

階上解体におけるスラブ、梁の補強の計算方法

－重機降階時の鉄筋団子とコンクリートガラによるスロープの荷重計算－

三同建設(株) ○松本 卓也 日大生産工 湯浅 昇
名古屋市立大芸工 青木 孝義

1. はじめに

高層建物、都市部建物では、重機を建物屋上もしくは最上階に揚重して、各階毎に解体する階上解体工法で行うことが多い¹⁾。

この工法では、スラブ、梁上に碎いたコンクリート（ガラ）を敷き均して、その上で重機により解体作業をする。コンクリートガラに加え、重機および作業荷重は、建物新設設計時には想定していないため、その荷重を支保工により軀体を補強することになる。また、重機降階時に、ガラスロープにより重機を自走で降階させるが、そのガラスロープの荷重が更に大きく、その周辺の構造体に大きな荷重が作用する。

しかし、ガラスロープ下の補強は、通常の支保工設置層を、単に経験もしくは感覚で、1層追加する程度で行うことですませることが多いのが現状である。階上解体における補強計算²⁾、およびガラスロープ下のスラブ、梁の補強計算に関して若干の文献³⁾はあるものの、ガラスロープによる荷重を明確にしたものはなく、その計算結果が必ずしも安全であるとは言えない。

本報告は、この問題を解決するために、コンクリートガラおよび鉄筋塊（鉄筋団子）の質量の測定実験を行い、仮想モデルにおいて、ガラスロープの荷重を検討したものである。

2. 階上解体における重機降階の概要

階上解体工法は、大型重機を建物屋上もしくは最上階に揚重して、各階毎に解体する。1層の解体手順は、中抜き解体、外周軀体解体、重機自走による降階の順である。

発生しているコンクリートガラを、写真1に示すように、スラブ、梁上に敷き均し、重機はその

上で作業をする。重機降階時は、写真2に示すように、ガラスロープを造成し、自走で行う。

3. ガラスロープの仮想モデル

図1に、検討対象としたガラスロープの仮想モデルを示す。

重機の登坂能力が35°のため、スロープ勾配は25°とした。1層の高さを3.5mとし、スロープの長さは7.6mとした。降階する重機は、0.8 m³アタッチメント付油圧ショベルとし、重機の幅が3mのため、走行面の幅は4mとした。重機作業階をN階、降階する階をN-1階とし、N階とN-1階とも全体に、厚み0.5mのコンクリートガラを敷き均すものとした。



写真1 階上解体状況



写真2 重機降階状況

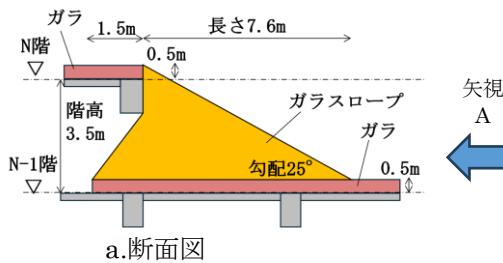
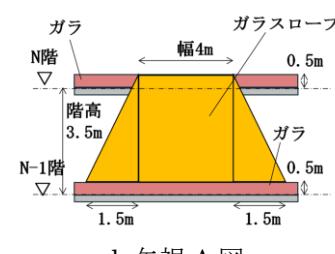


図1 ガラスロープの仮想モデル



検討対象とするガラスロープの構成は、コンクリートガラのみで構成するものを1種類、解体会社6社からのヒアリングを基にしたものに鉄筋団子を併用する2種類、合計3種類とした。

表1に、解体会社6社のヒアリング内容を示す。共通点は、鉄筋団子で傾斜の骨組みを作り、上からコンクリートガラを覆い被せて走行面を造成することであった。異なる点は、走行面のコンクリートガラの厚み、およびコンクリートガラの崩れを低減する土手用の鉄筋団子の有無であり、ヒアリングに基づく2種類とは、この有無である。

図2に、3種類のガラスロープのモデルを示す。①は、コンクリートガラのみで構成するものとし、進行方向両側および背面にそれぞれ1.5m広がるものとする。

②は、土手用鉄筋団子がないものとした。進行方向に向けて鉄筋団子を3段、2段、1段、それぞれ3列ずつ積み、合計18個を用いるものとした。走行面のコンクリートガラの厚みは、ヒアリング結果の最大値である0.8mを採用した。土手用鉄筋団子がないため、進行方向両側に幅1.5mずつコンクリートガラが流れるものとした。

表1 解体会社6社へのヒアリング

会社	ガラスロープの構成
A社	進行方向に向けて鉄筋団子を3段、2段、1段積み、各3列並べる
	コンクリートガラの厚みは、0.6~0.7m
B社	進行方向に向けて鉄筋団子を3段、2段積み、各3列並べる
	コンクリートガラの厚みは、0.5~0.8m
C社	進行方向に向けて鉄筋団子を3段、2段、1段積み、各3列並べる
	コンクリートガラの厚みは、0.5m
D社	進行方向に向けて鉄筋団子を3段、2段、1段積み、各3列並べる
	コンクリートガラの厚みは、0.2~0.3m
E社	進行方向に向けて鉄筋団子を3段、2段、1段積み、各3列並べる
	コンクリートガラの厚みは、0.3~0.4m
F社	進行方向に向けて鉄筋団子を3段、2段、1段積み、各2列並べる
	コンクリートガラの厚みは、0.2m
	進行方向両側に土手用鉄筋団子を3段、2列積む

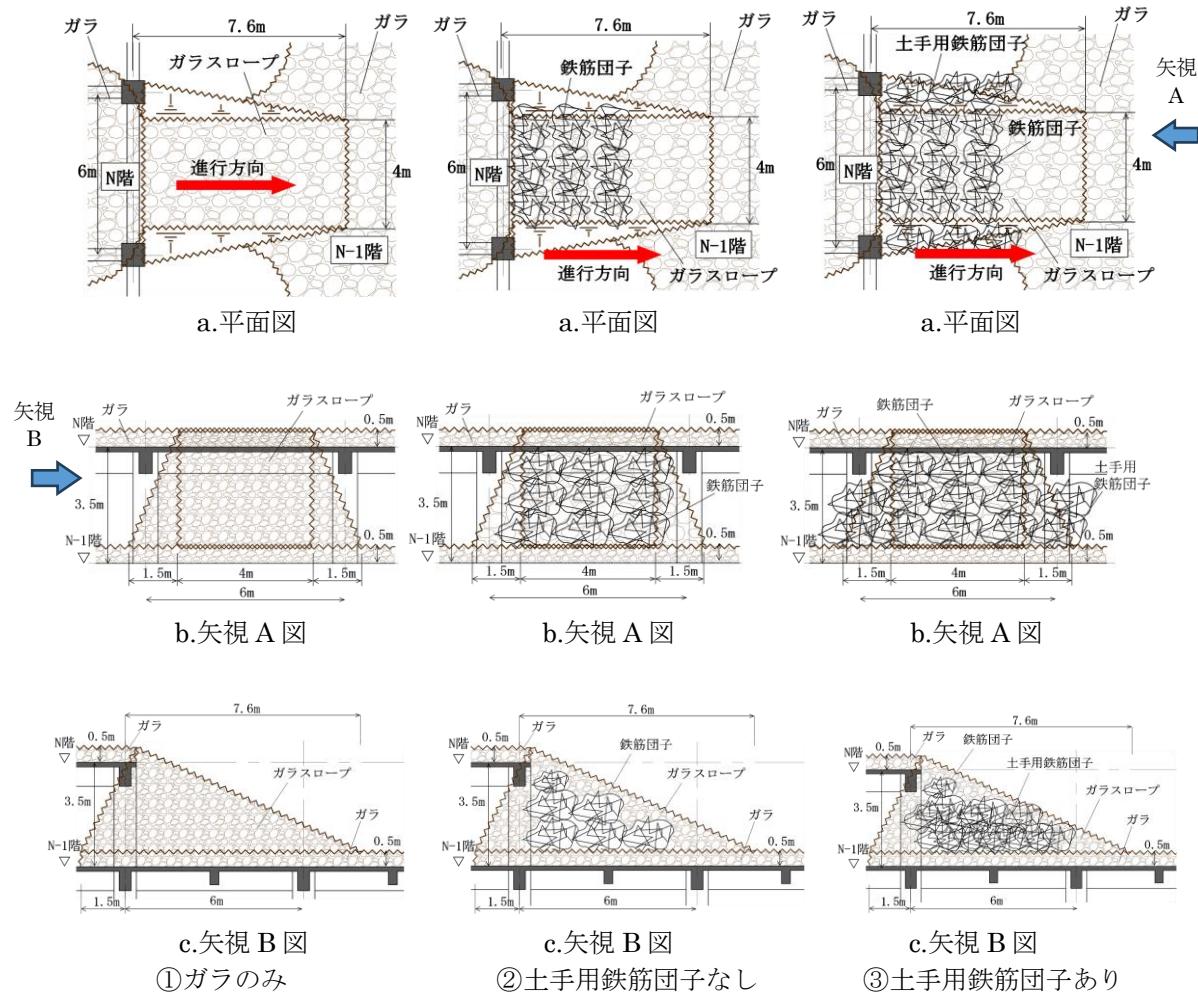


図2 ガラスロープの仮想モデル

③は、土手用鉄筋団子があるものとした。土手用鉄筋団子は、片側に3列を2段積み、両側に配置するため、合計12個を用いるものとした。傾斜の骨組みとして用いる鉄筋団子は、18個のため、合計30個を用いるものとした。走行面のコンクリートガラの厚みは、②と同様とした。

4. 質量の測定実験計画

コンクリートガラおよび鉄筋団子の質量の測定概略を図3に示す。コンクリートガラの質量を測定するために、質量が0.54tである1.8 m³ベッセルを用いた。ベッセル内を単位体積質量2.3t/m³のコンクリートで満載にした場合を想定すると、 $1.8 \text{ m}^3 \times 2.3 \text{ t/m}^3 = 4.14 \text{ t}$ となり、この値にベッセルの質量を加えると、 $4.14 \text{ t} + 0.54 \text{ t} = 4.68 \text{ t}$ であるため、質量計は5t有線式ダイナホール(E社製：S-05)を採用し、鉄筋団子の質量測定にも用いた。

写真3に、実験状況を示す。コンクリートガラおよび鉄筋団子とも4つの状態について測定した。

5. 実験結果

表2に、コンクリートガラの質量測定結果を示す。1回目の結果は、空荷としベッセルおよび吊治具の質量を測定し、0.49tであった。2~4回目の結果は、ベッセルにコンクリートガラを満載にし、2回目が3.17t、3回目および4回目が3.15tであった。2~4回目で測定した値から1回目で測定した値を引き、コンクリートガラの質量を求めるとき、それぞれ2.68t、2.66t、2.66tであった。それぞれの空隙率を求めるとき、2回目が100% - $(2.68 \text{ t} / 4.14 \text{ t}) \times 100 = 35\%$ 、3回目および4回目が100% - $(2.66 \text{ t} / 4.14 \text{ t}) \times 100 = 36\%$ であった。

表3に、鉄筋団子の質量測定結果を示す。1回目は、吊治具のみの質量を測定し、0.002tであった。2~4回目の結果は、鉄筋団子を吊り、2回目が0.478t、3回目が0.368t、4回目が0.362tであった。2~4回目で測定した値から1回目で測定した値を引き、鉄筋団子の質量を求めるとき、0.476t、0.366t、0.36tであった。

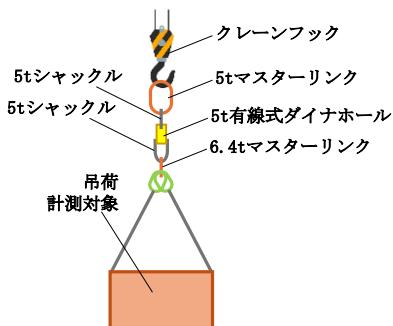


図3 質量測定概略

6. ガラスロープの荷重計算

測定結果を基に、ガラスロープの荷重を求めた。

コンクリートガラの単位体積質量は、空隙率を最も小さい35%から、荷重計算上安全側の値として、30%を採用し、コンクリートの単位体積質量に0.7を乗じた値とすると、 $2.3 \text{ t/m}^3 \times 0.7 = 1.61 \text{ t/m}^3$ となる。

鉄筋団子の質量は、最も大きい0.476tから、荷重計算上安全側の値として、0.55tとした。

また、②、③におけるコンクリートガラは、ガラスロープ造成時に、積み重ねた鉄筋団子の隙間からN-1階上にこぼれるコンクリートガラを、ここでは10%とし、コンクリートガラの体積に1.1を乗じた値とした。

荷重の計算は、質量に重力加速度として、 9.8 m/s^2 を乗じた値とした。

構成別のガラスロープ総荷重を表4に、計算根拠を図4に示す。①の場合は、図4における区分(1)~(4)のコンクリートガラの体積を求めるとき、(1)が $3.5 \text{ m} \times 7.6 \text{ m} \times 1/2 \times 4 \text{ m} = 53.2 \text{ m}^3$ 、(2)が $1.5 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} \times 1/2 \times 7.6 \text{ m} \times 1/3 \times 2 = 13.3 \text{ m}^3$ 、(3)が $1.5 \text{ m} \times 2.2 \text{ m} \times 1/2 \times 7 \text{ m} = 11.6 \text{ m}^3$ 、(4)が $0.5 \text{ m} \times 9.1 \text{ m} \times 7 \text{ m} = 31.85 \text{ m}^3$ 、合計 $53.2 \text{ m}^3 + 13.3 \text{ m}^3 + 11.6 \text{ m}^3 + 31.85 \text{ m}^3 = 109.95 \text{ m}^3$ であった。

荷重は、 $109.95 \text{ m}^3 \times 1.61 \text{ t/m}^3 \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 1,734.79 \text{kN}$ であった。

②の場合は、図4における区分(1)~(5)のコンクリートガラの体積を求めるとき、(1)が $0.8 \text{ m} \times 5.5 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 17.6 \text{ m}^3$ 、(2)が $1.5 \text{ m} \times 3.5 \text{ m} \times 1/2 \times 7.6 \text{ m} \times 1/3 \times 2 = 13.3 \text{ m}^3$ 、(3)が $1.5 \text{ m} \times 2.2 \text{ m} \times 1/2 \times 7 \text{ m} = 11.6 \text{ m}^3$ 、(4)が $0.5 \text{ m} \times 9.1 \text{ m} \times 7 \text{ m} = 31.85 \text{ m}^3$ 、(5)が $1.2 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 1/2 \times 4 \text{ m} = 6 \text{ m}^3$ 、合計 $(17.6 \text{ m}^3 + 13.3 \text{ m}^3 + 11.6 \text{ m}^3 + 31.85 \text{ m}^3 + 6 \text{ m}^3) \times 1.1 = 80.35 \text{ m}^3$ であった。

一方、鉄筋団子は、全部で18個用いるため、 $18 \text{ 個} \times 0.55 \text{ t} = 9.9 \text{ t}$ であった。よって、荷重は $(80.35 \text{ m}^3 \times 1.61 \text{ t/m}^3 + 9.9 \text{ t}) \times 9.8 \text{ m/s}^2 = 1,364.78 \text{kN}$ であった。

③の場合、図4における区分(1)~(4)のコンクリートガラの体積を求めるとき、(1)が $0.8 \text{ m} \times 5.5 \text{ m} \times$



a.コンクリートガラ質量測定



b.鉄筋団子質量測定

写真3 質量測定状況

$4m=17.6 m^3$, (2)が $1.5m \times 2.2m \times 1/2 \times 7m=11.6 m^3$, (3)が $0.5m \times 9.1m \times 7m=31.85 m^3$, (5)が $1.2m \times 2.5m \times 1/2 \times 4m=6 m^3$, 合計 $(17.6 m^3+11.6 m^3+31.85 m^3+6 m^3) \times 1.1=73.76 m^3$ であった。

一方, 鉄筋団子は, 全部で30個用いるため, $30 \text{ 個} \times 0.55\text{t}=16.5\text{t}$ であった。よって, 荷重は $(73.76 m^3 \times 1.61 t/m^3+16.5\text{t}) \times 9.8 m/s^2=1,325.49\text{kN}$ であった。

コンクリートガラのみで構成されたガラスロープの荷重が最も大きく, 鉄筋団子が多いほど荷重が小さくなる結果が得られた。

7. まとめ

本報告に示した成果は以下のとおりである。

- (1) ガラスロープの一般的な形状および構成を示した。
- (2) コンクリートガラの質量測定結果から, 単位体積質量が $1.61 t/m^3$ 程度であることを示した。
- (3) 鉄筋団子の質量測定結果から, 1個あたりの質量が 0.55t 程度であることを示した。
- (4) 3つのガラスロープの構成について, ガラスロープの荷重を, 構成別に総荷重を示した。

表3 鉄筋団子質量測定結果

回数 (回)	長さ×幅×高さ (m)	計測値 (t)	質量 (t)
1	0	0.002	0
2	$2.5 \times 0.8 \times 0.7$	0.478	0.476
3	$1.9 \times 0.7 \times 0.6$	0.368	0.366
4	$1.9 \times 0.8 \times 0.6$	0.362	0.36

今回の報告では, ガラスロープの総荷重を示したにすぎない。階上解体における補強計算をするためには, 更に荷重分布を検討し, 補強のあり方, そして標準的な計算方法を検討しなければならない。

参考文献

- 1) 湯浅昇、解体工事の安全、建築防災、Vol.547,(2023)pp.2-11.
- 2) 松本卓也、湯浅昇、青木孝義、町澤悠太、階上解体におけるスラブ、梁の補強の計算方法、日本大学生産工学部第57回学術講演会講演概要(2024-12-14)pp.92-95
- 3) 松本卓也、湯浅昇、青木孝義、階上解体における重機降階時の補強計算、日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)(2025.9)pp.1589-1590

表2 コンクリートガラ質量測定結果

回数 (回)	積込量 (m ³)	計測値 (t)	質量 (t)	空隙 (%)
1	0	0.49	0	△
2	1.8	3.17	2.68	35
3	1.8	3.15	2.66	36
4	1.8	3.15	2.66	36

表4 構成別ガラスロープ総荷重

ガラスロープ構成	荷重(kN)
①ガラのみ	1,734.79
②土手用鉄筋団子なし	1,364.78
③土手用鉄筋団子あり	1,325.49

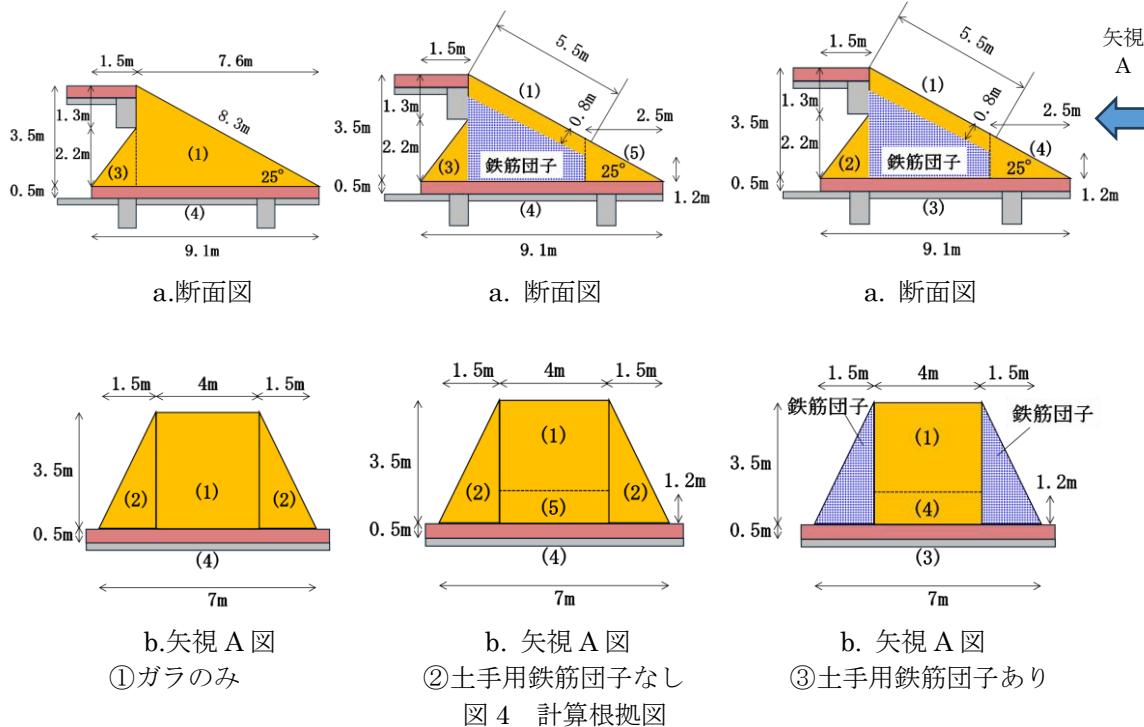


図4 計算根拠図