

Research Reports of the Research Institute
of Industrial Safety, RIIS-SRR-91, 1992
UDC 69.057:624.042

1. 序 論

木下鈞一

1. Introduction

by Kinichi KINOSHITA

Abstract; In recent years, as major civil engineering works such as highway and bridge construction have increased drastically in Japan, the collapse accidents of such temporary structures as concrete shorings for bridge construction works have occurred very often as mentioned in this report. Since these accidents may result in many casualties, the establishment of the preventive measures has become a great demand.

The causes of those accidents have been attributed to insufficient evaluation on stability of framework of temporary structures at planning and design stage, to unsafe execution of construction works from structural viewpoints. Besides, those accidents are also caused by inadequate safety management such as poor checking and inspection system for the temporary structures.

Traditionally, the government in Japan has made the laws and regulations on construction works so as to prevent the accidents other than technical standards for further safety management. In addition to the government, private associations and suppliers also have prepared design and planning technical standards or manuals for construction works, which have also been helpful as the preventive measures for the accidents in construction works.

However, it may be necessary to clarify the items, such as design load of supports, etc, in which definitive technical standards have not yet been established, in the light of the fact that the accidents in the major construction sites were mostly due the insufficient standards.

In this study the following items were conducted for the improvement of safety design and planning, and applications of those results to preparation of safety standards of temporary structure for the establishment of preventive measures against collapse accidents in construction works.

- 1) Determination of horizontal and working load in bridge construction works.
- 2) Evaluation of stability for horizontal load of temporary structure.
- 3) Evaluation of strength of members of temporary structure.
 - (1) Strength of bracket and anchorbolt for beam-type supports.
 - (2) Strength of strut with combined members using jack, adjustable pieces and steel H.

Keywords; Temporary structure, Construction work, Form shoring, Collapse accident, Accident prevention.

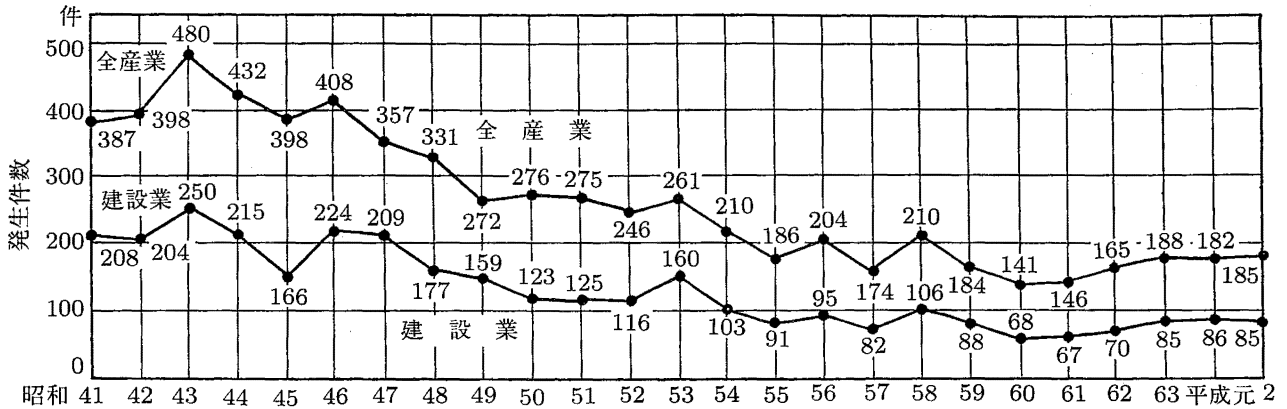


Fig. 1 Variation of the number of serious accidents in whole and construction industry
全産業及び建設業における重大災害発生件数の推移

1.1 まえがき

わが国においては、昭和20年代末から、建設工事現場において鋼製の仮設機材が利用されるようになった。とくに、足場、型枠支保工等については、鋼管（単に単管ともいう）をもって構成する単管足場や鋼管枠組足場等が開発された。その後、各種の小規模工事用足場、並びに、パイプサポート、組立式支柱等のコンクリート型枠支保工が開発されたが、これらの仮設機材が普及するにつれ、組立や解体中、また使用時において、構造の欠陥、強度の不足、施工不良等の安全性の欠如にもとづく倒壊災害が頻発するようになった。

このため、当研究所においては、これらの倒壊災害を防止するため、長年にわたり、仮設機材が具備すべき構造・性能及び組立・解体作業時における倒壊災害防止に関する一連の実験的研究を続け、これにより、仮設機材による工事用構造物を構成するときの倒壊災害防止の問題点の解明と安全性の確保のための災害防止技術の開発を進めてきた。

これらの成果は、当研究所の研究報告において発表してきており、また、安全衛生規則及び労働省が告示として定める構造規格等の制改定の際にその基礎資料として取り入れられている。

しかしながら、近年になり、高速道路や橋梁等の大規模な土木工事が全国各地で盛んに行われるようになるとともに、後述のように橋梁工事用コンクリートの型枠支保工等の仮設構造物の倒壊による災害が頻発する傾向がみられるようになった。この種の災

害は、倒壊時に多数の死亡者を伴う重大災害にいたる場合が多いことから、その社会的影響は大きく、また、人的・物的損失も甚だしいものがあり、これらの災害防止対策の確立が望まれてきた。

これらの災害の原因は、後で具体的な例をあげて述べることにするが、要約すれば、仮設構造物の計画・設計段階における仮設構造物の骨組みの安全性に関する検討不足、工事の実施段階における施工不良等による構造上の欠陥及び仮設構造物に対する点検等の安全管理体制の不備によるものであると考えられる。

従来から、労働災害、公衆災害防止のため、各省では法規の制定を行い^{1,2)}、安全確保のための一応の技術基準を示している。また、学協会及び発注団体においても、建設工事用の設計施工基準または工事用マニュアル等^{3~15)}を作成し、建設工事における災害防止のため役立てられてきた。

しかしながら、上記のような大規模の建設工事における災害の多発傾向から、これらの工事で用いる支保工の設計荷重等の従来から明確な技術基準が示されていない事項を明らかにすることが必要となってきた。

このため、本研究は、とくに、橋梁工事用のコンクリート型枠支保工等の大規模土木工事用の仮設構造物を中心に、設計計画時及び施工時の安全の向上を図ることを目的とした研究を実施し、その成果を仮設構造物の倒壊防止に関する安全基準の作成に反映させ、倒壊災害防止対策の確立に寄与しようとするものである。

Table 1 Variation of the number of death by collapse accidents in construction industry
建設業における倒壊災害による死亡者数の推移 (人)

年 倒壊災害	昭和					平成	
	59年	60年	61年	62年	63年	元年	2年
足場, 作業構台等	8	4	2	2	4	5	3
型枠支保工等	10	5	7	8	4	5	7
建物, 橋梁等	7	11	2	8	2	4	4
コンクリート 擁壁, レンガ等	15	15	11	6	14	13	18
塔					1		2
その他(立て かけてあるも のの倒れ等)	11	6	22	14	7	22	15
計	51	41	44	38	32	49	49
全死亡者数	1,083	960	927	983	1,106	1,017	1,075
比率 (%)	4.7	4.3	4.7	3.9	2.9	4.8	4.6

1.2 倒壊災害の事例とその原因について

1.2.1 建設業における労働災害の概況

わが国において、建設業における休業4日以上
の労働災害による被災者数の推移を見ると、昭和37年
をピークとして年々減少してきているものの、平成
元年には63,847名を数えている。また、死亡者数に
ついては、昭和48年までは毎年2400名前後であ
ったものが、昭和60年には1000名以下となった。し
かしながら、建設業の工事量の急激な増大により死
亡者数は増加し、平成2年には1075名となった。

建設業における労働災害の特徴は、重大災害の発
生割合が高いことであり、また、建設業の死傷者数
に対する死亡者数の比率が他の産業のそれに比して
きわめて高いことである。Fig. 1は全産業と建設業
における重大災害の発生件数の推移を示したもので
ある。この図から重大災害の全産業に対する建設業
のその占める割合は、昭和49年までは50%を超
えており、昭和61年以降の平均は、やや減少してい
るものの、45.3%となっている。このように建設業に
おいては一旦災害が発生すると重大な災害となる場
合が多いことがうかがえる。

Table 2 Variation of the number of serious acci-
dents by cause in construction industry
建設業における原因別重大災害の発生件数の
推移 (件数)

原因 倒壊	昭和					平成	
	59年	60年	61年	62年	63年	元年	2年
倒壊	9	5	8	5	7	5	9
墜落	4	7	5	5	5	4	13
交通事故	38	28	29	34	51	55	39
上記以外	37	28	25	26	22	22	24
計	88	68	67	70	85	86	85

また、Table 1は、建設業における倒壊災害による
死亡者数の推移を、Table 2は建設業における原因別
重大災害の発生件数の推移を示す。これらの表から、
建設業において、平成2年では、倒壊災害による死
亡者数は、同全死亡者数の4.6%と被災者数は少ない
ものの、重大災害の発生件数では約10%を占めてお
り、交通災害、墜落災害について、重大災害となるこ
とが多い。また、最近の足場、型枠支保工等の仮設
構造物の倒壊による重大災害の例をまとめたものを
付表として本文末に示す。

1.2.2 仮設構造物の倒壊災害の事例と原因について

以下に当研究所が行政機関からの要請にもとづい
て実施した現場調査事例の中から、とくに仮設構造
物の倒壊災害の典型的な事例を4件取り上げ、その
概要と倒壊災害の原因を示すこととする。

事例1: 本四連絡橋建設工事におけるコンクリート 型枠支保工の倒壊災害

1) 災害の概要

昭和59年4月、香川県坂出市の本四連絡橋建設工
事現場において大規模なコンクリート型枠支保工の
倒壊災害が発生した。

当日、朝から全量505m³のコンクリート打設工事
が始められたが、440m³打設を終えたとき、コンク
リート打設作業に従事していた作業員が、コンクリ
ート打設面が少し下がると同時に金属片がはじけ飛び、
支保工と衝突したような金属音を聞いた。このため、
一旦作業員を打設面から待避させ、支保工を点検し
たが、異常が認められなかったため、打設作業を再
開したところ、型枠支保工が橋軸方向にせり出すよ

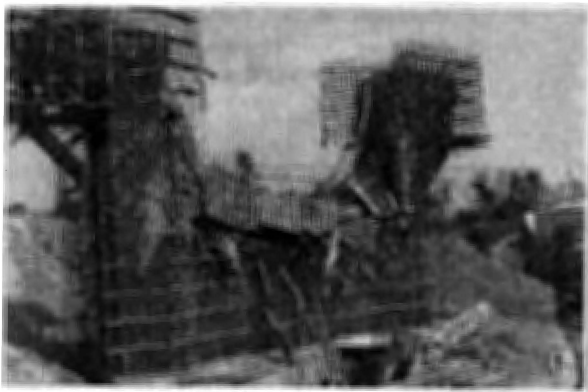


Photo 1 State of the collapsed form shoring at the construction site of Honsyu-Shikoku bridge.
本四連絡橋工事における型枠支保工の倒壊の状況



Photo 2 State of the collapsed girder type form shoring at the construction site of the motor car way in Okinawa.
沖縄自動車道建設工事における梁式型枠支保工の倒壊の状況

うに倒壊した。このとき打設作業をしていた作業員のうち、5名が死傷した。Photo 1は倒壊の状況を示す。

現場は、下段が鉄道用で、上段が道路用となる高架橋の橋台の建設工事で、災害発生当時、道路用橋台（梁長40m、梁高3.25m、梁幅3.5m）のコンクリート打設工事が行われていた。型枠支保工は、両側の橋脚の間に、鉄道用橋台からH形鋼による支柱が2列14本立てられており、橋軸方向は山形鋼による斜材で、また橋軸と直角方向は、水平つなぎ材で関係していた。支保工の基礎から型枠の下部までの全高は約10mで、H-300×300の支柱、ピース、ジャッキ等を継ぎ足した段組構造であった。

また、両橋脚の外側部は橋脚に取り付けたブラケット上にそれぞれ型枠支保工を設け、その上に型枠が組み立てられたものである。

2) 災害の原因

災害原因を明確に特定することは困難であったが、現場での調査から以下の点が考えられる。

- (1) 支保工の構造は段組構造で、上部支柱は、ウェブにスチフナーによる補強のないH形鋼を2段平行重ねとした桁の上にH形鋼の短柱、ピース、砂ジャッキ等を継ぎ足した構造となっていた。このため、この支柱部分が鉛直荷重に対し十分に耐える構造でなかった。
- (2) 下段支柱への斜材の取付位置、数量等橋軸方向の構面の構造が不適切であり、水平力に対する強度が十分な構造でなかった。

- (3) 水平つなぎ材の接合法等が不十分であり、橋軸に直角方向の構面の水平力に対する強度が十分な構造でなかった。
- (4) 型枠支保工用部材の接合部のボルト穴の径が過大であり、また、ボルトの数量が不足していた。
- (5) 型枠支保工の事前の計画が不十分なまま組み立て作業が行われていた。

事例2: 沖縄自動車道比謝川橋建設工事における梁式型枠支保工の崩壊災害

昭和61年10月、那覇市の沖縄自動車道比謝川の上部工のPCスラブの工事中にコンクリート型枠支保工が崩壊した。

当日、朝からコンクリートの打設を開始し、約85%、209m³のコンクリートを打設したとき、スパンの中央部付近で打設面が若干沈んでいることが確認されたため、この沈下部分にコンクリートの追加打設を行った。その後しばらくして、スパン中央部から沈むように型枠支保工が崩壊した。このとき、コンクリート打設中の作業者のうち17名が死傷した。Photo 2はその崩壊の状況を示す。

このスラブは、29.2m、幅は11.9mで高さ1.4m、PC単純中空床版構造であり、水面から支保工頂部までの高さは、約13mであった。

また、型枠支保工の構造は、比謝川兩岸の擁壁に沿って各25本の四角支柱を1列に立て、これらを相互に水平つなぎ材と斜材で補強し、この上にH-

300×300 の形鋼を 2 段重ねにして載せ、重支保梁の受桁とした。この兩岸の受桁にスパン約 27.3m の重支保梁を 32 本架け渡し、この上に角材の大引きを並べ、さらにこの上に建枠を 2 段組み上げ、コンクリート型枠を組み立てたものである。

2) 災害の原因

現場での調査から、以下の点が災害の原因と考えられる。

- (1) 建枠がかなり経年劣化の進んだものが使われており、所期の強度が得られなかった。また、機材の点検等が十分に行われていなかったものとみられる。
- (2) 橋軸と川が直交していなかったため、重支保梁とその水平つなぎ材及び振れ止め斜材との接合がメーカー指定の専用金具を用いた接合ができず、番線で結わえたものであった。このため、重支保梁は、構面に直角方向の水平力に対して十分に抵抗できる構造ではなかった。
- (3) 重支保梁には組立図通りの数量の水平つなぎ材が設けられていなかった。このため水平方向の安定性の乏しい構造であった。
- (4) 事前の施工計画の検討が十分に行われていなかった。

事例 3: 阪神高速道路北神戸線建設工事におけるコンクリート型枠支保工の倒壊災害

1) 災害の概要

昭和 62 年 2 月、兵庫県神戸市の阪神高速道路北神戸線建設工事現場において、上部工のスラブのコンクリート打設工事中、コンクリート型枠支保工の倒壊災害が発生した。

当日、東行車線の P₁₃橋台から P₁₈橋台までの 5 スパン、90m のホロースラブ（幅 10.5m、スラブ厚さ 1.05m、東走行方向 0.2% の登り勾配、道路横断方向の雨勾配 4%）のコンクリート打設作業を行う予定であり、打設作業は、P₁₃から始められ、P₁₇で終了した。さらに、P₁₇～P₁₈間のスラブにコンクリートの打設作業中、P₁₇の両側のトラス梁を支えていた支保工支柱が崩壊したため、支柱部材、トラス梁、型枠及び打設中のスラブが落下し、この上で作業をしていた作業員のうち、9 名が死傷した。Photo 3 は、その倒壊の状況を示す。

型枠支保工の構造は、既設の P₁₇橋台の東、西両面に沿って各 2 本高さ約 3.5m の H-300×300 の H

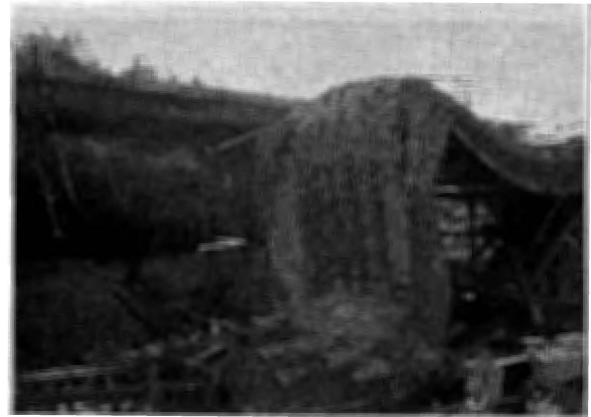


Photo 3 State of the collapsed form shoring at the construction site of Hanshin Highway in Kobe.

阪神高速道路建設工事における H 形鋼支柱式型枠支保工の倒壊の状況

形鋼の支柱を橋台のフーチングの上に立て、この上に長さ 18m、H-350×350 の根太を載せている。また、橋台の南北面の張り出し部には、同基礎フーチングからそれぞれ南北方向に方杖を取り付け、上記根太の両端を支えている。この根太材の上に長さ 7.2m の支柱を 4 本東西両構面で合計 8 本立て、この上に H-300×300 の大引を載せている。この大引の上にスラブの走行方向の勾配、雨勾配等の高さ調整のためのピース、ジャッキを継ぎ足した短い支柱で上弦支持式のトラス梁（長さ約 15m、梁せい 1.55m）を支えている。型枠は、このトラス梁上に組み立てられていた。

また、大引と根太の間の支柱には水平材と L-75×75 の斜材により相互の連係を図るとともに、大引と橋台との間に水平つなぎ材を取り付けている。

2) 災害の原因

災害の原因を特定することは困難であったが、以下の点が考えられる。

- (1) 支保工の倒壊状況からみると、P₁₇の東側のトラス梁を支えていたピース、及びジャッキで構成される継ぎ足し支柱が鉛直荷重により座屈し、P₁₇～P₁₈間のトラス梁が P₁₇側から落下し、P₁₈側もこれに引きずられて落下したものと推定される。その理由として、倒壊を免れた他の支保工のこの部分の構造を検討したところ、前述のようにこのスラブには走行方向、横断方向に勾配があり、ピース類には、上部部材からの荷



Photo 4 State of the collapsed temporary structure for the election girder at the railway construction site in Niigata.
鉄道架橋建設工事においてエレクションガーダを支えていた仮設支柱の倒壊の状況

重を下部の支保工に適切に伝えるよう考慮された形状のピースが使用されておらず、このピース、ジャッキで構成される支柱の中心軸が正しく鉛直に組み立てられなかった。このため、下部の支保工の支柱に対し偏心荷重の影響が大きくなり、座屈したものと考えられる。

- (2) ジャッキネジ部分が中空で、他の部材と継ぎ足し使用されたとき、十分な耐力が期待できないジャッキが混用されていた。
- (3) 大引、根太等の部材の支柱を受ける部分のウエブにはスチフナー等の補強がなされていなかった。

事例 4: 北越北線道川 B (CP) 架工事における仮設支柱の倒壊災害¹⁸⁾

1) 災害の概要

平成元年 9 月、新潟県東頸城郡松代町の北越急行の北越北線の橋梁建設工事現場で、エレクションガーダを支える仮設支柱の倒壊災害が発生した。

現場では、越道川に全長 63m、支間長 30.7m の橋梁を架設する工事を行っており、既設の橋脚の高さ 4.5m の上に長さ 31m、重さ 77.3tf の PC 桁を架設するため、高さ約 10m の 2 基の仮設支柱の上にエレクションガーダを載せ、その上に設置されていた架設台車からワイヤーロープでこの PC 桁をつり上げて所定の位置まで搬送し、チェーンブロックを操作して、PC 桁を降ろす作業をしていた。このとき、エレクションガーダを支えていた 2 基の仮設支柱のうち

の 1 基が倒壊し、エレクションガーダ及び PC 桁が落下、橋脚や仮設支柱の上にいる作業員等 4 名が死傷した。Photo 4 はその倒壊の状況である。

仮設支柱の構造は、組立鋼柱ユニットを 4 段に継ぎ足した支柱 20 本を足場用鋼管の水平つなぎ材と斜材で一体化したもので、仮設支柱の安定性を保つため、控え鋼が 6 本設けられていた。また、基礎部分は地盤上に砕石砂利を敷き、枕木を並べ、この上に組み立てたものである。この仮設支柱の断面寸法は、1.2m×2.7m、高さ 11.83m であった。

2) 災害の原因

現場における調査結果から、災害の原因は、以下のように考えられる。

- (1) 現場は、埋め戻し土の軟弱な地盤であり、その上に枕木を敷き並べた程度の基礎であったため、PC 桁の重みが作用したときに、基礎が不同沈下し、仮設支柱が傾いて重心が移動し、倒壊の原因となった。
- (2) 支柱の脚部の基礎部への固定及び仮設支柱の頂部とエレクションガーダとの固定がなされていなかった。このため、仮設支柱の構造は、安定性に欠けるものであった。
- (3) 仮設支柱の控え鋼のアンカー部分の耐力が不足していた。
- (4) 施工計画段階での仮設支柱及び基礎部分の強度の検討が不十分であった。

1.2.3 型枠支保工の倒壊災害の原因について

災害の原因の究明は、様々な制約からその原因を特定することは、困難な場合が多いが、同種の災害防止のための有用な手がかりとなるため、でき得る限り綿密な調査を行い、直接原因のみならず、間接原因を明らかにする必要がある。

上記のような最近の仮設構造物の倒壊事例の原因についての災害調査を要約してみると、倒壊原因としては次のようないくつかの事項を挙げることができる。

- 1) 支保工の設計計画において、実際に作用するものと想定される鉛直方向の荷重のみを考慮し、支保工の安定性を保つのに必要な水平方向の荷重を考慮していない。この結果、次のような支保工等の構造物の水平方向の力に対し、抵抗力の低い構造となっている。

- (1) 斜材の接合位置が支柱、桁の支点から離れて

- おり、斜材の効果が完全に活かされていない。
- (2) 水平つなぎ材による支柱の頂部、中間部の関係または、既設橋脚への支柱頂部の関係によって水平力に対する支保工全体の安定化がなされていない。
 - (3) 主要部材のボルト接合用の穴が必要以上に大きく穿孔されている。
- 2) 支保工の部材設計においては、設計荷重に対して主要部材の断面応力のチェックのみに終始している場合が多く、また、部材接合部のボルトの数量、溶接の仕様等細部の仕様が指定されていないことが多く、これらが現場任せとなっている。
 - 3) 不安定な構造、主要部材の強度が不足のまま、工事を行っている。例えば、
 - (1) H形鋼、ジャッキ、ピース等を継ぎ足した混成部材による曲げ剛性の低い支柱が使用されている。
 - (2) ウェブにスチフナーによる補強のないH形鋼を桁とし、この上に支柱を立てているため、支柱の材端が回転し、座屈を生じやすい構造となっている。
 - (3) 支保工の支柱等に腐食した部材が使用されているため、初期の耐力が得られない。
 - (4) 打設面の勾配や施工精度の不良による支柱への偏心荷重が作用し、支柱の支持力が低下する。
 - (5) 控え綱のアンカーの構造、強度が十分でない。等を挙げるができる。
 - 4) 支保工の基礎の構造、強度が充分でない。
 - (1) 支保工の支柱の基礎工のレベルコンクリート強度が不足している。
 - (2) 軟弱な地盤の上に支保工を組み立てるとき、地盤の強度の確認、安全上必要な補強等がなされていない。
 - 5) 施工管理が十分に行われていない。
 - (1) 支保工の事前の施工計画が詳細に検討されていない。
 - (2) 支保工が施工計画書の組み立て図の通りに組み立てられていない。例えば、部材接合用のボルトの数量、補強用のピース等の部材の仕様等組み立て図に指定された仕様通りに使用されていない。
 - (3) 支保工の組み立てが製造業者指定の組立仕様通りに組み立てられていないため、支保工本

来の強度が発揮できない。

- (4) 工事中、きしみ等の異常音、異常変位等支保工の倒壊の前駆現象を的確に把握していない。また、これらの前駆現象に気付いたときの点検が不徹底である。

以上の例のように、倒壊災害を引き起こした仮設構造物では事前の安全性が十分に検討されていないまま工事が進められてきていることが指摘される。

1.3 倒壊防止に関する当面の主な研究課題

上記の災害事例とその原因から、仮設構造物の倒壊災害防止のために、当面当研究所において実施すべき研究課題として、次のような項目が挙げられる。

1) 水平荷重・作業荷重の設定

現行の仮設構造物の設計基準、指針等は、仮設構造物の設計に必要な荷重の算出法についての一般的、概念的な内容を示すのみであり、その内容にもかなりの差異があり、最近の仮設構造物の工法及び作業内容の変化にも対応できない面もでてきている。このため、仮設構造物の設計に際し、水平荷重、作業荷重及び振動荷重等に対する検討が看過され、これが上記のような重大災害を招く原因ともなっていることから、実状に応じた設計基準を整備する必要がある。

このため、建設工事現場において、使用中の各種仮設構造物の各部材に作用する応力、変位量を実測するとともに、施工法、作業内容、建設機械の稼働状況等を実測調査し、このときの各種荷重の作用状態を把握し、その評価を行う。

2) 仮設構造物の水平荷重に対する安定性の評価

仮設構造物の組み立ては、現場の状況に合わせて行うことが多いため、現場において部材の手なおし等の設計計画と異なった組み立てが行われることが多い。このため、組立精度が低下し、部材相互の偏心接合や、不適正な寸法によるボルト穴の穿孔等が行われる場合が多く、部材接合部及び骨組み全体の剛性が低下し、骨組みの力学的安定性が損なわれ、また、同時に2次的な水平力等が生じ、倒壊の原因となることがある。したがって、施工不良に起因する不安全要因と、骨組みの安定性の低下度との関係を構造力学的に究明する必要がある。

3) 仮設構造物の部材の強度の評価

- (1) 梁式支保工用のブラケット及びアンカーボルトの所要強度

橋梁建設工事の橋桁及びスラブのコンクリート打設工事においては、鋼製ブラケットを既設の橋脚の側面にボルト止めにし、これに鋼製のトラスまたはI形梁を架けわたし、その上に型枠支保工を組み立てる工法が採用されることがある。しかしながら、この工法のブラケットの構造とその所要強度及びアンカーボルトの明確な設計基準は確立されていない。このため、現在は、鉄筋コンクリート等各種の設計基準を採用している状況である。

このような状況から、ブラケットの所要強度とその構造、アンカーボルトの設計強度及び橋脚コンクリートに対する強度の検討の方法についての技術基準の確立を図るための研究を行う。

(2) ジャッキ、ピース及びH形鋼を用いた混成部材の支柱の強度の評価

H形鋼を支柱及び桁材に用いた支保工の場合、支柱の高さの調整、コンクリート硬化後の支保工解体の容易化のため支柱の一部にジャッキを用いることが多い。また、スラブの勾配、支柱の高さの調整のためにピース類を用い、ジャッキとともに混成部材による支柱を構成する工法が多く採用されている。このような場合の支柱の座屈強度は単一材に比べ著しく低下することが予測される。とくに、ウェブに対しスチフナーによる補強をしていないH形鋼を桁材に使用し、これに支柱を立てた場合には座屈強度は著しく低下することが予測され、これがこれまで述べてきた多くの倒壊災害の原因の一つとなっているのではないかと推定される。このため、実験的にこのような支柱の座屈強度の評価を行う。実験にあたっては、各支柱部材の中心軸に対し偏心を与え、この偏心の影響を考慮する。

(3) 部材接合部の安全性の評価

仮設構造物は、その利用目的から組み立て、解体の簡便性が要求される。このため、部材の接合法は、簡略化する傾向があり、従って、永久構造物に比べ構造的には安全性の低いものとなっている。しかしながら、現在、部材の接合法についての具体的な技術基準はなく、永久構造物のそれを参考にしているのが実状である。よって、各仮設構造物の接合部の安全性の評価を行う。

(4) 斜材の接合部の位置による斜材の効果

一般に仮設構造物の構造形式は、トラスまたは合成骨組となることが多く、構造物の安定性を保つためには、斜材は主要な部材となる。しかしながら、現

場において斜材の接合位置が支柱と梁の交点から離れているときには、水平力に対する構造物の抵抗が低下することは明かである。このため斜材接合位置の支柱と梁の交点からのずれと、構造物の水平荷重に対する抵抗力の関係を明らかにするための研究を行う。

本報では、上記1)に関して、型枠支保工に作用する荷重等について現場実測調査を行い、第2章、第3章にその概要を報告している。次に、3)に関連して、型枠支保工の部材強度について実験的研究を行い、第4章～第7章にその概要を報告している。

(平成4年2月1日受理)

参考文献

- 1) 労働省安全衛生部編，労働安全衛生規則，安衛法便覧平成3年版，労働基準調査会。
- 2) 建設省経済局監修，国土開発技術センター編，市街地土木工事公衆災害防止対策要項・解説，大成出版社，昭和60年7月。
- 3) 日本道路協会編，コンクリート道路橋施工便覧，日本道路協会，昭和59年2月。
- 4) 設計要項第二集，日本道路公団，昭和55年4月。
- 5) 日本道路協会編，道路橋示方書・同解説，日本道路協会，昭和57年2月。
- 6) 設計基準第2部構造物設計基準（橋梁編），阪神高速道路公団，昭和60年4月。
- 7) 土木学会編，コンクリート標準示方書，施工編，土木学会，昭和61年。
- 8) 土木学会編，鋼構造架設設計指針，土木学会，昭和52年5月。
- 9) 土木学会編，仮設構造物の計画と施工，土木学会，昭和54年6月。
- 10) 日本建築学会編，建築工事標準仕様書・同解説，JASS5 鉄筋コンクリート工事，日本建築学会，昭和61年9月。
- 11) 床版工事設計施工の手引，日本橋梁建設協会，昭和59年5月。
- 12) 施工計画書作成の手引（場所打編），プレストレストコンクリート建設業協会，昭和54年4月。
- 13) False work (Calculation, design and construction), DIN 4421 Aug. 1982 (英語版)。
- 14) Tours détalement métalliques à éléments préfabriqués, NF P 93-550, Decembre, 1987.
- 15) M.K. Hurd Formwork for concrete, Special

- publication No. 4, Fifth edition, ACI. 会, 平成 3 年 12 月.
- 16) 建設業安全衛生年鑑平成 3 年版, 建設業労働災害防止協会, 平成 3 年 9 月. 18) 新潟労働基準局監修, 建設業労働災害防止協会新潟県支部編集, 建設業労働災害事例集, 平成 2 年.
- 17) 安全衛生年鑑平成 3 年版, 中央労働災害防止協

付表 最近の足場, 型枠支保工等の倒壊による重大災害の例
(一部墜落災害を含む)

事業の内容 (工事の種類)	都 道 府 県	災害発生 年 月	災 害 の 概 要	死傷者数 (死亡者数)
1. 橋梁建設工事	香 川	昭和 59 年 4 月	本文の事例 1 参照	5(2)
2. 橋梁建設工事	東 京	昭和 59 年 12 月	タイドアーチトラス桁道路橋撤去工事において, 片側アーチ桁(幅 12m, 長さ 66m, 重さ 536tf)を, 台船と解体鉄桁を利用して, 仮設杭及び橋脚上に架設した工事桁の台車に載せて河川敷側に縦取りするため, 第 1 会縦取り後, 台船側を工事桁に移す準備中, 工事桁が壊れて, アーチ桁が落下し, 被災者らが下敷きとなった。	16(5)
3. 鉄骨・鉄筋コンクリート造家屋建築工事	北海道	昭和 60 年 10 月	5 階建鉄骨コンクリート造のホテル建築現場において, 屋上スラブ上でコンクリート打設作業を行っていたところ, 梁式型枠支保工の一部が倒壊し, スラブ上で作業をしていた被災者 4 名が 4.7m 下の 5 階スラブ上に落下した。	4(0)
4. 橋梁建設工事	山 口	昭和 61 年 8 月	工事現場において門工をリフターに乗せ, ガーダー上を移動させて橋脚上に設置する作業中, 門工据付位置を修正していたところ, ガーダーがゆれ, リフターガーダーから転落し, 門工が倒壊した。	3(0)
5. 橋梁建設工事	沖 縄	昭和 61 年 10 月	本文の事例 2 参照	17(1)
6. 橋梁建設工事	福 井	昭和 61 年 12 月	橋梁新設工事において, 橋台を新設のため, 鉄筋を番線で丸太足場に緊縛中, それらの架台と鉄筋が崩壊し, 緊縛作業中の作業員 3 名が横倒しとなった丸太や鉄筋の下敷きとなり被災した。	3(0)
7. 橋梁建設工事	兵 庫	昭和 62 年 2 月	本文の事例 3 参照	8(1)
8. 機械器具設置工事	岐 阜	昭和 62 年 8 月	スキー用リフト新設工事に伴う架設作業で, アングル組立製の門型支柱を立て, 同支柱の頂上部分に登り, ガイロープ取付作業中, 同支柱が倒れ下敷きとなった。	3(1)
9. 橋梁建設工事	大 阪	昭和 63 年 6 月	橋脚工事現場において, 柱鉄筋の組立作業中, 柱鉄筋が足場とともに倒れ, 内側足場上の作業員が倒れた鉄筋の間にはさまれた。	4(0)
10. その他の設備工事	東 京	平成元年 3 月	大型看板の据え付け作業に使用した足場の解体作業中, 足場の控えを取り外したときの突風があり, 足場が倒れたため足場上の作業員が被災した。	4(0)
11. ずい道建設工事	青 森	平成元年 8 月	仮設橋りょう(幅 6m, 長さ 30m)の解体作業中, 作業手順に定められていた主溝の横倒防止策を省いたため, 主溝が下流側に倒壊し, 橋の上で作業していた 3 名被災した。	3(0)
12. 橋梁建設工事	新 潟	平成元年 9 月	本文の事例 4 参照	4(2)

事業の内容 (工事の種類)	都 道 府 県	災害発生 年 月	災 害 の 概 要	死傷者数 (死亡者数)
13. 建設業	東 京	平成 2 年 3 月	エレベーターシャフトの 7 階部分で内壁の型枠解体作業中、解体したベニヤパネルを鋼製作業床に仮置きしていくうちに、作業床が倒壊し、各階の作業床を壊して 3 階まで落下し、3 名の作業者が被災した。	3(0)
14. 土木工事業	群 馬	平成 2 年 4 月	砂防ダムの拡幅工事で、型枠最上部に設けた作業床においてコンクリート注入作業を行っていたところ、注入終了時に一部の型枠が崩れ、同時に作業床も崩れ落ち、作業員 3 名が 14m 下の地下に落下して、被災した。	3(0)
15. 建設業	長 野	平成 2 年 6 月	第 1、第 2 トンネルの中間地点において、本線地下をくぐる地下道建設に伴うボックスカルバートのコンクリート打設中、型枠支保工が倒壊して足場に当たり、足場上で作業していた 4 名の作業者が墜落し、被災した。	4(0)
16. 建設業	新 潟	平成 2 年 6 月	体育祭の準備で枠組足場を使用して応援席（高さ 6.8m、長さ 68m）の設置工事を行っていたところ、突風のため、組立中のステージが倒壊し、5 名の作業者が被災した。	5(0)
17. 建設業	長 崎	平成 2 年 7 月	橋の拡幅工事現場で、橋梁架設作業中（橋桁にワイヤーをかけてウインチで引き出す作業）、橋脚上に設けたローラー付架台が倒れ、橋桁がバランスを崩し、引き出し用ワイヤーが倒れ、他の架台をなぎ倒した。この時、その架台上で作業していた 3 名の作業者が被災した。	3(1)
18. 建設業	静 岡	平成 2 年 9 月	高さ約 12m の橋脚の上梁工のコンクリート打設作業を行っていたところ、張り出し部分が支保工とともに崩壊し、型枠上で作業していた 7 名の作業員が落下し、負傷した。	7(3)
19. 土木工事業	香 川	平成 2 年 12 月	遺跡発掘調査中、写真撮影用に設けられた枠組足場（高さ約 15m）が突風で発掘作業中の作業員の上に倒れ、6 名が被災した。	6(1)
20. 建設業	神奈川	平成 2 年 12 月	縦形の円筒形のコンクリート水路を建設する際、専用の型枠を使って 2 回目の打設を準備中、型枠をささえていた油圧ジャッキ（計 12 本）の一部が座屈し、型枠の下敷きとなり 3 名の作業者が被災した。	3(2)