

50キ口高張力鋼による八幡製鉄病院の構造

海	野	三	蔵*
田	村	良	治**
山	本		登***

I まえがき

八幡製鉄病院は、八幡製鉄従業員並びに家族のための医療施設であって、老朽した旧建物を取りこわしてその跡に才1期工事として管理棟・診療棟を完成、現在才2期工事として病棟を建設中である。本建物は後述する理由により、主体構造である鉄骨には全面的に高張力鋼の溶接構造を採用し、現場接手には高張力ボルトを使用した。高張力鋼材に全面的に鋼張力ボルトを採用したわが国最初の例であるので、その鋼構造の概要を報告する。

II 建物 の 概 要

第1期工事はこのほど完成したが、その概要は次の通りである。

所在地：福岡県八幡市

主体構造：鉄骨鉄筋コンクリート造

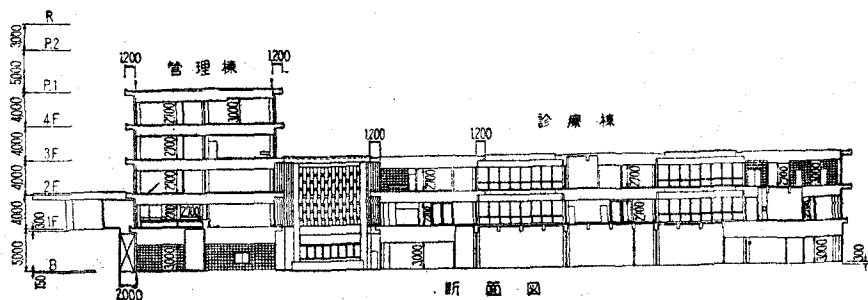
規 模：

管理棟 地上4階・地下1階・ペントハウス2階・延面積 2,968 m^2 ・軒高 16.3 m

診療棟 地上2階・地下1階・ペントハウス1階、延面積1,125.8㎡、軒高8.3 m

渡り廊下 延面積 $22.9m^2$

架構の概要は才1図、才2図に示す。

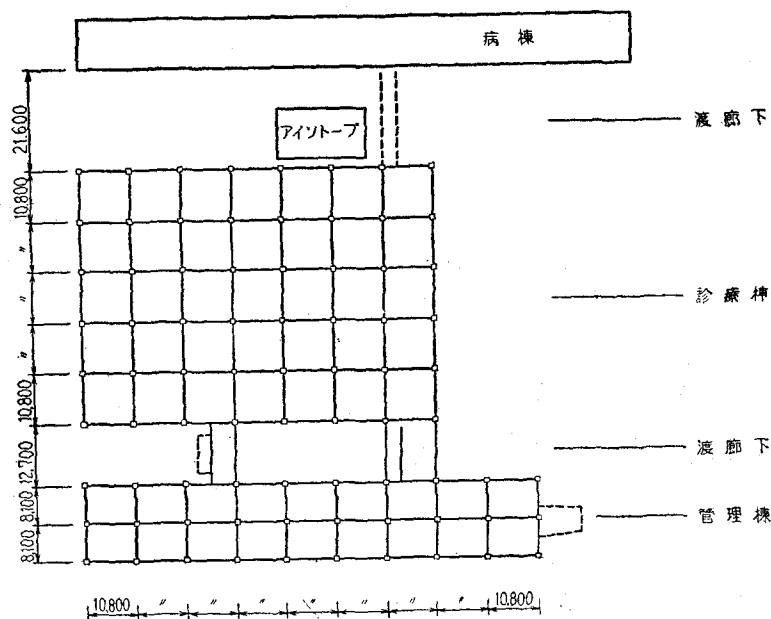


为 1 ☒

* 八幡製鉄KK技術部 工博

**** 八幡製鉄KK市場部**

*** 村田大旗建築事務所



梁 伏 図

才 2 図 梁 伏 図

III 構 造 設 計

本建築の基本計画は東京大学吉武研究室の御指導により、また構造設計は東京大学仲研究室の御指導によって、八幡製鉄KK及び村田大旗建築事務所が行った。

1. 高張力鋼の採用

基本計画に於て、診療部門では病院の利用の特殊性により、1日の外来患者数が非常に多く、従って廊下幅を出来るだけ広くしなければならない。そのために診療室・待合室の柱間を大きくとって、スペースを出来るだけ有効に利用したいという要求があったので、全面的に高張力鋼の溶接構造を採用することにより、梁丈を低くしてスパンを広くとることとした。これによって梁間は、 $10,800 \times 10,800 \text{ mm}$ となり、この間に $2,700 \text{ mm}$ 間隔に小梁を入れ荷重を負担させた。同様に管理棟では $2,700 \times 2,700 \text{ mm}$ の小梁のますを展開して、梁間は $8,100 \times 10,800 \text{ mm}$ とする事が出来た。鋼材は鉄筋以外はすべて50キロ高張力鋼を使用し溶接構造を採用した。

2. 高張力ボルトの使用

本工事は現在の病院を運営しつつ部分的に撤去し新築する為に、病棟には多数の患者が入院中であるので特に騒音について留意する必要があった。従って最初から現場接手には、リベットの問題にならず全溶接で施工することも考慮されたが、施工及び管理上にもまだ問題があり、ま工期の点からも高張力ボルトを採用することにした。騒音測定の結果では、昼間の病棟に於いて

ては平均 71.2 フォンとなり、夜間の測定に於いては 69～71 フォンであり、入院患者には殆ど影響がなかったものと思われる。

しかし、高張力鋼材に高張力ボルトを使用した例はいまだなかったので、各種試験を行って研究した。

此の結果は良好であったので、現場接手には充分信頼出来るものであるという確信を得た。

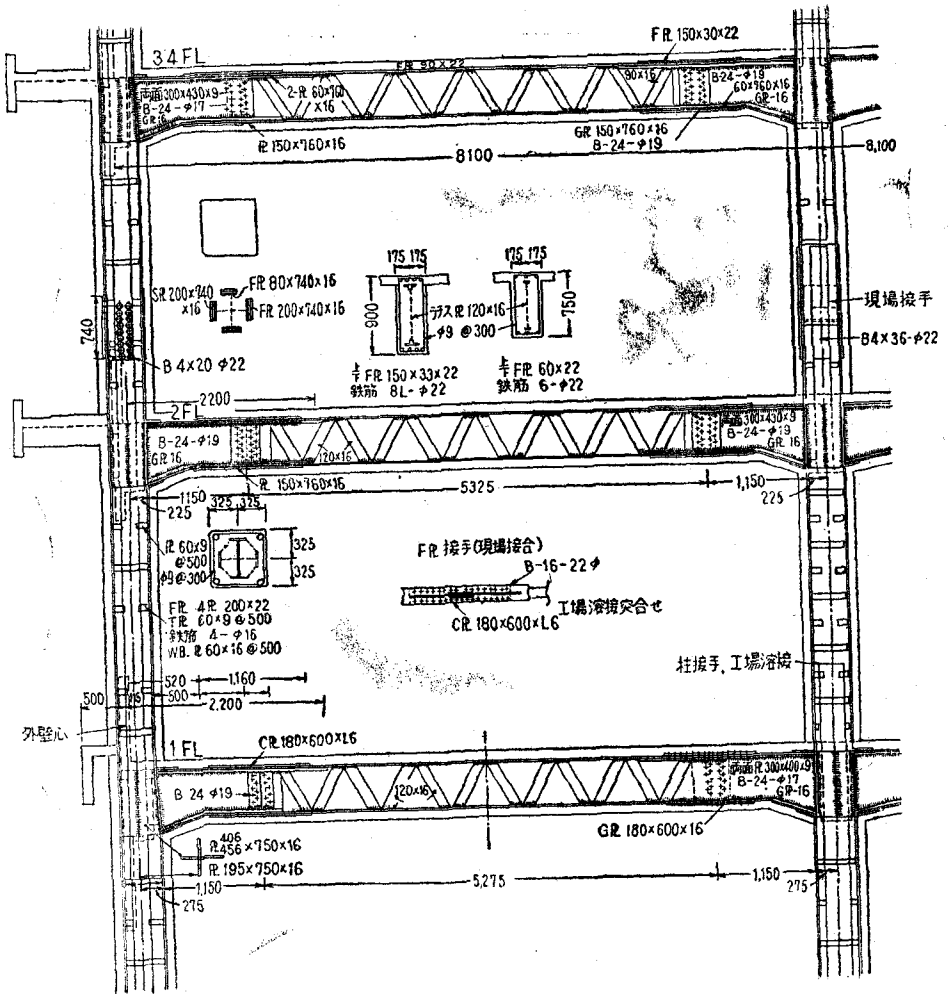


図 3 柱、梁 詳細図

Ⅳ 鋼材および溶接棒

1. 鋼材は全て次の規格に合格したものを使用した。

高張力鋼材 JIS G 3106 SM50A

普通鋼材 JISG3101 SS41

高張力ボルト JISG3102 S550

高張力鋼は八幡製鉄KK製品、WEL-TEN50を使用した。

WEL-TEN50の主な規格は次の通りである。

(1) 化 学 成 分

種 類	厚さ・径 mm	C	Si	Mn	P	S
WEL-TEN 50	30 以下 30 超	0.18以下	0.25~0.45	0.90~1.30 1.10~1.50	0.035以下	0.040以下

(2) 機 械 的 性 質

引 張 試 験

種 類	厚さ・径 mm	引張強さ kg/mm ²	降 伏 点 kg/mm ²	伸 び %
WEL-TEN50	15 以下	50~58	33以上	20 以上
	15 超30 以下			22 以上
	30 超			20 以上

(3) 溶 接 棒

高張力鋼にはアーク溶融気中の水素量を出来る限り少くする必要性から、八幡溶接棒KK製の低水素系溶接棒(L-55)を使用した。予熱の影響について調査するため、常温1組、90° 予熱1組溶接し予熱効果試験を行ったが、その結果は殆ど変化が見られなかった。

3. 高張力ボルトについて

高張力ボルトは、建築学会標準2種を採用することにした。

ボルト素材はS550、ナットはSS50、ワッシャーはDP60を使用し、加工熱処理を行った。
尚、各種試験を行い合格品を使用した。

この種ボルトについては他に色々発表されているので詳細は省略することにし、特に参考と思われる2、3の点について記すことにする。

V 高張力ボルト張り試験(摩擦係数測定試験)

高張力ボルト接合による摩擦係数については色々意見もあり、特に高張力鋼材を用いた場合については充分な裏付資料を必要としたので、本工事に於いては特にその確認に留意して以下の試験を行った。

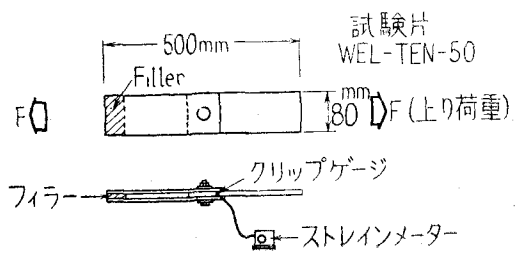
即ち、下記の算定式から計算されるボルト軸力は、摩擦係数の大小に依って非常に左右されるものである。

$$F = \mu N \quad (\text{摩擦係数算定式})$$

F ; 上り荷重、N ; ボルト軸力、 μ ; 摩擦係数

試験は当工事に使用する WEL-TEN50 を試験片として、継手板との間の接触状態を黒皮と黒皮、黒皮と赤肌、赤肌と赤肌の 3 種類に区別して試験を行い、摩擦係数を算出し、建築学会高張力ボルト設計基準案の最大 0.46 と比較した。結果は赤肌と赤肌の場合が 0.695 となり約 1.5 倍、黒皮と赤肌が 0.462、黒皮と黒皮は 0.297 となり、継手状況に依って相当の開きがあることを確認した。下図に示す様に、継手板、ボルト、クリップゲージをセットして荷重(上り荷重)を序々に加え、ストレインメーター及びアムスラーの読みを各点プロットして最初のスリップを測定した。オ 1 表～オ 8 表迄が測定結果である。

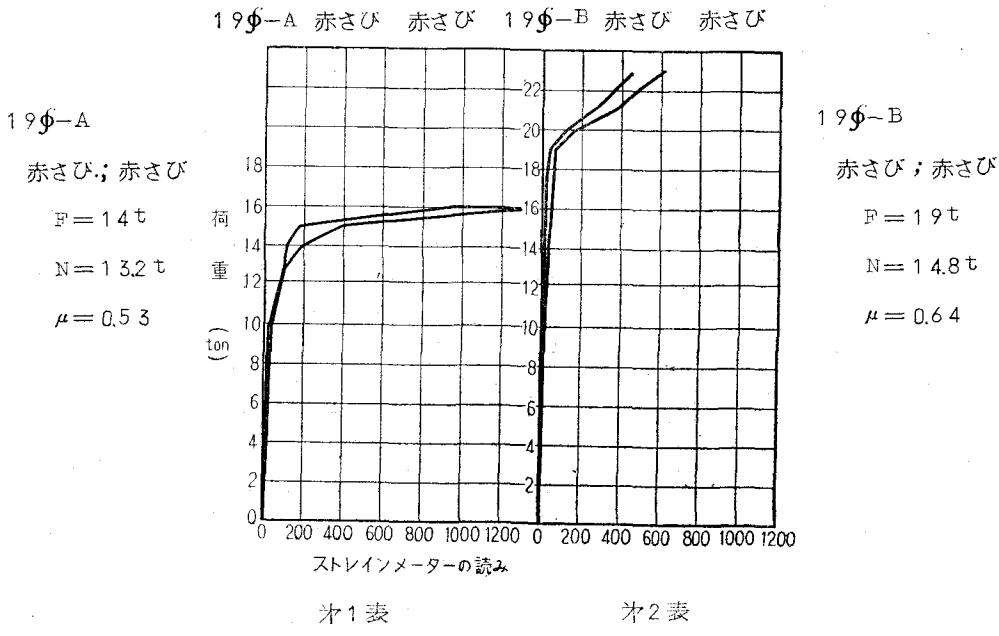
摩擦係数測定器具セット及び寸法



上り試験結果-1

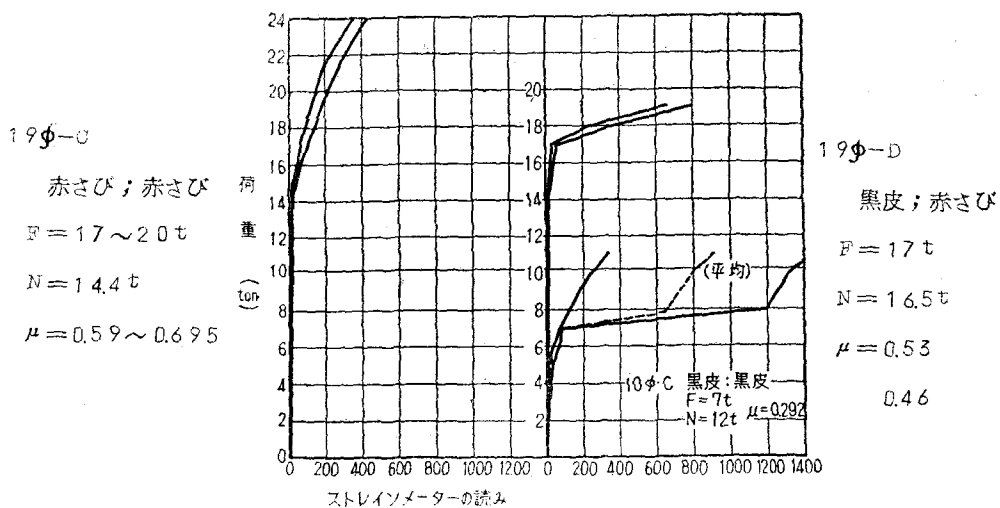
F : 上り荷重 (ton) μ : 摩擦係数
N : ボルト軸力 (ton)

オ 4 図



より試験結果-2

19φ-C 赤さび;赤さび 19φ-D 黒皮;赤さび



为 3 表

为 4 表

亡り試験結果-3

22♂-A 赤さび;赤さび 22♂-B 赤さび;赤さび

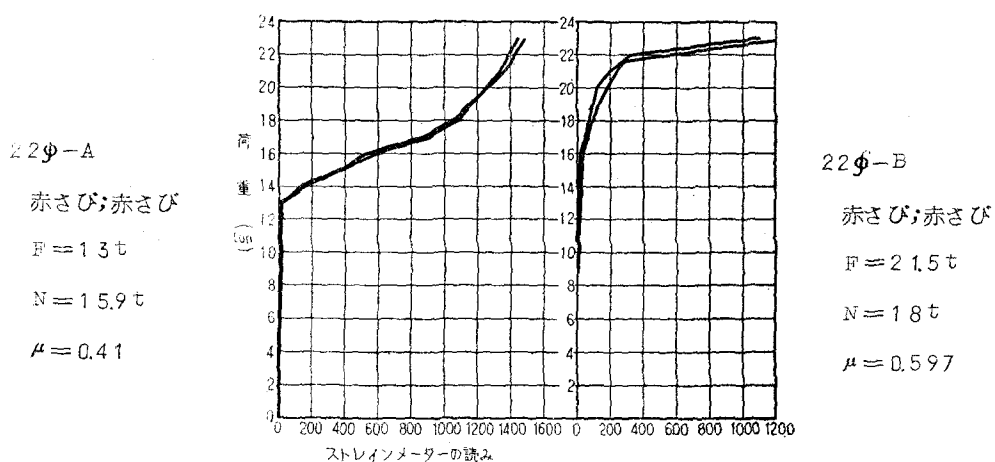


表 5

为6表

より試験結果-4

22φ-C 赤さび;赤さび 22φ-D 黒皮;赤さび

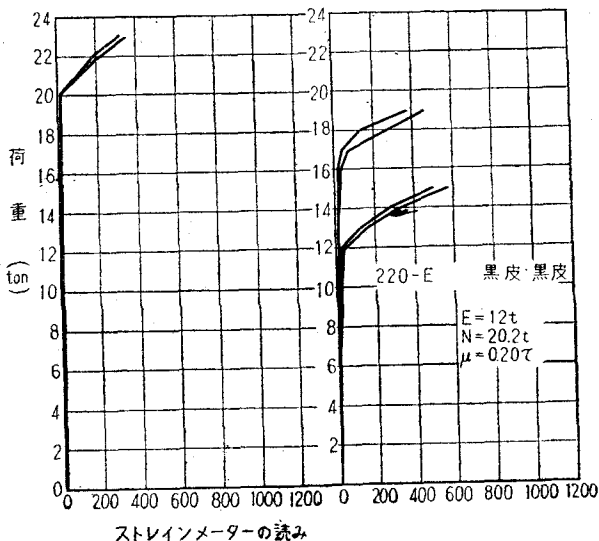
22φ-C

赤さび;赤さび

$F = 20t$

$N = 18.8t$

$\mu = 0.531$



22φ-D

黒皮;赤さび

$F = 17t$

$N = 18.4t$

$\mu = 0.462$

オ7表

オ8表

上記試験中、試験片(R-22%)の赤肌面に油がついていた為、トーチランプにて焼き、油を除いたが、接触面が非常に滑らかになっていた為そのままセットして荷重をかけた。その結果摩擦係数は0.41となりオ5表に示す曲線となった。従って、接触面の程度を充分檢視する必要がある為、当現場では上記試験結果に基づき、ブラケットと梁、柱と柱の継手部分には、工場加工搬出後直ちにグラインダーをかけ表面を赤肌としてボルト締めを行う様指示した。錆の出る程度は、グラインダー掛後3日位で赤肌を生じ、充分なる接触面を確保してボルト締めを行った。

VI 高張力ボルト・トルク試験

試作用ボルトのトルク係数を算定するに当り、市販の2、3の製品と本工事に使用するものとを比較した。

試験は、あらかじめ作成したロードセルの荷重に対する歪曲線の表を使用し、トルクレンチにて締付トルクを与え、オ5図に示す様にロードセルの歪をストレインメーターにて測定し、ボルト張力と締付トルクとの関係を表にしオ9表とした。トルク係数は次式

$$M = KDN$$

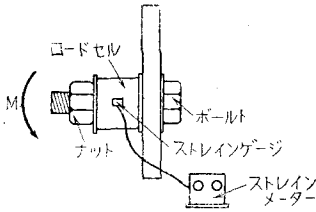
M; 締付トルク値 $Kg \cdot cm$

K ; トルク係数

D ; ボルト呼径 cm

N ; 標準ボルト張力 kg

で表わされるので、なるべく小さなトルク値でなるべく大きなボルト張力が出るボルトが要求される。一般にトルク係数は 0.18~0.20 が望ましいとされている。



オ 5 図

○ 試作用ボルト・トルク係数 に対するばらつき

本工事に使用する高張力ボルトのネジ精度をやや変えてトルク係数のばらつきを検討した結果、オ 10 表に示すグラフになった。即ち、1 回目に行ったネジ精度は、ボルトに対するナットのネジ精度をやや大きくし、2 回目のネジ精度は普通、3 回目のネジ精度はやや小さくした（ネジ部にガタがない）ものである。

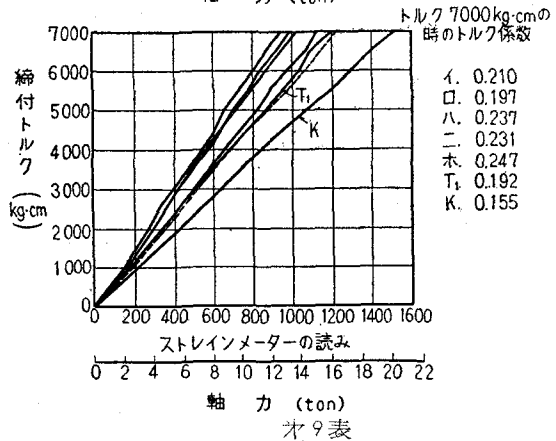
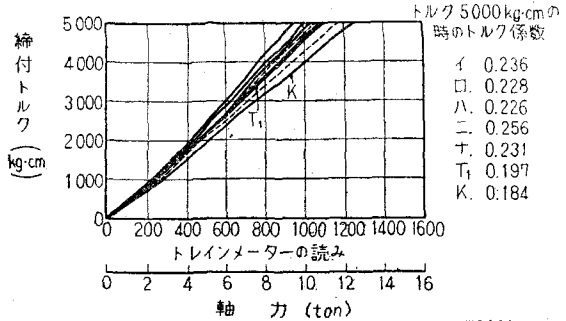
尚当工事に於いては、締付作業を始める前にキャリブレーターにてインパクトレンチ指標のチェックを行い、締付作業を行った。

○ 高張力ボルト現場締付

トルク試験の結果に基づき、インパクトレンチをセットし、現場締付を行った。締付の際足場の心配があったが、案外容易に施工することが出来た。締付方法は 2 回に分け、最初は所要トルクの 80% を締め付け、2 回目に所要トルクとなるような方法で行った。インパクトレンチ動作は中央部より外部へ動かし、なるべく理想の締付方法をとった。この様な方法で、1 日の締付

試作用ボルトトルク試験

19φ. 5 本 4. 口. 八. 二. 本



オ 9 表

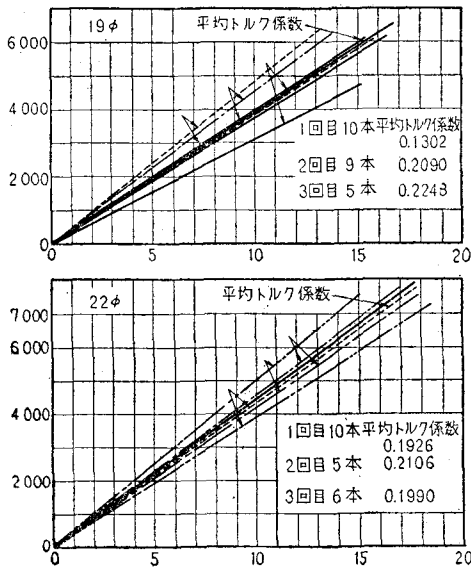


表10

の割にコンクリート断面は小さくなった。そのため高張力鋼材も小さい部材になり、ややボルトを締め付けるのに使いにくい個所も出てきた。従って、このような場合も考慮し今後、更に高張力のボルトを使用することも充分考えなければならないと思われる。

iv) 摩擦係数測定試験の結果は、建築学会基準(案)の0.46と比較して、平均0.578となり約25%の余裕があることがわかった。この試験結果から見て、高張力鋼同志を高張力ボルトで接合する場合は、摩擦係数の値は規準より更に大きな値を採用してもよいのではないかと考えられる。

V) 鋼材量

本工事に使用した鋼材量および高張力ボルト量を示すと次表の通りである。

鉄骨t当りボルト本数及び重量表

適用棟別	鉄骨t数	ボルト本数	t当り本数	ボルト使用量	t当り重量
管理棟	120.750	12,560本	104本/t	5.970	4.9kg
診療棟	460.000	34,096	76	17.380	3.7.8
渡り廊下	15.400	1,232	80.4	1.130	7.3.4
計	596.150	47,888	80	24.480	4.1.1

は1,200本～1,500本/2人程度で、後締を加算すれば800本～900本/2人となり最大限の締め付け能力と思われた。締め付け部分は、柱ブラケットと梁の継手を主とし、1締め付け所の締め付け本数は200本程度なので締め付けには1本当たり2秒～3秒の短時間で完了したが、インパクトレンチ(15Kg/1台)を移動する時間のロスが作業能率を低下させる原因となった。

V 結 語

i) 高張力鋼の溶接に対しては殆ど心配がなかった。

ii) 現場接手に高張力ボルトを使用した事により、工期の短縮と騒音防止がはかれた。

iii) WEL-TEN50を使用したので、スパン

面積に対する WEL - TEN 使用割合

適用 棟別	延面積 (m^2)	柱 (t/m^2)	梁 (t/m^2)	WEL-TEN 50 合計 $t/延m^2$	建築面積 m^2	WEL-TEN 50 合計 t/m^2
管理棟	2,968	0.0218	0.0191	0.0409	575	0.210
診療棟	11,258	0.0128	0.0278	0.0406	3,418	0.135
渡り廊下	229	0.0437	0.0231	0.0668	92	0.166
計	14,455	0.0261	0.0233	0.0495	4,085	0.170

一般鉄骨造の病院建築の鋼材量平均 $0.07 \sim 0.12 t/延平米$ と比較して、高張力鋼使用に依って大巾の鋼材節約ができた。才2期工事に於ては才1期工事の経験から、更に経済設計がなされているものであり、更に進んで、55 kg、60 kgによる鉄骨構造の高張力化は今後更に一般化されるものと考えられる。

了