上傾斜が気になる	構造材・窓出入口枠材の接合部に隙間を生じ, 壁に亀裂が発生	5/1 000
第3期	たわみ性仕上材の変形限界。床が傾斜して支障をきたす	柱が傾き, 建具の開閉不良。床が傾斜して支障をきたす	10/1 000
最終	倒壊の危険あり。床の傾斜の生理的限界	柱の傾斜著しく倒壊の危険あり。床の傾斜は生理的限界	15/1 000

注) *文献5)による

測定結果をも併記した。

6. その他の特殊な不同沈下の例

6.1 短柱の破壊

柱の内のり高さが柱の幅の2倍未満のRC柱は短柱と呼ばれ, 地震時にせん断によるぜい性破壊を生じやすい。測定結果からRC短柱は不同沈下に対しても弱点となる例が見られた。

6.2 木杭の杭頭腐朽による不同沈下

地下水位の低下のため木杭の杭頭が腐朽して不同沈下を生じたRC造建物の例も見られた。

7. あとがき

建物の沈下測定には非常に長い時間が必要である。一方建築技術の進歩は著しく, 測定結果のでた頃には対象とした基礎工法が変わってしまう例もある。本報に示した既製杭の多くは打込み杭であるが, 埋込み杭の普及した今日, この測定も必要である。

1980年に建築基準法施行令新耐震基準が制定されてからは上部構造の耐力が以前より向上したものとされるが, この影響についての検討も今後の課題として残っている。

更に測定とデータの蓄積を継続して行く予定であるが皆様の一層のご支援とご協力をお願いする次第である。

報告—2054

参 考 文 献

- 1) 日本建築学会：建築基礎構造設計指針，1988.
- 2) 日本建築学会：小規模建築物基礎設計の手引，1988.
- 3) 中国地方基礎地盤研究会：中国地方の建物の不同沈下と障害，1990.
- 4) 芳賀：不同沈下におよぼす建物の剛性等の影響について（第6報）レベル測定値の補正（圧密層上の場合），日本建築学会論文報告集，219号，1974.
- 5) 松浦・芳賀：阪神地区埋立地における杭基礎の調査報告書，1982. 12.

（原稿受理 1990. 3. 28）

日本工学会行事案内

日本工学会見学会

「都市鉱山を見る—東京都中央防波堤内処理施設」

主催：社団法人 日本工学会

協賛：土質工学会ほか加盟73学協会

見 学 先：東京都中央防波堤内処理施設

- 1) 分別ごみ処理センター
- 2) 粗大ごみ破碎処理施設
- 3) 中央防波堤埋立て処分場
- 4) ごみ分解ガス利用発電施設

期 日：平成2年10月24日（水）

定 員：50名

集 合：12時20分（昼食を済ませてご集合下さい。）

集合場所：東京駅丸の内南口前 丸ビル明治屋横

解 散：17時頃東京駅で解散予定

参 加 費：加盟学協会個人会員 2500 円（バス代）

会 員 外 3500 円（バス代）

参加費の払込みについて：申込み締切後，当方より参加費を請求いたします。なお，定員超過の場合は，勝手ながら当方で抽選させていただきます。

申 込 み：往復ハガキに氏名・年齢・勤務先・連絡先（住所・電話番号）・所属学協会名 および 会員番号をお書きのうえ，下記へお申込み下さい。往復ハガキの返信に連絡先・氏名をお忘れなくご記入下さい。

締 切：平成2年10月12日（金）当会必着

申込み先：〒107 東京都港区赤坂9—6—41 乃木坂ビル
社団法人 日本工学会 電話 03—475—4621