

建築工事現場における落下物による 危害防止に関する研究

建築課 齋 藤 次 郎
内 山 和 夫
木 下 鈞 一

1. ま え が き

建築工事現場に発生する落下物は労働者ばかりでなく一般行人に対しても危害を与え、いわゆる、労働災害ならびに公害となり、新聞紙上にその危害の状況がしばしば報道されている。昭和37年の中頃は特に危害の頻度が高く、社会問題となった。

そこで、この技術的対策を急ぎ樹てるため、科学技術庁の特別調整費により、建設省建築研究所および労働安全研究所が共同して研究することになった。

本研究は、短期間に結論を得るため、現在行なわれている落下物防止のための施設の現状調査と、基礎的な問題点は今後に譲るとして、この施設が落下物に耐えるかどうかという問題を主としてとり上げることにし、落下物の投下実験とその結果をまとめたものである。

2. 現場調査結果

現場調査は東京都内33カ所、大阪24カ所行なった。これらから現場における防護施設の実態として、つぎのことがいえる。

(イ) 防護金網（外部養生、水平養生）

網目の大きさは13mm、16mmで、金網の針金の番手は20# 22#が多く、23#が使用されているところもある。

表-1 a

番手	10	18	20	21	22	23	24
東京	—(1)	—(3)	12(9)	4(1)	9(6)	2—	0(1)
大阪	—	—	13—	1—	1—	2—	0—

注 () 内は水平養生網

金網の幅は大部分が90cmである。

表-1 b

幅 (cm)	180	90
東京	7	21
大阪	5	13

金網のとめ方用番線は大部分が20# 鉄線を使用している。

表-1 c

番手	18	20	21	22	24
東京	0	5	11	4	1
大阪	2	22	0	0	0

重ね代は平均的な値しか出せないが、東京では約15cm。大阪ではなしという例が多い。

表-1 d

重ね代 (cm)	なし	10	15	20	50
東京	1	4	10	2	5
大阪	9	4	2	0	0

重ね部分の止め方のピッチは縦方向と横方向があり、千鳥に止めているところもあるそのピッチの大部分は約60~90cmである。

表-1 e

ピッチ (cm)	15	30	45	60	90	120	150
東京	2	1	5	9	9	1	2
大阪	1	1	1	3	8	3	0

(ロ) 帆布

材料は、綿またはビニロンの防火、防水の帆布を使用している。大阪は調査不備で不明のため空欄とした。

表-2 a

材料	綿	ビニロン
東京	10	16
大阪	—	—

とめ方のピッチは約45~90cmが大部分で、とめ方用材料としては、東京では10#なまし鉄線が多く、大阪ではロープが多い。

表-2 b

ピッチ (cm)	30	45 ~ 60	90 ~ 100
東京	0	5	10
大阪	1	7	3

とめ方材料	ロープ	10#なまし鉄線
東京	1	20
大阪	12	6

突き出し長さは、約1.8m以下が多い。

表-3 b

突き出し長さ (m)	1.5	1.8	2.0	2.5	3.0	4.0
東京	0	16	3	5	0	0
大阪	4	9	0	1	1	1

材料は東京では足場板、大阪ではパネルが多い。

表-3 c

材料	足場板	パネル	1.5 cm 厚の板
東京	17	9	0
大阪	5	14	2

㊦ あさがお

取付角度をあさがおと垂直面のなす角とすると、東京では約60°以下、大阪では60°以上が多い。

表-3 a

角度θ°	90	75~70	60	45~40
東京	0	0	13	15
大阪	8	4	7	0

表-4

落下物の種類	東京	愛知	大阪	計	総数に対する割合
1. 角材 (バタ角, 仕上および構造用材)	183	71	162	416	22.9 (%)
2. 板類 (足場板, コンクリート型枠)	104	41	42	187	10.2
3. 丸太 (主として足場用)	61	33	72	166	9.1
4. コンクリート祈り屑, 塊	92	19	40	151	8.3
5. 型钢 (仮設用も含む)	51	23	43	117	6.4
6. 工具類 (スコップ, ツルハン, ドライバー, パール, ノミ, カンナ, カケヤ, ペンチ, スパナー, ハンマー等)	41	22	28	91	5.0
7. 石, 割栗	42	8	20	70	3.9
8. 鋼管類 (足場用, 設備用, サポート, 電気配管用)	44	11	13	68	3.9
9. ボルト, ナット, リベットクギの類	27	8	13	48	2.6
10. コンクリートブロック (成型品)	20	5	18	43	2.3
11. 揚重機器具類 (チェンブロック, ハッカー, キンネン, ジャックル)	19	1	20	40	2.2
12. 空カン, ブリキカン, タルモルタルバケツ, トロ桶, 石油カン, 手桶, ナベ, ペンキカン, ボルト入カン	9	9	22	40	2.2
13. 鉄板 (ガゼットプレート, トタン板等)	12	7	12	41	2.1

落下物の種類	東 京	名 古 屋	大 阪	計	総数に対する割合
14. 土、土砂	21	3	12	36	2.0
15. コンクリートバケツ、ホッパー、シュート	29	5	2	36	2.0
16. 鉄筋	15	5	6	26	1.4
17. カワラ、スレート	5	4	15	24	1.3
18. ポンプ、モーター、パイプレーター、モンケン、プーリー、ジャッキ等、機械器具類	20	3	0	23	1.2
19. タイル類、レンガ	8	1	11	20	1.1
20. ベルトコンベヤー、猫車	9	2	8	19	1.0
21. 木片	7	1	10	18	1.0
22. ガラス類	5	1	0	6	0.5
23. サッシュ (木製、鋼製)	3	1	2	6	0.5
24. ワイヤー (ワイヤーロープ、ナマシ鉄線)	4	1	2	7	0.5
25. その他 (コンデンサー、人間、ロープ、ルーフィング、ラスアスファルト、カベ、金具、下げふり、電気器具、キャップ、キャンパス、メーター、スイッチカバー、ハンドル、ビニール管、鉛板、止金等)	43	28	44	113	6.2
計	873	312	627	1812	

表-5

件数

重 さ の 分 類									
1kg未満	1kg~4kg(未)	4kg~7kg(未)	7~10	10~13	13~16	16~19	19~22	22~30	30kg以上
95	85	48	37	20	19	8	17	8	59

注 死傷病報告書より抽出された落下物による災害事例の中で、落下物体の重量が記載されたものについて分類した。

4. 落下物による危害防止方法に関する実験

(1) 実験材料と実験方法

a) 実験用落下物

建築工事現場で使用される建築材料、工具等、高い所で取り扱ったり、使用するものはすべて落下する危険があると考えなければならない。しかしすべて落下するものについて、落下実験を行なうことは無意味であるので、これまでの公害の記録や労働災害の調査から最も落下物の頻度の多い鋼管、コンクリート塊、角材、工具等を落下物として選定した。

そこで落下物の基本的な実験として、鋼製直方体、鋼製立方体を選び、その重さは前述の調査の結果より 7.5

kgとした。その外は以下に示すものを選んだ。

実験用落下物一覧

- (a) 鋼塊 重量 7.5kg 図-4 に示す
 - i 底面 10cm×10cm 高さ 10cm
 - ii 底面 7.5cm×7.5cm 高さ 17.8cm
- (b) コンクリート塊 重量 2.4kg
 - i 底面 10cm×10cm 高さ 10cm
 - ii 底面 7.5cm×7.5cm 高さ 17.8cm
- (c) 木材 重さ 7.8kg
 - 底面 10cm×10cm 長さ 1.6m(比重0.49)
- (d) 鋼球
 - i 径 12cm 重量 7.1kg
 - ii 径 10cm 重量 4.1kg

iii 径 7.5cm 重量 1.7kg

(e) 鋼管

径 48.6mm 肉厚 2.4mm (足場用鋼管)

•長さ 1.8m 重量 4.9kg

i 底面が中空のもの

ii 底面が充実したもの

iii 底面が12cm×12cm×6mmのプレートを溶接したもの

••長さ 3.5m 重量 9.45kg

(f) 鉄筋

25φ 長さ 1.3m 重量 4.9kg

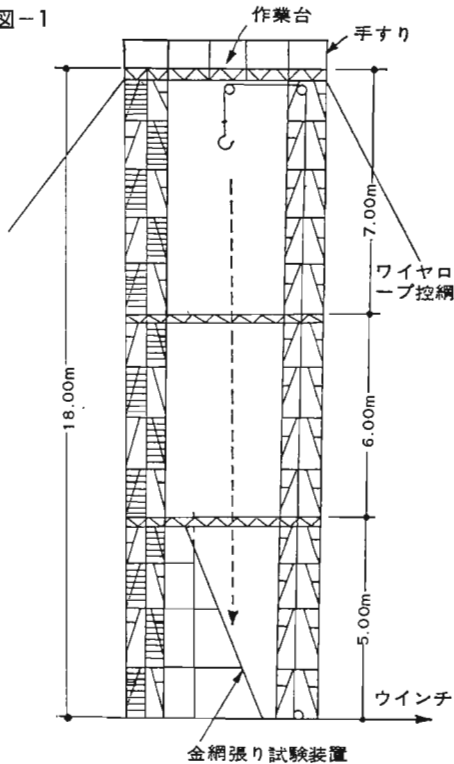
19φ 長さ 1.95m 重量 4.9kg

(g) 工具

スパナー 650g

しの 約400g

図-1



b) 実験方法および実験塔

実験用落下物を種々落下高さを変えて落すため、図-1、図-3に示すような試験塔を建てた。実験塔は足場用枠組を図-1のように、外辺6m×6m、高さ18mに組み立て、外周で養生し、内部で実験を行なうようにした。

実際の落下物による金網、シートに加わる落下衝撃は鉛直に張られた上に加わるのであるが、試験を容易にするため、図-2に示すように、金網およびシートをある角度に張って、落下物を鉛直に投下して衝撃を加えることにした。

図-2

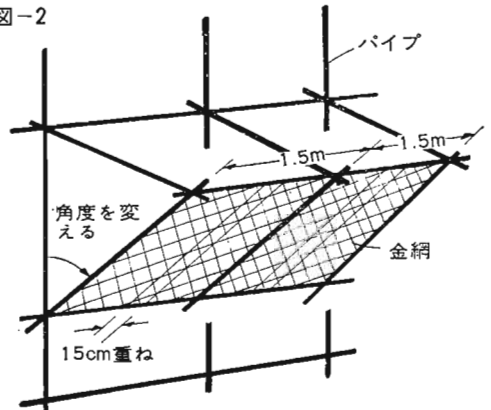


図-3

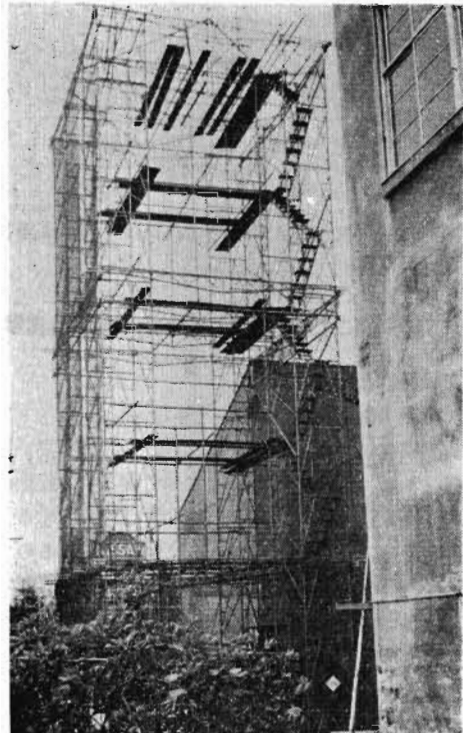
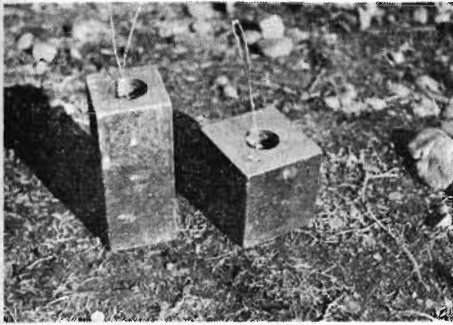


図-4

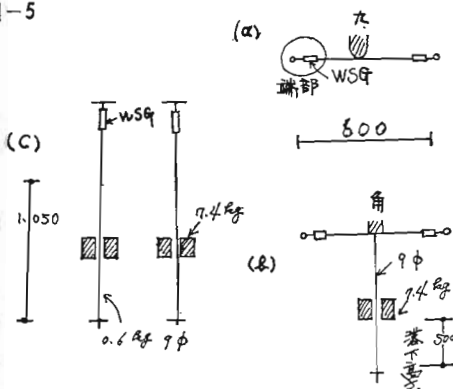


実験用金網は巾90cmの市販品で、図示のように縦2.0m 横1.5mに足場用鋼管を組み、枠内に金網2枚を用

表-6

	径 (mm)	断面積 (mm ²)	(a)	(b)	(c)単純引張り (kg)
			P (kg) 丸	P (kg) 角	P←○→P
18#	1.13	1.00	49.0	46.2	52.0 52.7
20#	0.82	0.52	23.2	24.1	27.4 29.1
21#	0.72	0.40	17.2	17.1	20.9 20.5 20.1
22#	0.66	0.34	12.2	11.7	15.9 15.2 15.1
23#	0.55	0.23	10.2	9.8	11.5
24#	0.51	0.20	7.8	7.5	8.7 8.4

図-5



い、中央部で15cm重ね合わせ、30cm間隔に千鳥に21#結束線で綴り合わせて、落下物は重ね合わせ部以外の部分に落下させる事にした。

(2) 金網の針金の衝撃強度

金網を構成している針金の衝撃力に対する強度を知っておく必要がある。また、強度を試験するには種々の試験方法が考えられるが、図-5に示す試験方法を採用した。また、単純引張りの衝撃試験において、針金の下に丸鋼をつけずに針金を直接衝撃的に引張る方法の試験も行なってみたが同じ結果となったので、丸鋼を介した方法を採用した。なお、衝撃引張りの落下高さはすべて50cmであった。試験結果は表-6に示す。

落下角度が0°の場合は、金網の針に鋼塊の底面が均等に当たって一気に貫通するが、傾斜をもった金網に鋼塊が当たるときは、鋼塊が金網の上を滑って針金に加わる衝撃力の状態がわからない。

よって、0°の落下角度のとき金網の強度と針金の強度を比較するに、表-6に示すように、20#線を100とすれば、18#線を210、21#線75、22#線53、23#線44、24#線34の比率になり、一方図-6aにおける貫通限界の曲線の下側を包む曲線のそれぞれの番線に対する高さについての強度の比と大体似ている。これは当り前のことではあるが、金網を構成する針金の強度を知っておけば、金網の強度を推定できる。

(3) 金網の試験鋼

a) 鋼塊による試験

実験用落下物に上記の鋼塊7.5kgを用い、落下による貫通高さについて金網の針金の太さと落下角度による変化を試験した結果を図-6 a~dに示した。

図-6 a~dの実線は網目13mm、鎖線16mmをそれぞれ示す。試験条件の差で網目のあらい場合は貫通限界高さが大きいのが部分的にあるが、全般としては13mm目の貫通限界高さは1m~2mの差で強いことを示している。

図-6a

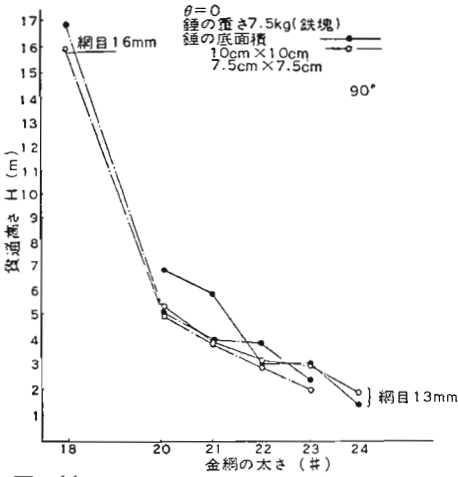


図-6b

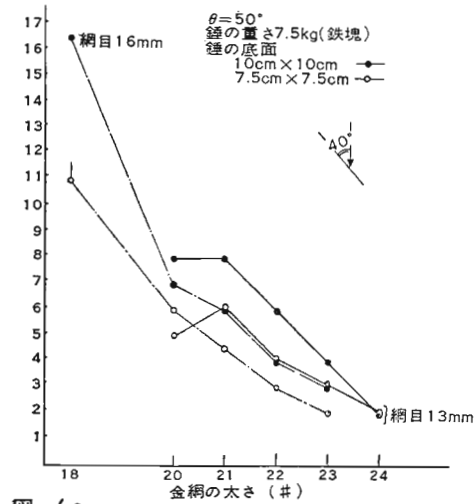


図-6c

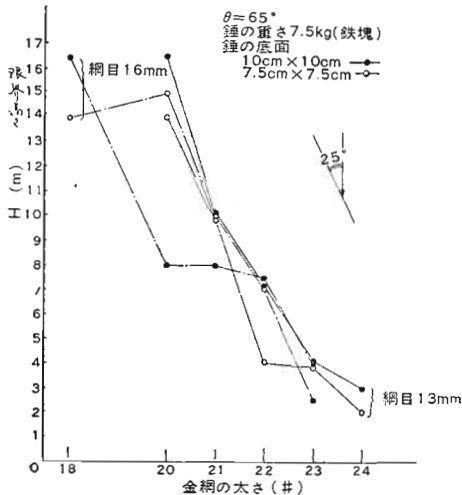
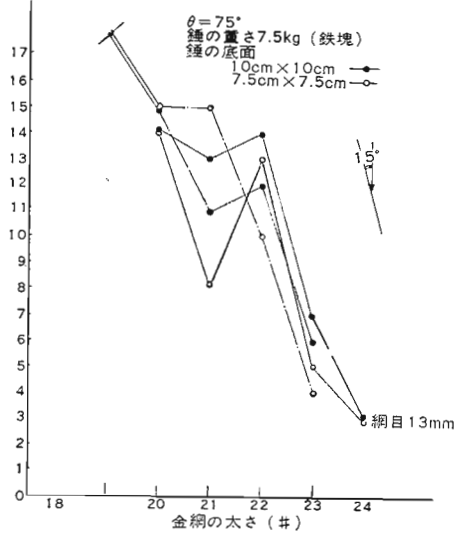


図-6d



b) 鋼管による試験

落下物の中で最もよく金網やシートを突き破るのは鋼管であることは想像に難くない。試験による金網の貫通限界高さを図-7a~bに示す。これらの図から、同一周長を持った円形底面でも重量が異なると、貫通限界高さが異なるし、また同一重量でも底面が中空、充実、またはプレート付きとなると相違する。中空と充実断面の場合はほとんど近似していちじるしい差は認められないが、プレートが付いて衝撃を伝える周長が長くなると、貫通限界高さは高くなる。さらに21# 13mmの金網の場合で底面の周長が大きい75φ 長さ75cmの鋼管は48.9φ 長さ1mのそれより貫通限界高さが高い。また周長の小さい径21.7φ 長さ2.5m 重さ2.3kgの鋼管は48.6mm 長さ1mの鋼管より重量は軽い、貫通限界高さは低く、貫通しやすい。

角度によって貫通限界高さを比較すると、0°すなわち金網に直角に落下物が落下する場合と、15°~30°程度傾斜のある金網に当たる場合とでは、0°の方が貫通しにくい傾向がある。さらに角度が増すと限界高さが増して貫通しにくくなるが、75°付近になるとほとんど当るものがすべりを生じ、すべりの途中で金網の針金を切断するもの、下方にすべって、金網のゆるんだ凹部で貫通するもの等がある。あるいはほとんどすべりなしに貫通するものもある。これらは、衝撃時の金網に対する落下物の底面の接触面積、周長等によって金網の針金に与える衝撃エネルギーが相違するためである。

金網の張り方によって衝撃エネルギーの吸収能力に差が生ずることを検討するために、つぎに示すような試験を行なった。結果は図-8に示す。金網の緊張度を量的

に表現することは、力または撓み変形で表わすにしても
 精度を欠く恐れがあるので、ここでは、金網を現場で足
 場に垂らしてとめた程度のゆるみを考えて張った場合
 (特に張力をあたえない)と、30cm 間隔にとめてでき
 るだけ緊張させた場合について試験を行なった。図から
 両者には限界高さで約 1 m 程度の相違があることがわか
 る。

図-7 a

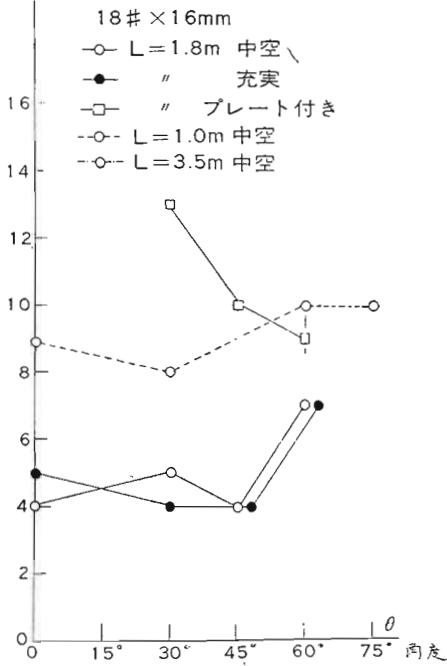


図-7 b

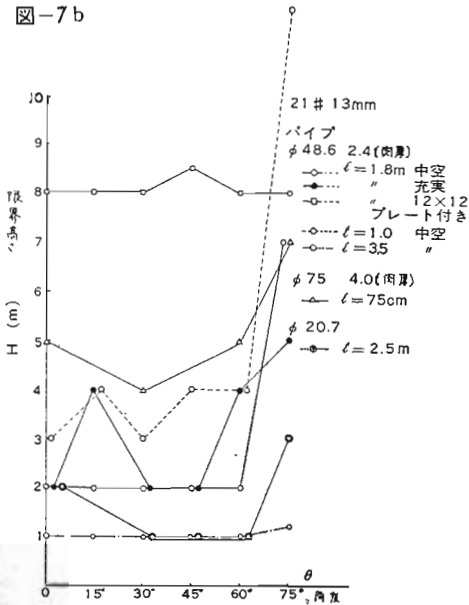
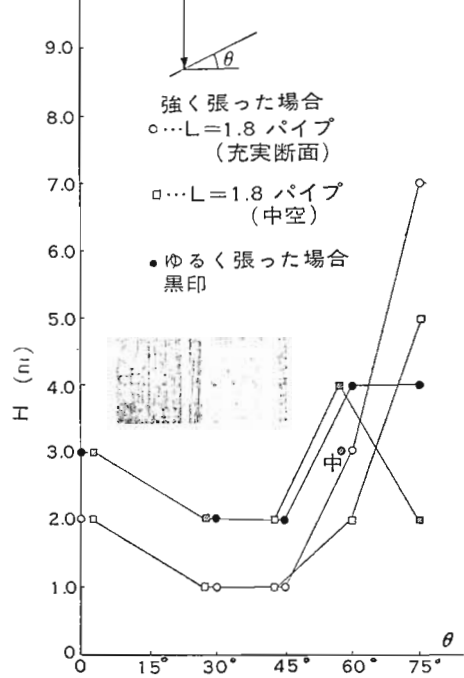


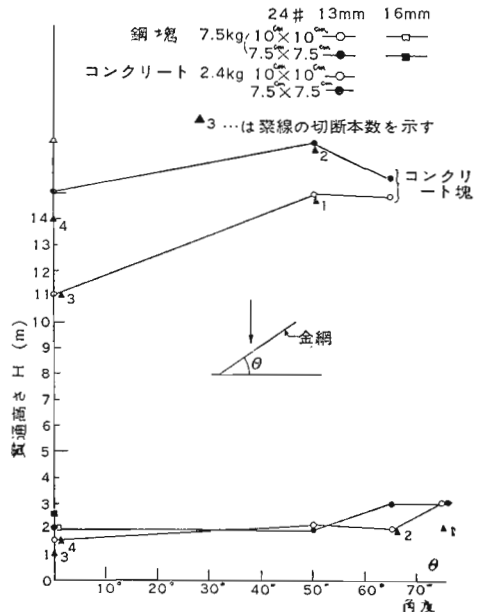
図-8



c) コンクリート塊による実験

前述の表-4 を見れば、落下物による災害事例の中で
 角材 (主としてバタ角類型)、枠等の板類、そして丸太
 について多いのはコンクリートの折り層、塊の落下によ
 る事故がある。そしてその重量は調査により判明したと
 ころによると 1 kg 未満のものが約半分を占め、1 kg ~

図-9



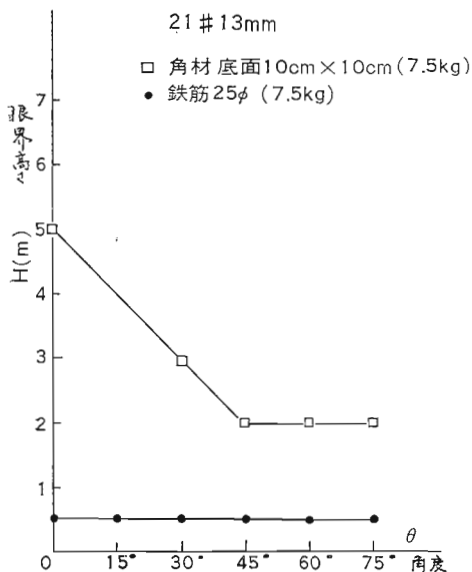
4kgの範囲では20%位であったので、コンクリート塊の落下用重量を2.4kgとし、落下実験を行なった。結果は図-9の示す通りである。

実験の状況は22#以上の金網については落下物体を18mの高さより投下しても何ら異常なく、23#, 24#の金網について貫通限界高さを求めた。同一形状の鉄塊で得た資料と比較してみると、重量が約1/3となると限界高さは5~6倍になることがわかった。しかしコンクリート塊は落下回数を重ねるに従い角が欠損し金網に当る条件が少しずつ変化するので中止した。

d) 鉄筋による実験

鉄筋は特に金網を突き破りやすいと思われるので実験を行なった。実験は25φ長さ $l=2.0m$ 、重さ7.5kgのものを用いた。実験の結果は図-10に示す通りで、限界高さは、衝撃角度に変化なく0.5mとなった。これによると鉄筋が長さの方向に落下した場合は、ほとんど貫通するものと推定できる。

図-10



(4) 金網の重ね合わせ部分の撃実験

前述の通り、大まかであるが金網の衝撃強さを示すのに落下物体を選定し、その貫通限界高さをもってしたが、また重ね合わせ部分も同様に行なった。その方法は重ね代を15cmとし、とめ方法は21#の亜鉛メッキ線二つ折りで千鳥にとめた。とめ間かくをきめるために、実験しようとする金網を水平に張り、とめ間かくをいろいろ変え、その金網の限界高さより、鋼塊を重ねの部分に落下せしめ、落下物体を受け止め得る限界のとめ間かくを求めた。その値は次表に示す通りである。

網目	番手 (cm)				
	18#	20#	21#	22#	23#
13mm	—	60	60	80	50
16mm	35	70	80	70	60

以上より同じ番手の金網でも13mm目の方が16mm目のものよりも小さい傾向を示すのは、前に述べた限界貫通高さが高いためと思われる。

(5) 帆布の実験

帆布は金網と同様重要な防護設備であるが、衝撃に対する強度や経年による強度の低下等に明確な資料がない。実験は新品の製品のみについて現場で最も多く用いられている数種のものについて行なった。

帆布の実験方法も金網の場合と全く同様に行ない重さ7.5kgの鋼製直方体2種とφ4.86、 $l=1.8m$ のパイプ等を採用した。

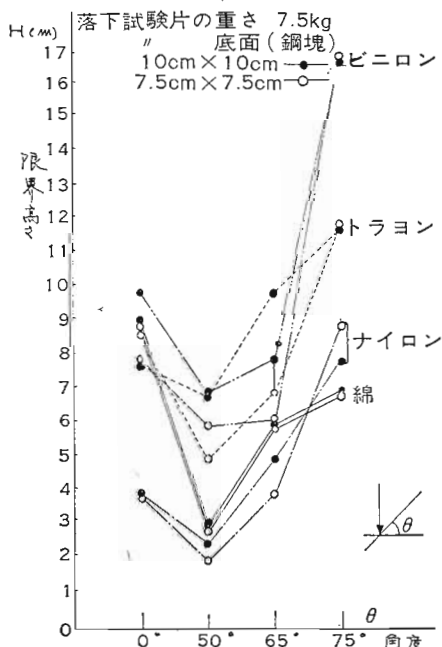
結果は図-11に示してある通りである。図-14はその実験状況。

図から水平にして落下物を落下させた場合よりもある程度角度がある場合の方が限界高さは低くなっている。

この傾向は金網よりも帆布の方が顕著であることは図-12より明らかである。これはある程度の角度をもって落下物体の角または稜が当り帆布が縦または横方向に裂けやすいためである。

帆布の強さの大きいものか順に材種を記すとビニロン製、トラヨン製、綿製、ナイロン製となっている。

図-11 帆布限界高さ



また帆布と金網を比較すると、現場で多く用いられる金網とほぼ同程度の強度があることがわかる。

図-12 帆布と金網の強度の比較

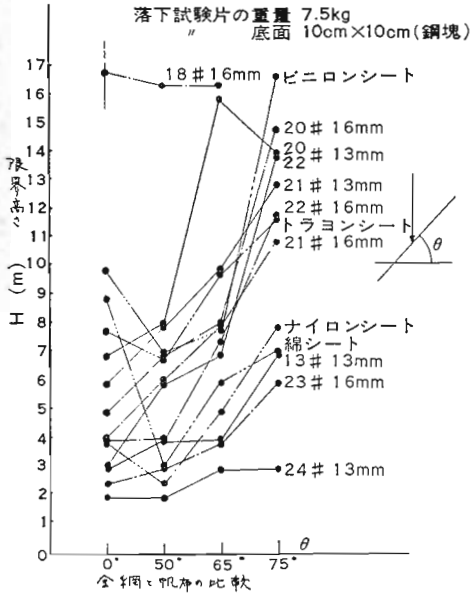
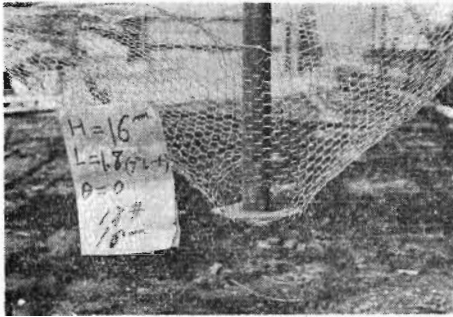


図13 金網の試験



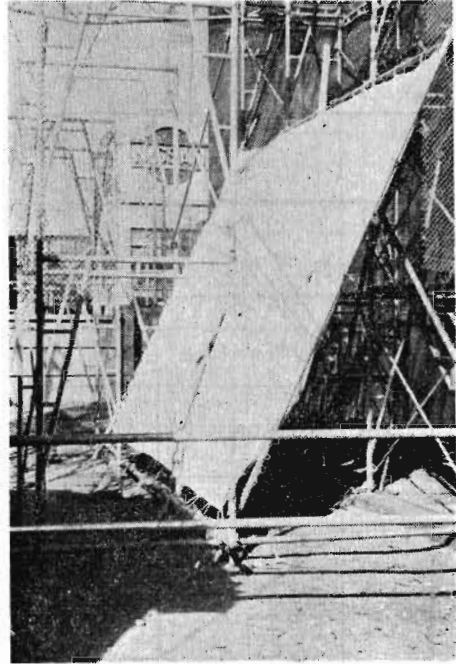
(6) あさがお材料の衝撃実験

試験装置および試験要領は金網の場合とまったく同様である。あさがおは通常上方に開角をとって足場に取りつけ落下物を足場側に反射させるようになっているので実験に当っては、あさがおの適当な反射角度、突き出し長さ等も併せて検討することとした。あさがお材料は、通常最も多く用いられている足場板、5分板、コンクリート型枠用木製パネルの3種とし、落下物は金網の場合と同様に足場用パイプ、鋼塊（直方体）、鋼球とし、他の落下物については、これらの試験結果から強度を推定することにした。

a) 足場板の場合の実験

足場板はすべて新品とし、あさがおの取り付け枠に横方向にすき間なく敷き詰め、1.80m 間隔に 4.0cm × 4.5cm 角材で押えた。あさがお面と落下物の衝撃角度を種

図-14 帆布の試験



々変化させて、あさがお材料の貫通高さを求めると、図-15、図-16に示すような結果となる。図には完全に貫通した場合の値を示してあるが、あさがおは金網の場合と異なり巾のせまい板がならべてあるので落下物の落下位置が板巾の中央であるか、縁であるかにより、また節の有無、木目の状態によって限界高さも若干変化するものと思われる。実際には衝撃により大きな割れ、または板の折れ曲り等が生ずるが、落下物の貫通を防止した場合は限界高さに入れてない。これらの破壊の程度を図-16の $\phi=3.5m$ 径 48.6φ のパイプの場合について示してあるが、中破の場合は限界高さより 1~2m 程度低い。

図からパイプの重量の小さいほど限界高さは上昇し、貫通しにくいことがわかる。また $\phi=1.8m$ でも底面にプレートのある場合は、実験塔の高さ 18m では、わずかにひびわれを生じた程度で、その他には異状を認められない。

図-15は鋼球、鋼製直方体の試験結果を示す。直方体の場合は同一重量であるが底面が小さいものは限界高さがわずかに小さく、単位底面積の衝撃力の大きい場合は破壊が大きいことを示している。球と直方体とを比較すると、前者が、若干高い値を示している。球は本来1点で平面と接するが、落下時には足場板にめり込み、板との接触面積が増加するのに対し、直方体は隅角部が板に当たると板が破損されやすく、接触底面積も少ないので両者はほぼ同一重量でありながら、前者の値がわずかに大きい結果を示している。あさがおの傾斜角度、15° 附近は

限界高さが最も小さいが、シートの場合と同様のことがいえると思われる。

図-15 足場板による場合

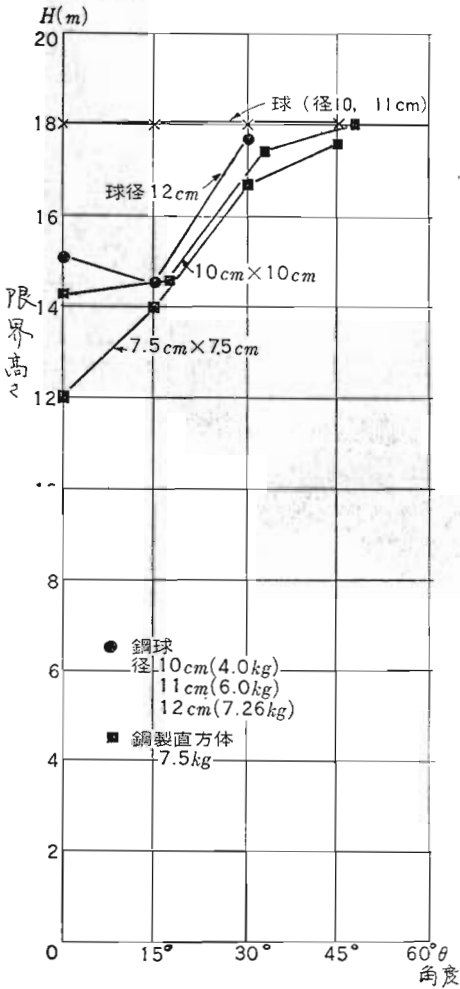


図-16 足場板による場合

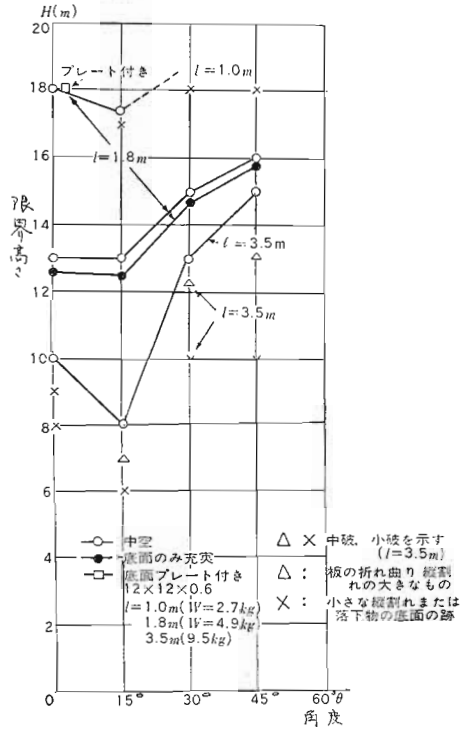
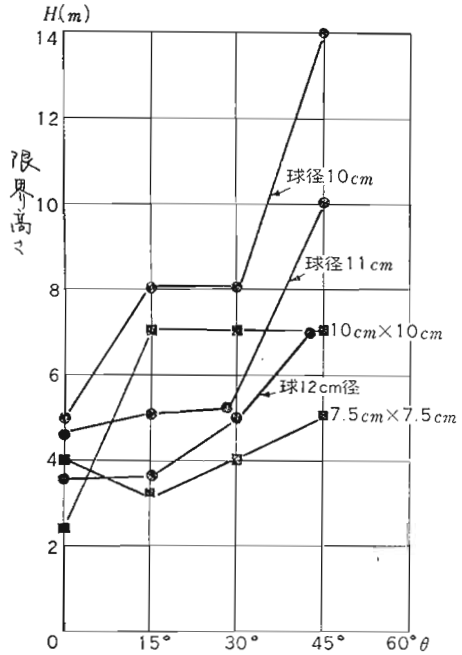


図-17 5分板による場合



b) 厚さ1.5cmの板の場合の試験

厚さ1.5cm巾15cm、片面削り、相じゃくり板を足場板と同様の方法で試験すると、図17. 18の結果が得られる。この場合は足場板と比較すると、板厚が約1/2であるので落下物が貫通しやすく、限界高さが足場板より約10m程度小さい。

また、板は間隔1.8mで支持されているが、さらに支持間かくを短かくして90cmにすると図-19に示すような結果となり、限界高さは1~2m程度低下し、貫通しやすい傾向を示す。実験中の観察によれば、支持間かくが大きい場合は落下物の衝撃をうけると、板は非常に大きく撓み緩衝的反作用をするが、間かくが小さいと板の撓みは、わずかで、破壊しやすい傾向が認められた。

c) 木製パネル

木製パネルは(1.8m×0.6m)(b)の板の同一材料を木枠に張ったものであるが、この場合、長さ1.8mの足場用パイプの落下に対する限界高さを図-20に示す。

図中の点線は(b)の同一パイプに対する値を示すが限界

図-18 1.5cm板による場合

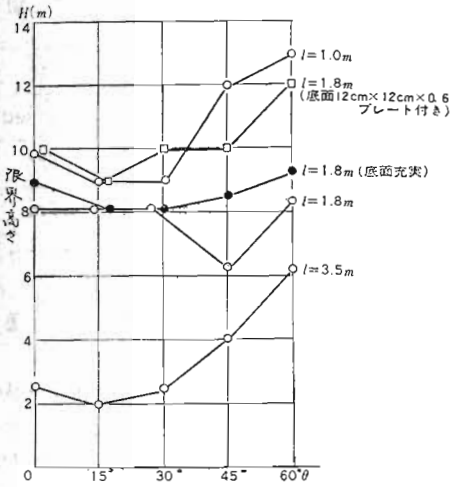
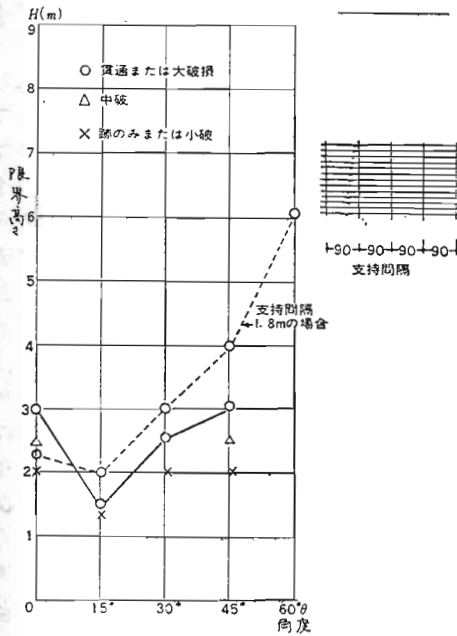


図-19 1.5cm板による場合

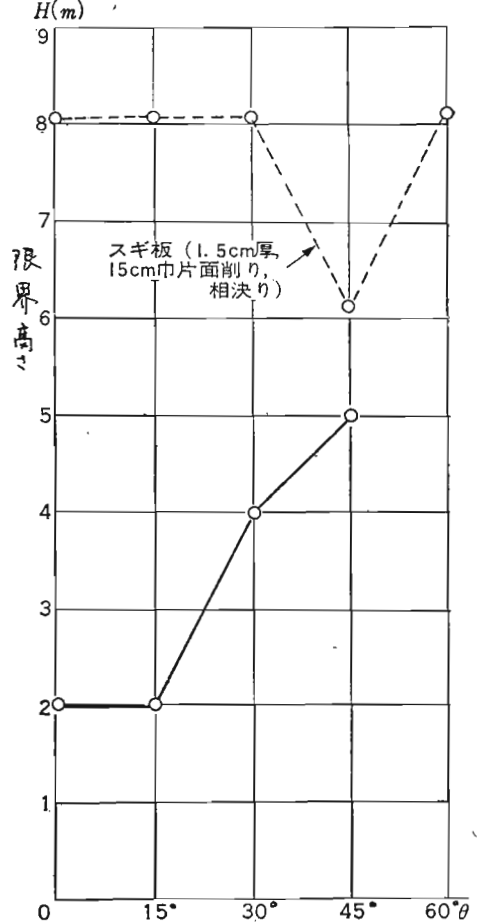


高さはいちじるしく相異なる。その理由は、前述の如く板の支持間かくが30cm間となっているために衝撃力に対する変形余ゆががなく、もろく破壊するためと考えられる。

(7) 投射落下試験

これまでは防護金網、シート、あさがお材料等がある角度に設置して落下物を鉛直に投下し、衝撃力に対する強度を測定してきたが、実際の落下物の落下状況やあさがおの配置等についての資料を得るために、つぎに示すような落下実験を行なった。実験装置は図-21に示すような樋を高さ18mに設置し、落下物をこの樋を滑らせ、

図-20 木製パネルによる場合



落下させることによって、ある初速と投射角度を持たせ、落下物を前面1.5mの距離に張ってある金網に突き当てる方法をとった。落下物が落下する際初速や投射角度は現場ではその条件がきわめてまちまちで、対照とすべき条件の判定が困難であるが、ここでは、前述の実験結果から、他の落下物と比較して限界高さの低いすなわち貫通しやすいパイプを対照としこのパイプが作業中、あるいは積荷状態から滑り落ちることを想定して条件をきめた。投射角度は30°~75°とし初速は樋にそって長さ1.8mのパイプを滑らせ、この区間の経過時間を測定して初速を求めた。

図-22は $V_0=1, 2, 3\text{m/sec}$ の場合の落下経路を次式より計算して図示したものである。

$$\begin{cases} S_x = V_0 \cos\theta \cdot t \\ S_y = V_0 \sin\theta \cdot t + 1/2gt^2 \end{cases}$$

θ = 投射角度

S_x, S_y = 水平方向, および鉛直方の距離

V_0 = 初速

$t = \text{落下時間}$

パイプが繩を離れる際、初速はこの場合投射角度によって異なるが、次式より求めることができる。

$$V_0 = g \sin \theta \cdot t$$

初速 V_0 と投射角度、落下距離を測定して図-22の曲線と比較すると、ほぼ近似した運動経過を示していることがわかる。金網は21# 13%の目のものを用いた、この

図-21

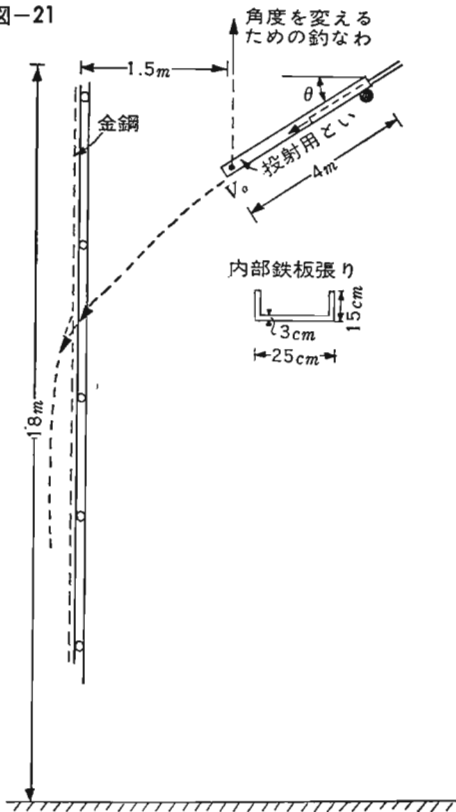
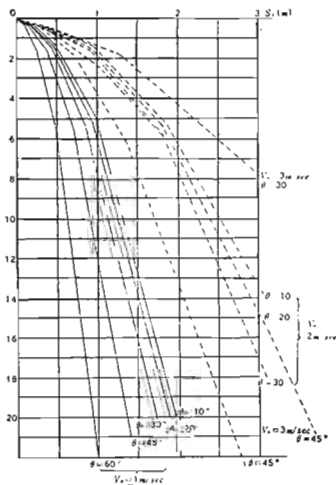


図-22



際金網の破損状態を示すと、表-7 の如くとなる。

表-7

	a	b	c
V_0	2.8m/sec	3.0m/sec	3.4m/sec
θ	30°	45°	65°
S_y	2.0m	2.5m	4.5m
衝撃結果	a_1 すべり a_2 // a_3 //	b_1 すべり b_2 // b_3 //	c_1 すべり c_2 // c_3 // c_4 貫通

但し金網は21# 13m/nを使用

この実験結果から初速 V_0 が小さい場合、投射角 θ が小さいと金網に対する衝撃角は大きい、衝撃エネルギーは小さく、また θ が大きいと衝撃エネルギーは増加するが衝撃角度は小さい。図-22から、 $V_0=2\text{m/sec}$ で $\theta=10^\circ$ の場合、金網に対する衝撃角度は約 29° 程度で落下距離は約 3.5m 、 $\theta=45^\circ$ では衝撃角度は約 7° 、落下高さは約 7.5m となる。

この場合の落下物の衝撃エネルギーを $1/2MV^2$ で表わすと、位置のエネルギー Mgh と等しいので落下高さで衝撃強度を比較することができ、図-22の $S_x=1.5\text{m}$ 線上の各点における衝撃角度、落下距離 S_y を求め、前述の金網、シート、あさがお材料のそれぞれの場合の限界高さを比較すれば、その落下物が貫通するか否かを大概判定することができる。もし S_y が限界高さ以上の場合は落下物が外に飛び出さないようさらに外側に充分の余裕をもって、あさがおを設置しなければならない。

$V_0=2\text{m/sec}$ $\theta=45^\circ$ とした場合、 $\phi 48.6\text{mm}$ $l=1.8\text{m}$ のパイプの落下物を外部に飛び出させないためには充分の余裕をとって、 $S_y=10\text{m}$ の位置に突出し長さ 1.8m 、取付け角度 30° 程度で足場板のあさがおを設けなければならないことになる。この場合あさがおに対する衝撃角度は約 84° であり、落下距離 10m は足場板の限界高さ 13m より小さく、このパイプの落下を防止することが可能である。

図-23 あさがおの実験状況

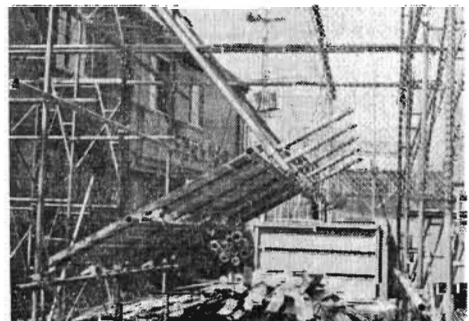


図-24 5分板のパイプによる貫通

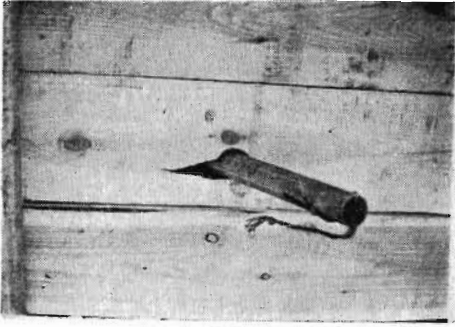


図-25 足場板の破壊



5. 結論

(1) 外部養生網について

現場の養生用金網の番手、網目等は簡単に決めることはできないが、設置に際し労力が少なくかつ強度上充分なものが要求される。

表-7の実験結果を参照すれば、特に実験用として選定された落下物(この場合長さ1.8mの足場用鋼管)が初速3.4m/sec、水平線となす投射角度が65°で投下された場合に貫通するという実験結果からみて、20#以上の金網で網目が13mmのものが適当ではないかと考えられる。

金網の重ね代は10cm~15cmは必要で、重ね部のとじ方は50cm~60cm以上で1列ではすき間ができる可能性が多いので、30cm間隔の千鳥にとめるのが望ましく、その材料はなまし鉄線よりも、20#の亜鉛メッキ線またはビニール被覆線がよい。また、金網の張り方は、金網を上部から垂らし、ところどころ足場面に結び、堅く固定しない方がよい。上部からすべり落ちてきたものが、そこを突き破るからである。

(2) 水平養生網について

図-4a~dを見れば落下実験体を底面10cm×10cmの鋼塊重さ7.5kgを用いた場合は、20#の金網の限界高さは5mであり、18#金網の場合の限界高さは16mであ

る鉄骨工事中に鉄筋のような細長くて重量のあるものが落ちて来ないとすれば、各番手に対してその限界高さ以下とすればよい。また4kg以下の落下物に対しては、現在建設されている建物の状況からみて、20#の金網で、階層2層ごとに水平養生網を設置することによって防護でき21#以下の金網は用いない方がよい。金網の張り方については、重ね、止めピッチは外周の養生網と同様とし、そして1.8m内外に縦横にわたされた丸太の上に多少たるむ程度に敷き延べ両端は丸太にしばりつけ、内部はあまりかたく固定しない方がよいと思われる。

(3) 帆布

建築現場で一般に用いられている帆布の強度は金網と比較した図からわかるように、ビニロン帆布、トラヨン帆布と、21#、20#の金網の間に大きな差はなく、金網の場合と全く同様な扱いをしても差支えないと思われる。この理由から養生用の帆布はビニロン帆布、トラヨン帆布が強度上好ましく、ナイロン帆布、綿帆布は落下物の角が当たった際前二者より裂けやすいことがわかる。また帆布を足場の側面に張る場合、突き合わせになるので止めピッチは45cm程度とし、かならず金網と二重にするのが望ましい。

(4) あさがお

あさがおの突出し長さおよび取付角度は実験結果から適当な最低を見出すことはむづかしいが、現場の従来の経験から考えると、突出し長さは少なくとも1.8m~2.0m程度、取り付け角度は20°~30°程度が適当かと思われる。角度が過小な場合は落下したものが衝突後、さらには外側に飛び出る危険があり、過大なのは突出し長さが小さくなり、防止範囲をせまくしやすい。

一般にあさがおの取付位置は金網の強度、落下物および落下高さ、飛来角度等の諸条件によってきまるので一概に決定することはむづかしいが、安全側の考慮からすれば、あさがおの最小限界高さを基準として、落下物は金網を貫通して緩衝されることなく落下するものと仮定し、充分安全を見て配置間隔を決定しなければならない。

実験結果から $\ell=1.8\text{m}$ のパイプを落下物の対象とすれば、足場板を用いるあさがおでは高さ10m以内の層間隔を、 $\ell=3.5\text{m}$ パイプでは7m以内、厚さ1.5cmの板を用いたときは $\ell=1.8\text{m}$ のパイプに対し6m以内、 $\ell=3.5\text{m}$ のパイプに対しては2m以内の間隔をとって配置することが必要となり、また木製パネルはその強度からみて使用しない方がよいと思われる。

(5) その他

金網、または帆布のみでは、完全に落下物を防止することができないので必ずあさがおを併用する必要がある

Impact Strength of Wire Rope (The 3rd report)

Machinery section

Eiji Akiyama

Taiji Kondo

Teizo Hakamezuka

We tested wire ropes under some conditions and obtained next results.

- (1) In a corroded wire rope, the drop rate of the shock breakage load is nearly equivalent to the static one. But the shock breakage energy drops remarkably in comparison with the load.
- (2) In a deformed wire rope, the shock breakage load does not drop so much as the static load.
- (3) About the eyesplice of a wire rope, the maximum shock breakage load measured in the fixed side is higher than the static one. But the elongation to breakage by shock is very small.

Prevention of accidents caused by falling articles

Architectural
section

Jiro Saito

Kazuo Uchiyama

Kinichi Kinoshita

Accidents have been caused one after another by falling from high places at job sites of building works.

So, we built the experimental tower for making various articles fall and tested the intensity of wire nets, canvases and the materials of asagao that are set at the job sites for the purpose of preventing accidents by falling articles. Before the experiment we had inquired into the sort and weight of the falling articles that had caused 1812 accidents during the 35th—36th year of Showa and from the results of the inquiry, the following were the experimental articles we had chosen: the mass of steel (7.5kg), of concrete (2.4kg) and of timber (7.8kg); steel globes (1.7kg~7.1kg), steel pipes (2.73kg~9.45kg), steel bars (4.5kg~7.5kg), and tools (300g~600g).

As the conclusion of the experiment, the following facts became evident.

1. Preventing wire nets outside the buildings under construction at the job sites;

- a) It is suitable to use wire nets of over 20# wire. and the nets of 13mm meshes.
- b) It must wrap the other by the 10cm—15cm breadth and at the wrapped part it must be banded alternately "Chidori" at intervals of 50cm~60cm.
2. Level preventing wire nets in the job sites;
It must be set every two floor by the ways mentioned in the article 1.
3. Preventing canvas;
As strong a canvas of vynilon or trayon as a wire net must be used.
4. Asagao ;
It must keep the angle between the level 20~30 degrees and need to be used thicker timber plates than 1.5cm.

Influences of Temperature and pressure on the Inflammability Limits of Methane

by. N. Taguchi
H. Turumi
M. Naitō

Influences of temperature and pressure to the upper inflammability limit of methane are studied.

Experiments to establish the upper limit in the temperature range from room temperature to 400°C and pressure range from atmospheric to 10 atm, show that the upper limit is raised with rise of temperature and pressure, and is 51 per cent by volume at maximum temperature with maximum pressure.

On the other hand, influences of added inert gas on the inflammability range of methane under elevated temperature and pressure are also studied.

The results show that the minimum volume of inert gas to added for noninflammabilizing methane and air mixtures at 350°C with 10 atm, is about two times at normal condition.