

産業安全研究所安全資料

SAFETY DOCUMENT

OF

THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

NIIS - SD - NO.23 (2006)

目 次

つり足場用つりチェーンの強度

1. はじめに	(2)
2. 実験諸元	(2)
3. 実験結果	(3)
4. まとめ	(6)
付録1 実験装置概要	(8)
付録2 試験体の破壊状況	(9)
付録3 リンク溶接部の破断面の状況	(13)



つり足場用つりチェーンの強度

目 次

1. はじめに	(2)
2. 実験諸元	(2)
3. 実験結果	(3)
4. まとめ	(6)
付録1 実験装置概要	(8)
付録2 試験体の破壊状況	(9)
付録3 リンク溶接部の破断面の状況	(13)

Strength of the chain for suspended scaffolds

CONTENTS

1. Introduction.....	(2)
2. Outline of Experiments.....	(2)
3. Experimental Results	(3)
4. Conclusion	(6)
Appendix-1 Photo of the Experimental system	(8)
Appendix-2 Photo of the Test Pieces	(9)
Appendix-3 Photo of the ring's cross section of the welded place	(13)

つり足場用つりチェーンの強度

日野泰道*

Strength of the chain for suspended scaffolds

by Yasumichi HINO*

Abstract ; Suspended scaffolds supported by a lot of chains have been usually used at the bridge construction site. And it was mainly used for the painting works, assembling work of form panel, and so on. Therefore, only the light weight materials had been mainly handled on the scaffolds.

But many reinforcement works for bridge structure have been carried out since Hanshin-Awaji earthquake in 1996. At the reinforcement work, over the 10KN of the heavy load materials are handled under the suspended scaffolds. However, the safety design method of the suspended scaffolds that used for the supporting the heavy load materials has not been confirmed.

Therefore, there is an urgent need to develop the countermeasure for the heavy load materials. As a matter of fact, the accidents occurred that the heavy load material dropped from the suspended scaffolds to the express highway and it crashed into some cars. At the accident, the chain of the suspended scaffolds fractures due to the heavy load. The cause of the accident is the mistakes of the use method of the chain.

This report is to investigate the strength and the suitable use method of the chain by experimental studies that it is a component part of the suspended scaffolds.

Especially, the relationship between the deference of the relative chain and the increment load was investigated.

The major findings obtained in this study can be summarized as follows:

- 1) The increment load of the suspended scaffolds is roughly depending on the additional number of the chain. However, the maximum load of the suspended scaffolds with the small length of the chain can not be estimated in proportion to the number of the chain.
- 2) The loads of the multiple chains especially have great disparity at the elastic area. This disparity occurs depend on the difference of the relative chain length.
- 3) The suspended scaffolds always must be used in the elastic area. Hence, the design load values can not estimate in proportion to the number of the chains.
- 4) The chain length needs to be equalized for the fulfillment of the safe suspended scaffolds for supporting the heavy load parts.

Keywords; Suspended Scaffolds, Strength of the Chain, Bridge Construction Site, Dropping Accidents

* 建設安全研究グループ Construction Safety Research Group

1. はじめに

橋梁工事においては、鋼製チェーンを用いて橋梁から作業床を支持する「つり足場¹⁾」が多く利用されている。橋梁下方に河川や道路がある場合が多く、地上から足場を組み上げることが困難なためである。

ところで近年、耐用年数を迎える橋梁が出始め、耐震補強工事が数多く行われるようになってきた。そしてこれら補強工事では、重量が1トン近くに達する金物を数多く取り扱う現場も見られ、このような金物の搬入や取付に際し、つり足場をその仮置き支持台等として利用する必要性も生じるようになってきた。

しかしながら、つり足場は従来、橋梁の塗装工事を目的として主に利用されてきたものであり、一般的なつり足場の構造は、基本的には作業員の作業荷重など、比較的軽量物の荷重を支持することを前提とした部材構成となっている。

そのため、重量物の仮置き作業などでつり足場を利用する場合の安全性を明らかにするための基礎資料を得るため、その構成部材の一つであるつりチェーンに着目して、その基本特性について実験的に検討を行った。

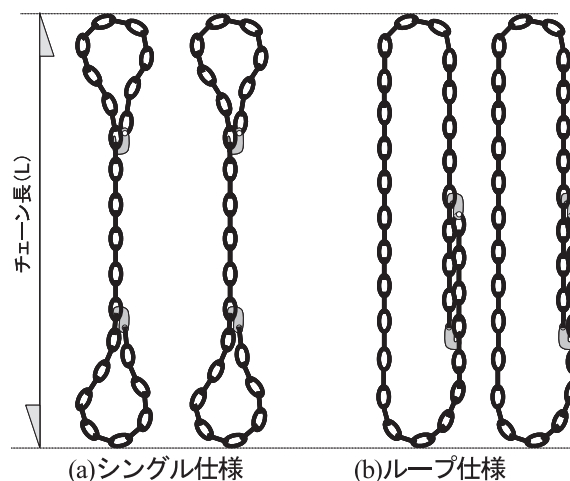
2. 実験諸元

2.1 実験対象とするつりチェーン

従来のつり足場を利用して、これを重量物支持用として使用する場合、つりチェーンに関しては、①つりチェーン自体の断面寸法が大きいものを使用する方法と、②従来から使用してきたつりチェーンを複数本同一箇所で使用する方法の2種類の方法が考えられる。この点、①の方法によれば、つりチェーン自体が負担できる荷重を大きく見積もることが可能であると推測される。しかしその反面、従来から用いられてきたチェーンを流用したいとする現場の要望が大きいことも事実である。また実際、このような使われ方でつりチェーンが利用されつつある状況にある。そこで本資料では、②の方法によるつり足場の安全性に注目することとした。そこで実験では、労働安全衛生法施行令第13条第22号の3に定める構造規格³⁾(つり足場用のつりチェーン及びつりわくの規格)の条件を満足するつりチェーンを実験対象とした。

Table.1 Experimental Parameters.

実験パラメータ		
つりチェーン形状	リンク差	実験回数
ループ (1200mm)	無	4
	1リンク	3
ループ (400mm)	無	4
	1リング	4
シングル (1200mm)	無	3
	1リング	3

Fig.1 The shape of the chain.
チェーン形状

2.2 実験パラメータ

複数のチェーンを同一箇所で使用する場合、特に問題となるのは、各つりチェーンで長さの差が生じる点であると考えられる。これにより、一部のチェーンのみに荷重が集中する可能性があるためである。そしてこの差は、つりチェーンのリンク自体の製造過程における寸法誤差に加えて、つり足場の組立誤差によっても生じるものである。そこで本実験では、①つりチェーンのリンク差の有無、②つりチェーンの長さ、③つりチェーンの使用方法(チェーン形状)を実験パラメータとして検討を行った。Table.1に本実験の実験パラメータ、Fig.1に本実験で使用したチェーンの使用方法(チェーン形状)を示す。なお、Table.1に示す「1リンク差」とは、つりチェーンのフックを掛ける位置をリング一つ分だけ緩めに掛けたチェーンを示すものである。

2.3 実験装置

Fig.2に実験装置を示す。装置本体は、当研究所の200トン圧縮・引張試験機(島津製作所製)を使用した。つりチェーンは、つりチェーン固定用の鋼製丸棒(太さ48mm:足場として一般的に利用される単管パイプ

を想定したもの)を当該試験装置の上端および下端に配置し、これに取り付けた。実験は、载荷速度0.1mm/secの一定速度で静的加力を行った⁴⁾。つりチェーンに作用する荷重、およびつりチェーンの変形量は、200トン試験装置に内蔵された測定装置のほか、定格荷重5tonの引張用ロードセル(LTR-S-SA1:共和電業製)、および定格容量500mmのワイヤ式ポテンシオメータ(DTP-D-500S:共和電業製)により計測を行った。デ

ータサンプリングは、1Hzで自動計測を行った。

3. 実験結果

3.1 つりチェーンの負担する最大荷重

Table.2に、本実験で得られたつりチェーンの最大荷重を示す。なお☆印で示す括弧内の数値は、ループあるいはシングルというつりチェーンの形状に応じて一

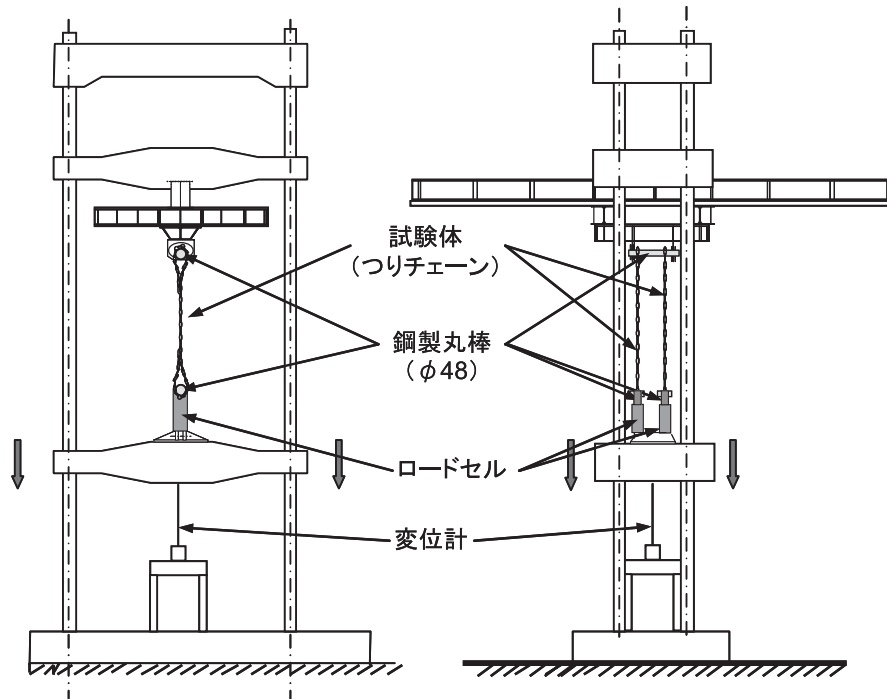


Fig.2 Experimental system.
実験装置

Table.2 The maximum values of sum of two chain's load.
つりチェーン2本を用いた場合の最大荷重 P_{max}^* (KN)

つりチェーン形状	リンク差	実験①	実験②	実験③	実験④	平均値
ループ (1200mm)	無	81	75	76	75	77 (42.14) ☆
	1リンク	79	83	81	-	81 (42.14) ☆
ループ (400mm)	無	66	64	76	69	69 (42.14) ☆
	1リンク	69	61	75	30	59 (42.14) ☆
シングル (1200mm)	無	42	45	38	-	42 (23.52) ☆
	1リンク	47	42	39	-	43 (23.52) ☆

※ 最大荷重の算定は下式によった。

$$P_{max} = P_1(t) + P_2(t)$$

ただし、 P_{max} : チェーン2本を用いた場合の最大荷重

$P_1(t)$: 時刻 t における1本目のチェーンの負担荷重

$P_2(t)$: 時刻 t における2本目のチェーンの負担荷重

t : 最大荷重の時刻

☆ : () 内の数値は、チェーン2本を用いた場合に設計上必要な最大荷重を示す

ループ (必要最大荷重) : 許容荷重 (4.214KN) × 安全率 (5) × 本数 (2) = 42.14KN

シングル (必要最大荷重) : 許容荷重 (2.352KN) × 安全率 (5) × 本数 (2) = 23.52KN

一般的に設定される許容荷重を基に、チェーン2本を用いた場合に設計上必要とされる最大荷重の大きさ（以下、設計用最大荷重）を算出した結果を示している。

実験結果の平均値は、①つりチェーンのリンク差の有無、②つりチェーンの設置長さ、③つりチェーンの使用法（チェーン形状）に関係なく、この値を上回っていることが分かる。このことから大局的には、1リンク差の違いであれば、最大荷重に対する影響はほとんどないと言える。

一方、つりチェーンの形状が同じであれば、チェーン長が異なっても等しい最大荷重となるはずである。しかし、1200mmと400mmの実験結果を比較すると、チェーン長の短い400mmの方が小さい値となっている。また400mmの実験では、設計用最大荷重を下回る結果も測定された。

3.2 チェーン長が最大荷重に及ぼす影響

Fig.3に、チェーン長400mmおよび1200mmのループ吊りの実験で得られた荷重—変位関係を示す。

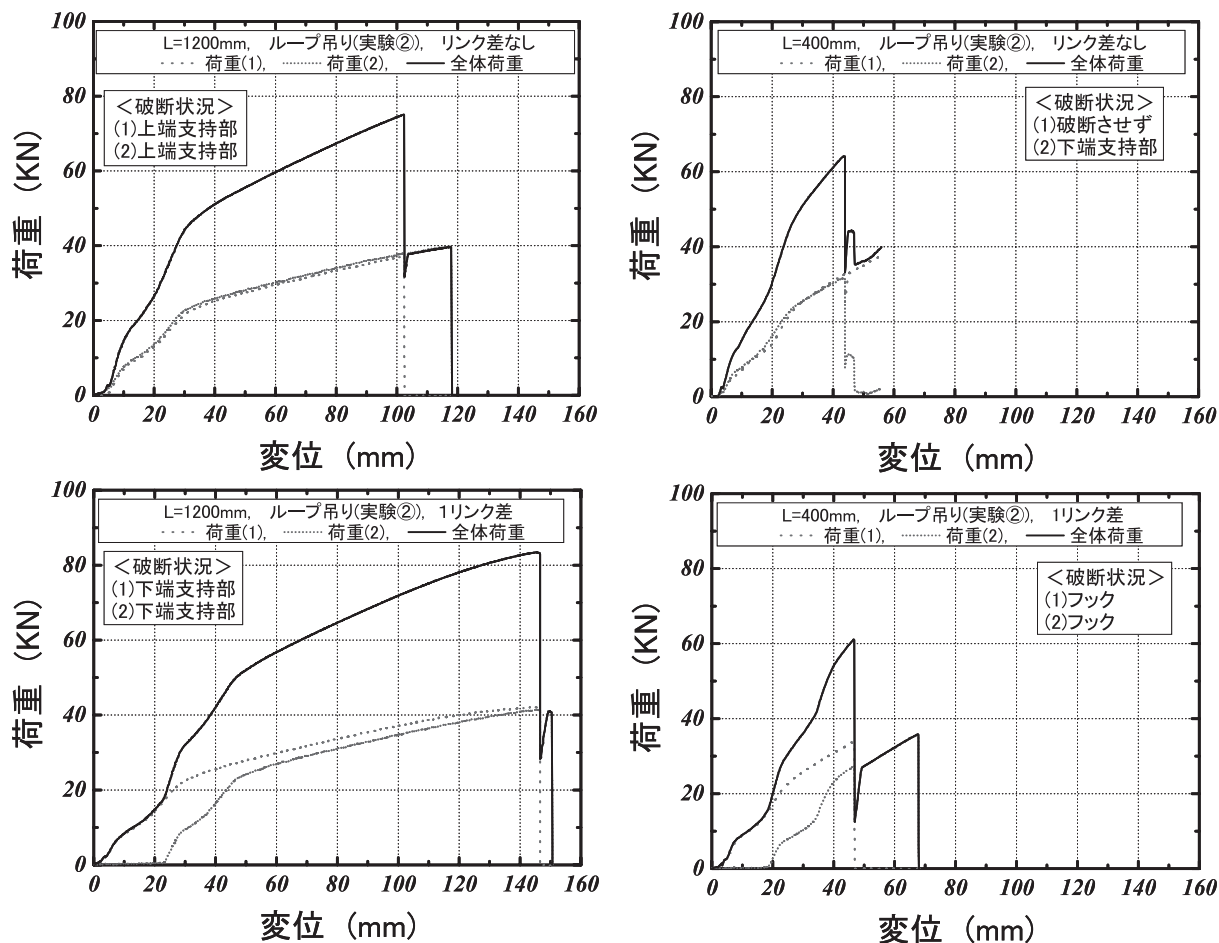


Fig.3 Relationship between load and displacement of the chains.
単管パイプにつりチェーンを2本配置した場合の荷重—変位関係

が40mm付近までの荷重—変位関係については、1200mmの場合とほとんど差が見られない。しかしチェーン長が400mmの場合では、1200mmの場合と比較して、約1/3の変形量である約50mmのところまで最大荷重を迎えていることがわかる。そして図から分かるように、チェーン長が400mmの場合で最大荷重が小さくなったのは、当初荷重を負担していなかったつりチェーン（図中の荷重（2））が、その能力を十分発揮する前に、当初から荷重を負担していたチェーン（図中の荷重（1））が破断したためである。この原因は、以下のように説明できる。すなわち1200mmのチェーンと400mmのチェーンでは、同一材料で構成されており、ほぼ等しいひずみ量（前者：0.125=150mm/1200mm、後者：0.125=50mm/400mm）で最大荷重となっているのであるが、変形量という絶対量で比較すれば、チェーン長の短いもの程、その最大変位が小さくなるためである。

以上のことから、①リンク差は、つりチェーンが負担する荷重の大きさに大きな影響を及ぼすこと、②その影響は、チェーン長自体が短い場合で顕著であること、③そしてその影響により、使用するつりチェーンの本数を増しても、その本数に比例して荷重増分が見込めない場合があること、が明らかとなった。

3.3 複数のチェーンを使用した場合の許容荷重

つりチェーンは、弾性範囲内で使用されるものである。実際、設計値として使用する許容荷重は、つりチェーンの破断荷重に対して、1/5の荷重（安全率：5）

3) が用いられている。

これに対し、複数本のつりチェーンを同一箇所で使用する場合、その負担荷重は、各つりチェーンで大きく異なる場合がある。このことは、弾性変形を含む初期段階で、特に顕著である（Fig.3参照）。そのため、複数本のチェーンを同一箇所に配置する計画を立てる場合、その設計資料としては、最大荷重より弾性領域の性能が重要となる。

そこで、チェーン長の短いもの（つまり最初に降伏に至るチェーン）を基準とし、そのつりチェーンが破断荷重の1/5の荷重を負担していた時に、他方のつりチェーンがどの程度荷重を負担していたのかについて調査を行った。その結果をTable.3に示す。表中の数値は、つりチェーンを1本使用した場合を1として、負担荷重の増加割合を示したものである。つまり本実験の場合は、つりチェーンを2本使用したのであるから、表中の値が2となれば、つりチェーンを使用した本数分だけ負担荷重が大きくなったことを示す。

表より、リンク差のない実験では、比較的その数値が2に近いものが多いことが分かる。しかし、1リンク差ある場合では、ほぼ全ての実験において、その数値が1に近い値となり、またリンク差のない場合でも、シングル仕様で、その値が1になっている場合が見受けられる。これら荷重増分の見られないケースでは、2本のつりチェーンの長さの差が大きいもので顕著である（なお、表中の括弧内の数値は2本のチェーンの長さの差を示す）。そこで、つりチェーンの長さの差と荷重増分の大きさの関係をFig.5に示す。

Table.3 The increment ratio of the load due to installing a chain.

チェーン付加による荷重の増分割合☆（許容荷重）

つりチェーン形状	リンク差	実験①	実験②	実験③	実験④	平均値
ループ (1200mm)	無	1.55 (2.9)	1.91 (3.8)	1.32 (6)	1.8 (2.3)	1.64 (3.8) ☆☆
	1リンク	1.05 (16)	1.03 (22)	1.06 (19)	-	1.04 (19)
ループ (400mm)	無	1.98 (1.5)	1.91 (2.4)	1.70 (4)	1.94 (0.8)	1.88 (2.1)
	1リンク	1.05 (17)	1.04 (17)	1.04 (17)	1.12 (13)	1.06 (16)
シングル (1200mm)	無	1.75 (1.5)	1.93 (0.8)	1.00 (8)	-	1.56 (3.4)
	1リンク	1.04 (20)	1.00 (14)	1.08 (19)	-	1.04 (18)

☆：チェーン付加による荷重の増分割合Rは、下式により算出したものである。

$$\text{増分割合} : R = \frac{P_1(t_e) + P_2(t_e)}{P_1(t_e)}$$

ただし、 $P_1(t_e)$ ：当初（1本目）のチェーンの破断荷重の1/5の荷重値

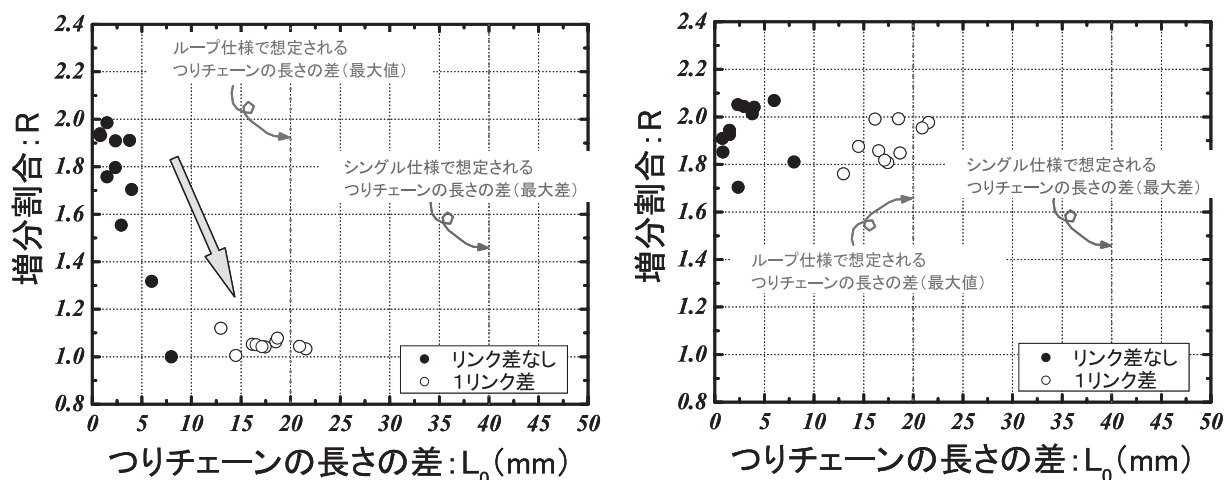
$P_2(t_e)$ ：付加した（2本目）のチェーンの負担荷重（時刻 t_e の時）

t_e ：当初（1本目）のチェーンが破断荷重の1/5の荷重値となった時刻

☆☆：（）内数値は、チェーン長の差 L_0 （mm）を示す。下式により算出したものである。

$$\text{チェーン長の差} : L_0 = L_2 - L_1$$

ただし、 L_1 ：当初（1本目）のチェーン長、 L_2 ：付加した（2本目）のチェーン長

(a) 許容荷重時 (時刻 t_c) における増分割合

(b) 最大荷重時における増分割合

Fig.5 The effect due to the difference of a relative chain length.

荷重増分の大きさとチェーン長の差の関係

破断荷重時における負担荷重の増分 (Fig.5の (b) 参照) は、一定程度見込めるのに対し、許容荷重時における負担荷重の増分 (Fig.5の (a) 参照) は、チェーン長の差に比例して減少し、その差が8mmを越えると、荷重の増分が見込めない (すなわち、1となる) ことが図より分かる。なお図中には、シングル仕様およびループ仕様で想定されるチェーン長の差 (リンク差のない場合) を併せて示している。これら最大値は、いずれも8mmよりも大きな値である。このことは、リンク差のない場合であっても、荷重増分が全く見込めない場合が理論上ありうることを示している。つまりこのような場合、配置したつりチェーンの本数に比例した倍率の荷重が、集中的に一部のチェーンに作用する可能性がある。

以上のことから、チェーン長の差をなくす工夫をしないで、複数のつりチェーンを同一箇所を使用する場合、その付加した本数に比例して、荷重の増分を見込むことは、難しいと考えられる。本実験の範囲では、リンク差がない実験の多くで荷重増分が見られたが、その増分値は安定して期待できないし、また実際、リンク差のない場合の実験においても、荷重増分が全く見込めないケースが、実験的に確認されたからである。

4. まとめ

2本のつりチェーンを同一箇所に配置した場合の性能について実験を行い、以下の知見を得た。

- 1) つりチェーンを同一箇所で複数使用すると、その最大荷重は、その本数にほぼ比例して大きくなる傾向

にある。ただし、つりチェーンの長さが短い場合には、使用した本数に比例して、負担荷重を見込むことはできない。

- 2) 通常をつりチェーンに期待する荷重 (設計用の許容荷重) 付近の性能に着目すると、複数のチェーンを使用しても、使用した本数に比例した荷重増分が見込めない場合が多いことが分かった。リンク差など当初に発生したチェーン長の差の影響が無視できないからである。このことは、リンク差がない場合でも見られた傾向にある。
- 3) 以上のことから、チェーン長の相対的な長さの差は、わずかであっても、許容荷重の大きさを小さくする事が明らかとなった。よって、複数のチェーンを同一箇所を使用する場合には、そのチェーンの長さを均一にして使用するなど、安全上の十分な配慮が必要である。

参考文献

- 1) 仮設工業会, 仮設機材認定基準とその解説, 2004.3
- 2) 各種新聞等 (朝日新聞夕刊, 日本経済新聞夕刊, 毎日新聞夕刊, 読売新聞夕刊), 2005.7.27
- 3) 労働調査会, 安衛法便覧II, 2000.5
- 4) 日本建築学会, 建築材料実験教材, 1996.4

Safety Document of the National Institute
Of industrial Safety, NIIS-SD-NO.23 (2006)

抄 録

つり足場用つりチェーンの強度

日野泰道

近年、耐用年数を迎える橋梁が出始め、耐震補強工事が数多く行われるようになってきた。これら補強工事では、重量が1トン近くに達する金物を数多く取り扱う現場も見られ、このような金物の搬入や取付に際し、つり足場をその仮置き支持台等として利用する必要性がでてきた。しかしつり足場は、主に軽量物の積載を想定した仮設構造物であり、重量物の仮置き作業としてこれを利用する場合には、別途安全性を検討し直す必要がある。

そこで、重量物支持用のつり足場としての必要性能を明らかにするため、その構成部材の一つであるつりチェーンに着目し、その基本特性について実験的に検討を行った。本資料では、特に重量物用のつり足場として、同一箇所に複数の既存チェーンを利用する場合を想定し、その許容荷重および破断荷重について検討を行い、各チェーンの相対的な長さの差による影響を示した。

(図5, 表3, 参考文献4)



Fig.1A
実験装置概要

つり足場用つりチェーンの強度

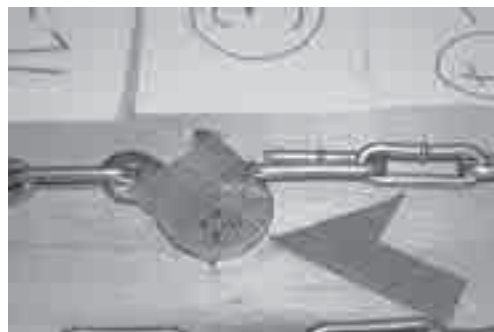
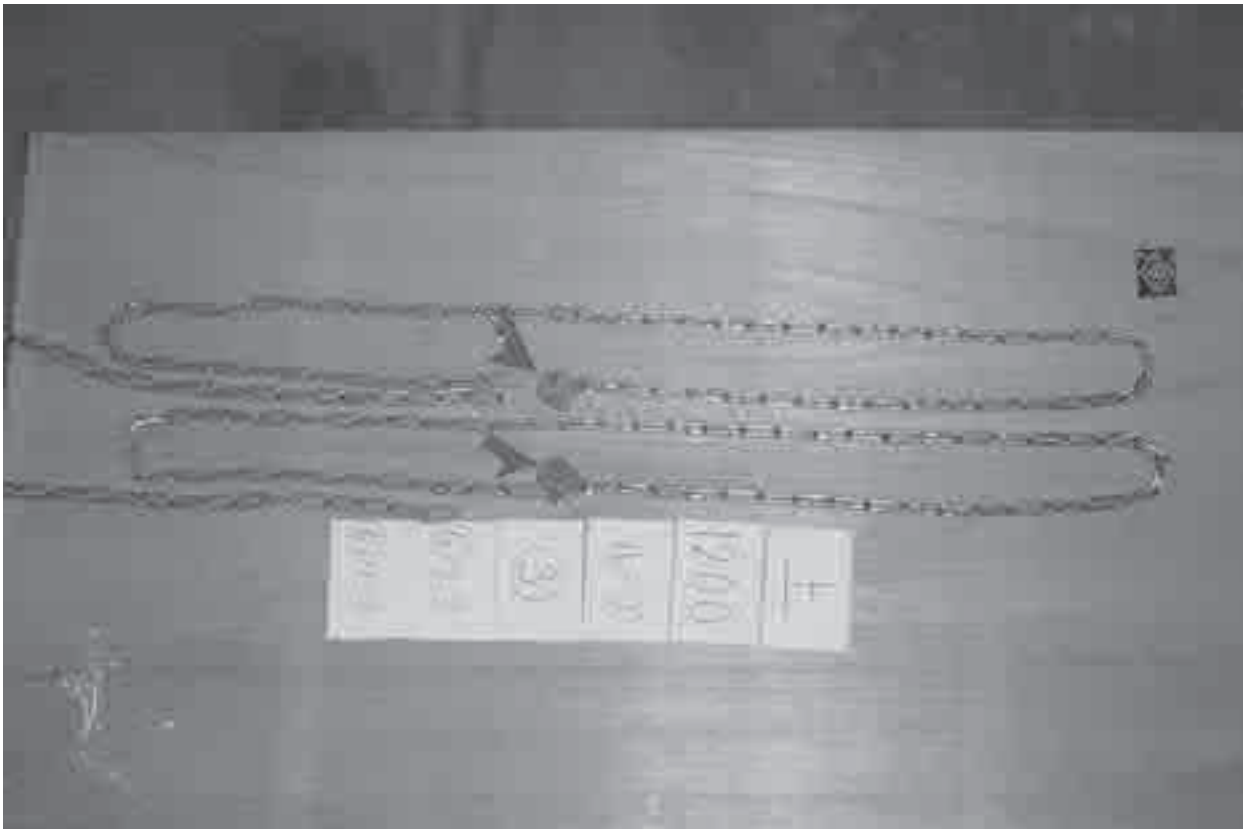


Fig.1B
実験体の破壊状況（ループ仕様、リンク差なし）
（フックの箇所での破断した場合の例）

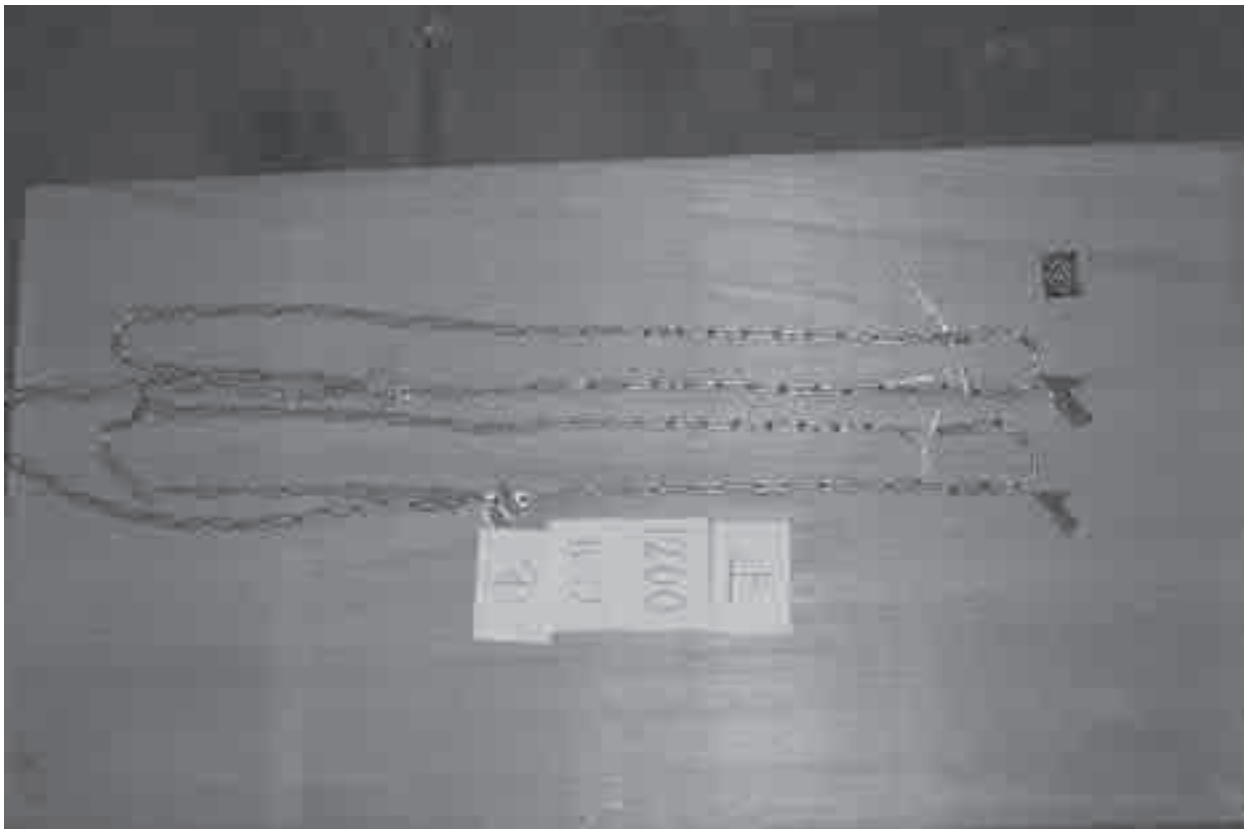


Fig.2B
実験体の破壊状況（ループ仕様、リンク差なし）
（上端の鋼製丸棒との接触面で破断した場合の例）

つり足場用つりチェーンの強度



Fig.3B

実験体の破壊状況 (ループ仕様、1リンク差)
(下端の鋼製丸棒との接触面で破断した場合の例)

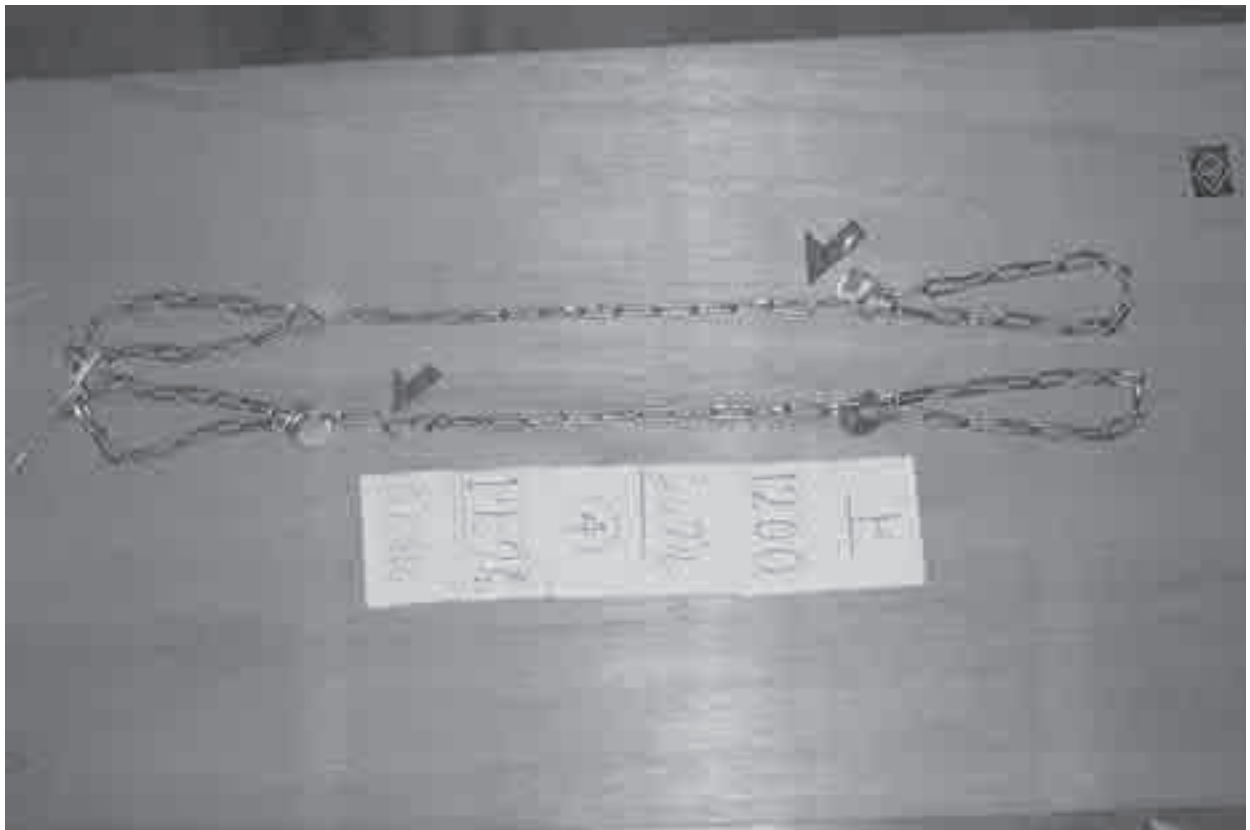


Fig.4B
実験体の破壊状況 (シングル仕様、1リンク差)
(チェーン中央部で破断した場合の例)



Fig.1C
リンク溶接部の破断面の状況

産業安全研究所安全資料 NIIS-SD-NO.23 (2006)

発行日 平成18年2月20日
発行所 独立行政法人 産業安全研究所
 〒204-0024 東京都清瀬市梅園1丁目4番6号
 電話 0424-91-4512 (代)

印刷所 株式会社 アトミ

SAFETY DOCUMENT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL SAFETY

NIIS - SD - NO.23 (2006)

Strength of the chain for suspended scaffolds

CONTENTS

1. Introduction	(2)
2. Outline of Experiments	(2)
3. Experimental Results	(3)
4. Conclusion	(6)
Appendix-1 Photo of the Experimental system	(8)
Appendix-2 Photo of the Test Pieces	(9)
Appendix-3 Photo of the ring' s cross section of the welded place	(13)

